

# Informe Microrratón

Universidad Sergio Arboleda

Ingeniería electrónica. Sistemas Embebidos

Integrantes: Juan Andrade; David Salazar; César Tibaquirá

## 1. Introducción

### 1.1 Requerimientos

Usando los conocimientos adquiridos y los módulos programados en laboratorios anteriores, diseñar e implementar un robot diferencial microrratón, usado para resolver laberintos. Este robot posee dos sistemas sensoriales: Sistema de medición de proximidad a obstáculos basados en sensores IR, y sensor de movimiento rotacional basados en encoders incrementales para los dos motores asociados a ruedas. La Figura 1. muestra el efecto general esperado debido al trabajo conjunto de los dos sistemas sensoriales

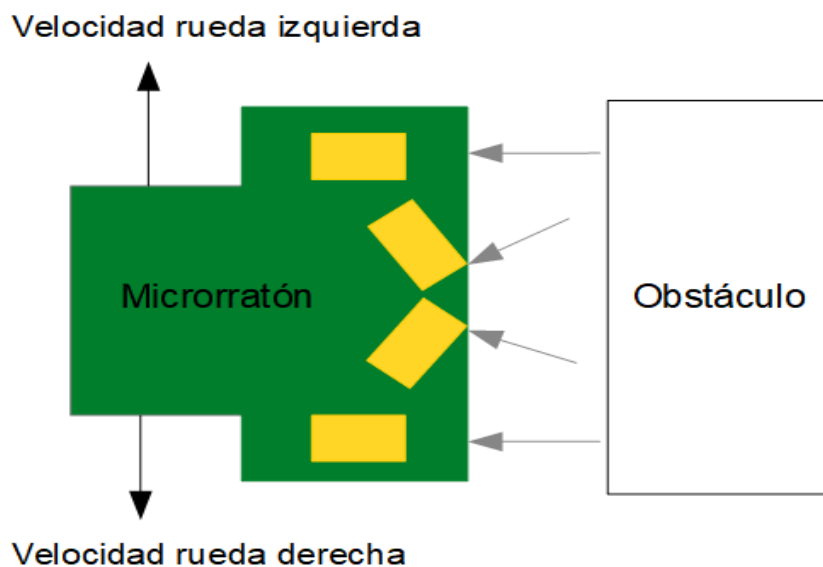


Figura 1. Sistema micromouse

El sistema sensorial IR detecta un obstáculo en forma de pared a través de cuatro puros de “vista”, debido a esto, la unidad de procesamiento del robot decidirá el movimiento a través de las velocidades de las dos ruedas, usando el modelo cinemático de un robot diferencial (Cálculo de velocidades con los encoders, dirección del micromouse, avances lineales de las dos ruedas, etc.). Esto se puede ver reflejado, si el robot dentro de un algoritmo de movimiento cualquiera, decide parar ante el obstáculo, desacelerando ambas ruedas a una cierta distancia cumpliendo con un perfil de velocidad.

Este informe recopila únicamente el diseño de PCB propuesto y la implementación de los dos sistemas sensoriales y su efecto en variables de movimiento del robot, con el objeto de implementar un algoritmo de solución de laberinto típico con estos sistemas trabajando en conjunto.

## 2. Diseño de PCB

Usando los módulos programados anteriormente, para los cuatro módulos IR, dos de los

motores DC y demás módulos agregados: como conexión a módulo wifi para telemetría, circuito de sonido y de leds; para indicar estados de movimiento, conexión ADC para medición de tensión de batería en tiempo real desde el microcontrolador, circuitos de potencia y botón pulsador para controlar estados del robot. La Figura 2, muestra el diagrama general del circuito del robot

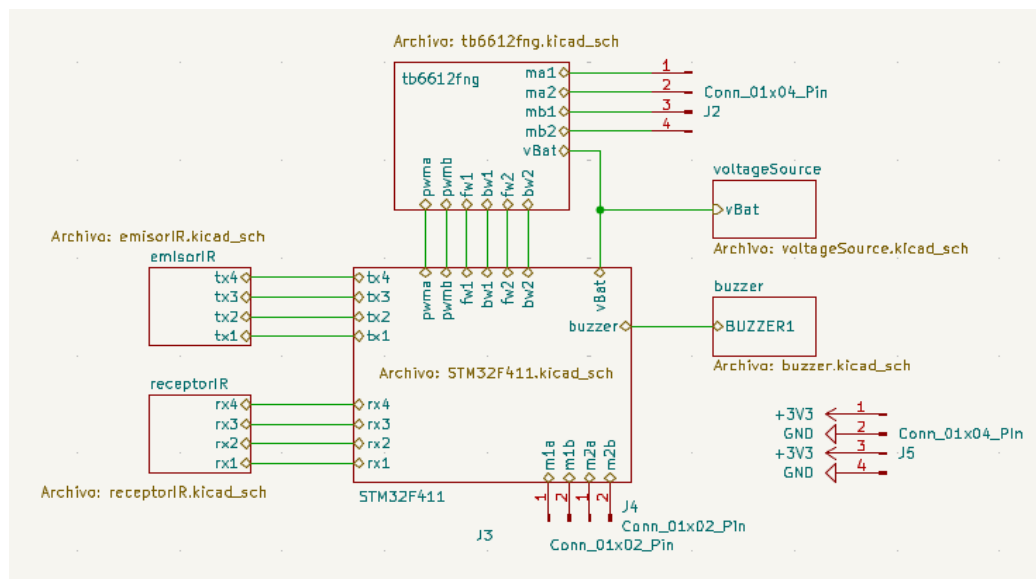
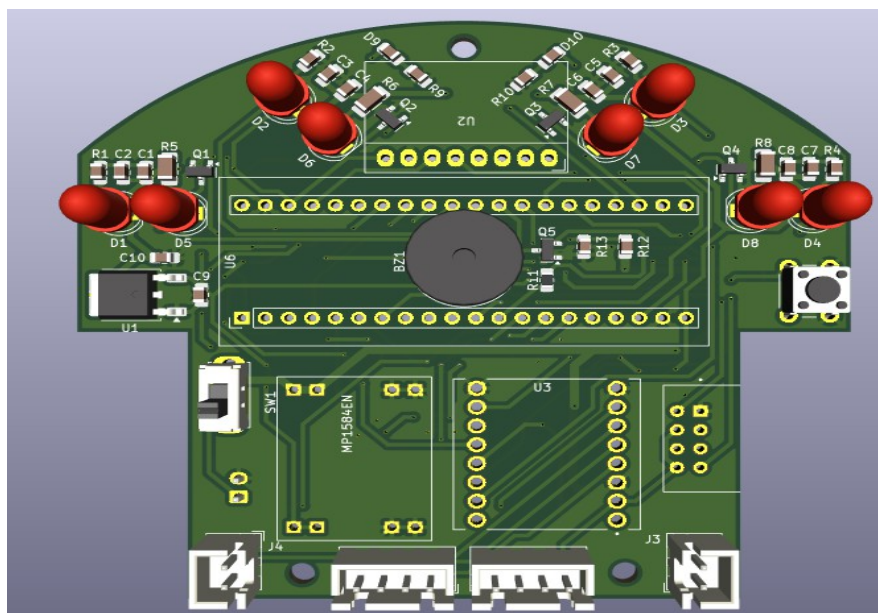


Figura 2. Diagrama general PCB



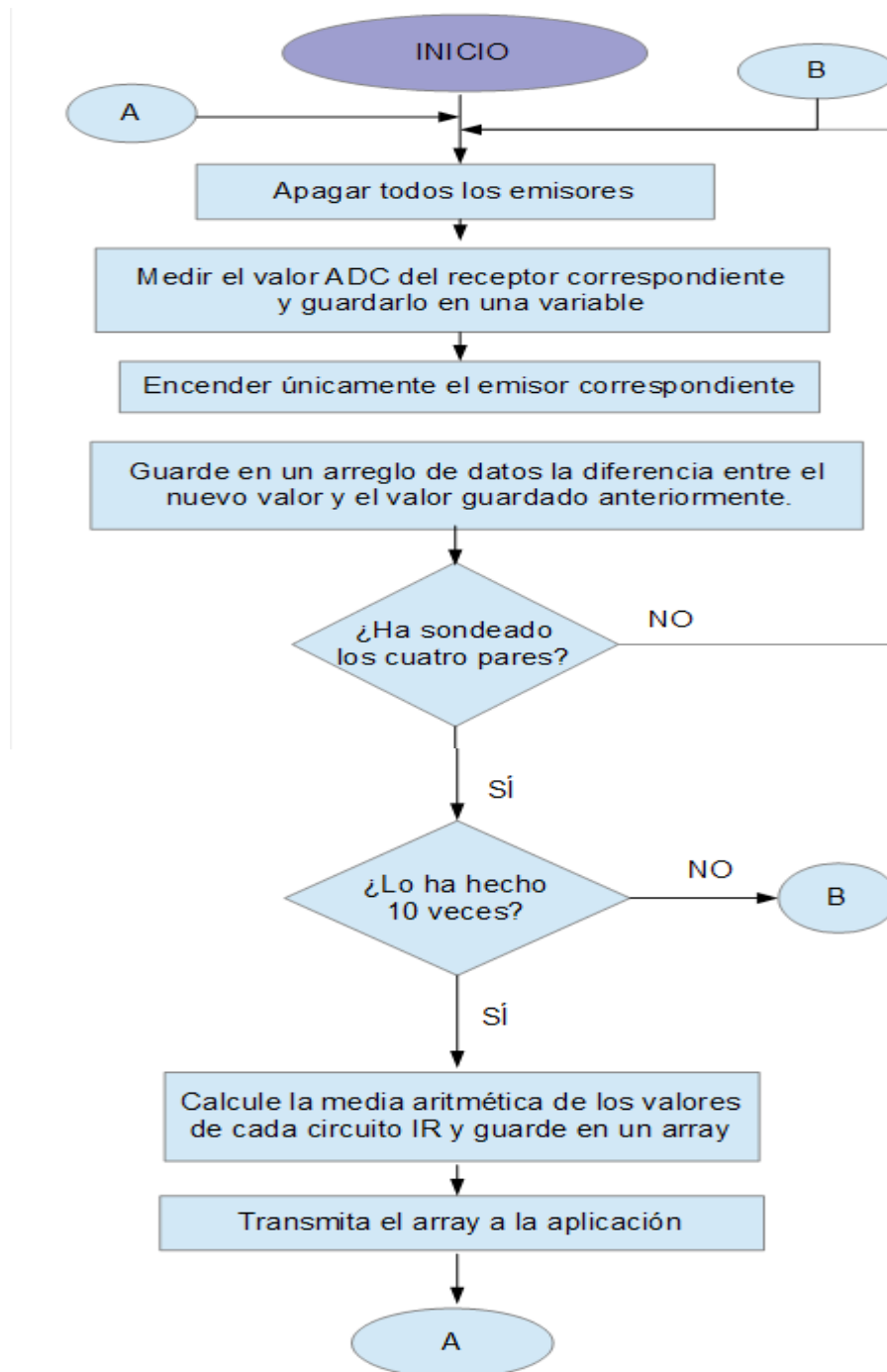
### 3. Programación

#### 3.1. Programación sistema de medición IR

Como se ha mencionado anteriormente, se propone un sistema de medición basado en el funcionamiento del fotodiodo, que otorga una respuesta eléctrica al recibir una parte de luz infrarroja, que es emitida por una fuente cercana a éste, la cual ha rebotado en una superficie. Este módulo irá interconectado con otros cuatro formando el sistema de medición que cumple con los requerimientos.

Desde el inicio, el procesador en un cierto tiempo debe sondear los cuatro módulos de medición, esto es recolectando el valor codificado de los canales del módulo ADC, que están conectados al módulo GPIO; con este valor, el procesador estará decodificándolo a la distancia en cuestión, a través de una relación experimental ADC vs Distancia.

El siguiente flujograma de manera general las instrucciones que debe ejecutar el procesador en función de las salidas de los módulos al que este se encuentra interconectado, y las acciones que debe hacer sobre el GPIO.



En la aplicación, se pudo visualizar los valores de ADC por cada valor de distancia en el

proceso de calibración de los sensores. A continuación se muestran las gráficas experimentales obtenidas para los dos sensores frontales del robot:

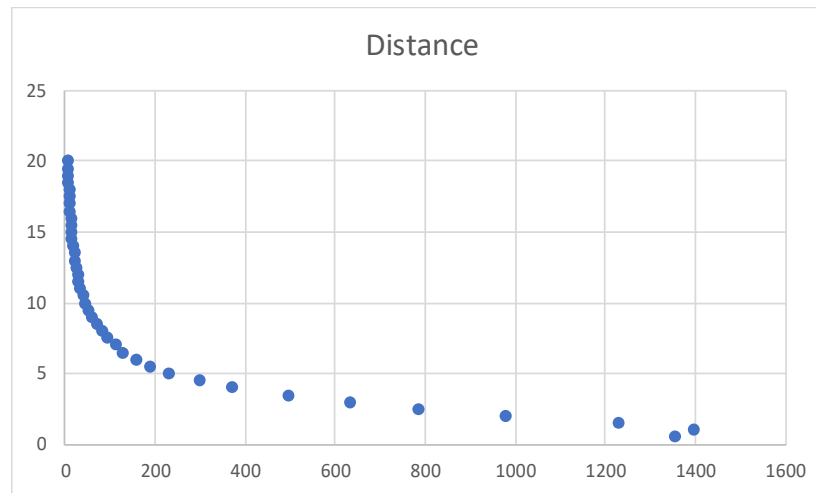


Figura 3. ADC vs Distancia, sensor frontal #01

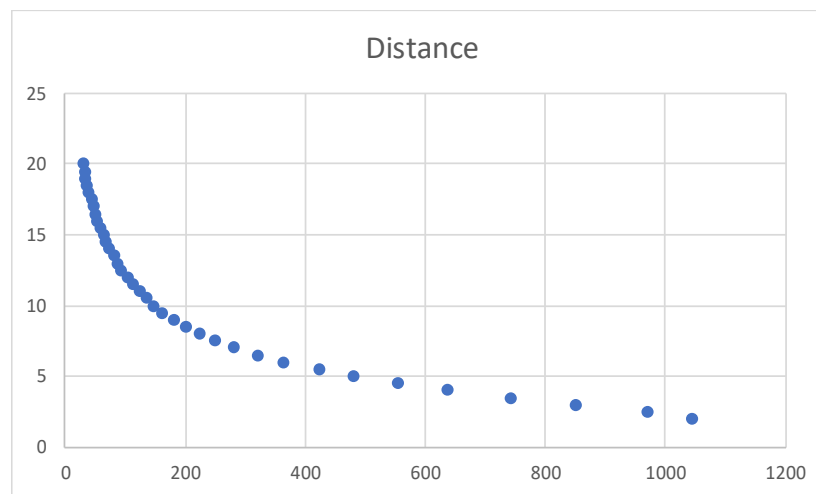


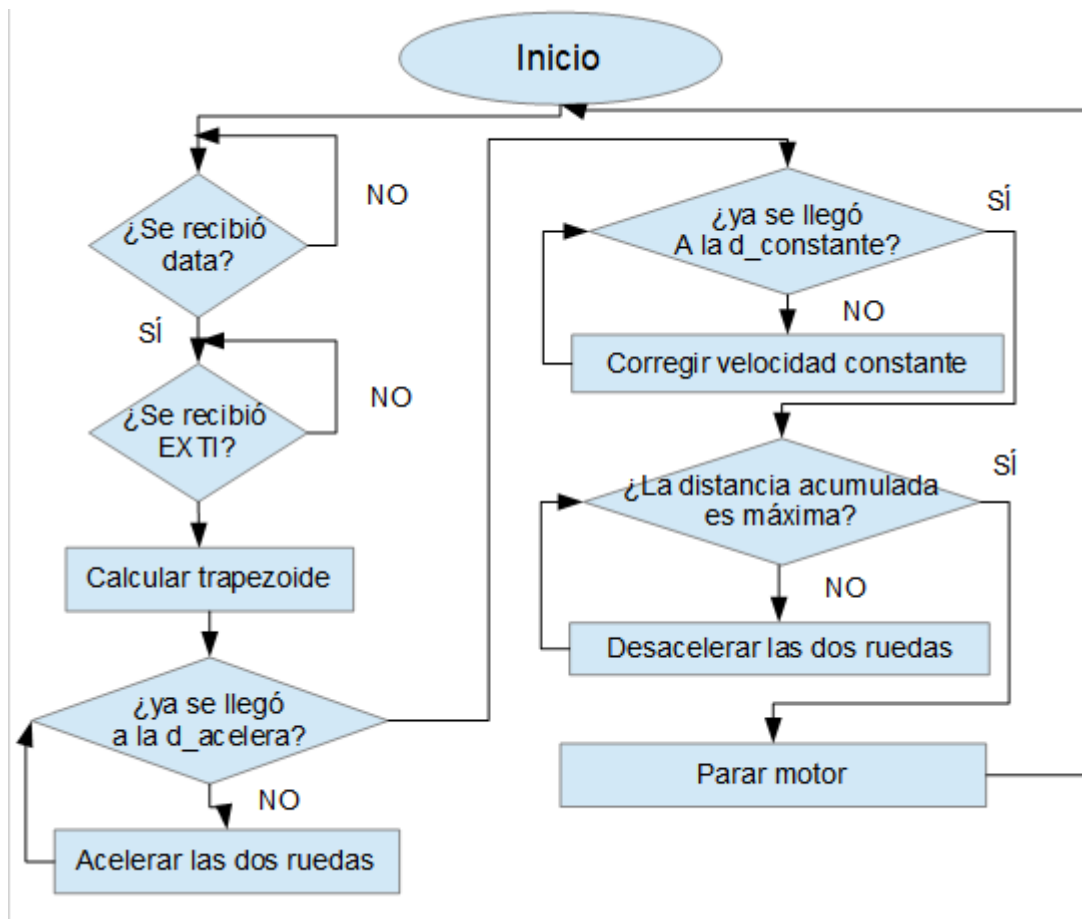
Figura 4. ADC vs Distancia, sensor frontal #02

Para el proceso de decodificación ADC a distancia, se cargan los valores de ADC obtenidos de acercar un obstáculo de prueba de 20 mm a 0.5 mm en pasos de 0.5 mm, y se ejecuta un proceso de interpolación lineal entre puntos de las curvas generadas, llegando así a la distancia aproximada a la hora que el robot trabaje.

En la implementación se calculan las cuatro distancias medidas por cada par de sensores y se guardan en un conjunto de datos. Como se puede observar, el valor de ADC disminuye (tiende a 0) si la distancia del obstáculo es 200mm, para casos como este, en la decodificación se devuelve por defecto 200 mm, hasta que se detecte un obstáculo a menor distancia.

### 3.2 Movimiento lineal y angular micromouse

A partir del controlador Feed-Forward obtenido anteriormente, se desea implementar movimientos lineales y angulares para el microrratón cumpliendo con un perfil de velocidad trapezoidal, se propone la implementación de las siguientes instrucciones, la data corresponde a los parámetros de movimiento esperados (velocidad máxima, aceleración y distancia a recorrer):



Para crear estas funciones se hace uso de las desarrolladas anteriormente para el motor DC. En el cálculo de trapezoide se calculan las distancias que debe recorrer cuando la velocidad es fija, y en los eventos de aceleración y desaceleración, que es la misma en ambos casos.

$$d_{aceleración} = \frac{v_{máx}^2}{2a}$$

$$d_{constante} = (d_{deseada} - 2 \cdot d_{aceleración})$$

Análogamente, se puede hacer esto para desplazamientos angulares, comparando los valores ideales con los medidos en la función de odometría actualizada cada 10ms. El giro se logra con el mismo perfil de velocidad, con la diferencia de que éstas son opuestas en sentido.

## 4. Resultados de pruebas y conclusiones

### 4.1. Medición de distancia por IR

Debido a los cambios que se pueden producir en el ambiente, se optó por muestrear cuatro veces el ciclo de medición normal de los valores de ADC, calculando finalmente los promedios de cada muestra, que se usarán para calcular las distancias aproximadas.

Algunos sensores experimentan máximos en valores de ADC dentro del rango de medición de distancias (normalmente entre 3 a 1.5 mm), por ello se estipuló que las medidas confiables de

medición de distancia es después de 3 mm del robot.

## **4.2 Movimientos lineales y angulares**

Dentro del perfil trapezoidal, se experimentaron cambios bruscos de velocidad en los estados de aceleración, lo cual puede ser solucionado con la alimentación en tiempo real del valor de tensión de batería a los controladores feedforward, contenidos en las funciones de movimiento.

Necesidad de implementar un mecanismo de telemetría, que permita observar el comportamiento de velocidad desde una aplicación de computador. Esto con el fin de modificar el sistema de control implementado para corregir velocidad.

Identificar velocidad lineal mínima para mejorar la respuesta de aceleración del micromouse con las funciones de movimiento.