



# Construcción de multiagentes especializados para la búsqueda de un objetivo común basados en sistemas swarm robotics

Autor: Bryan Reyes

Tutor: Ing. Santiago Gómez

# Introducción

- El comportamiento de enjambre es una forma de cooperación entre individuos de una colmena o colonia que permite la obtención de recursos importantes para su supervivencia y mejora su adaptación al medio.
- Un ejemplo, es el método utilizado por las hormigas o abejas que el obtener alimento, resulta vital para el desarrollo y protección de su colmena, estableciéndose como base fundamental la división de tareas entre sus individuos.



# Introducción

- El emular este tipo de comportamiento de forma electrónica permite el uso individual de agentes robóticos preparados para una función puntual que componen un sistema global o más complejo, lo que resulta beneficioso ya que permite tener un mayor ahorro de energía a menor costo por agente especialista, al evitar el uso de robots innecesarios para realizar un trabajo específico.

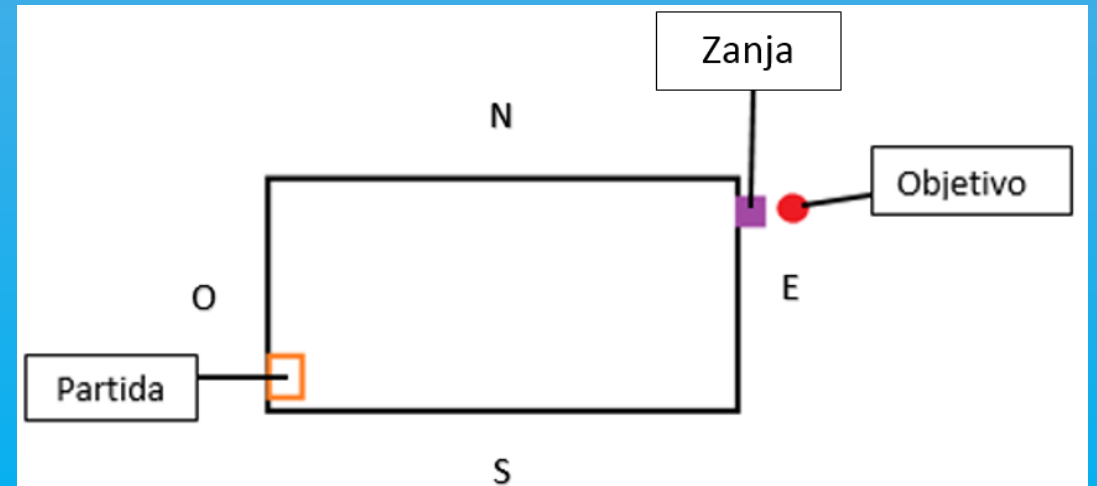
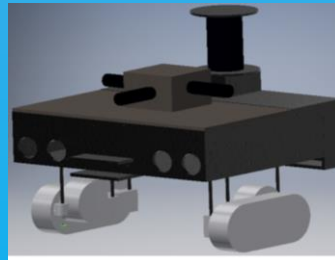
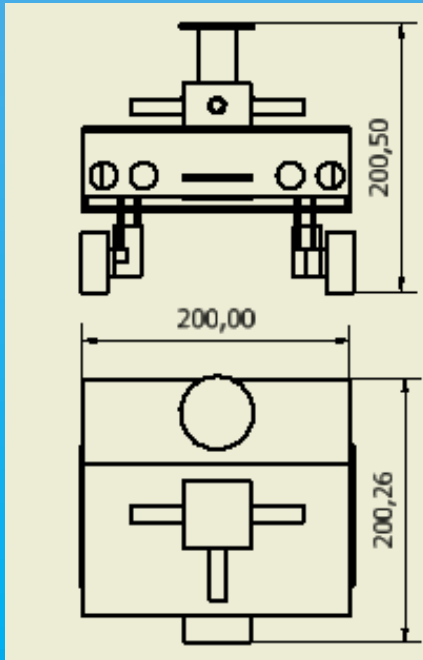


# Objetivo

- El propósito de esta tesis es desarrollar un algoritmo aplicable a una plataforma robótica con características de tipo explorador, que cumple funciones de búsqueda por objetivo en un ambiente controlado, mediante el uso de instrucciones ordenadas en lenguaje C interpretable por el microcontrolador ATmega 2560 de la empresa Arduino, para realizar un reconocimiento ordenado y ubicación de obstáculos deprimidos en un entorno controlado.

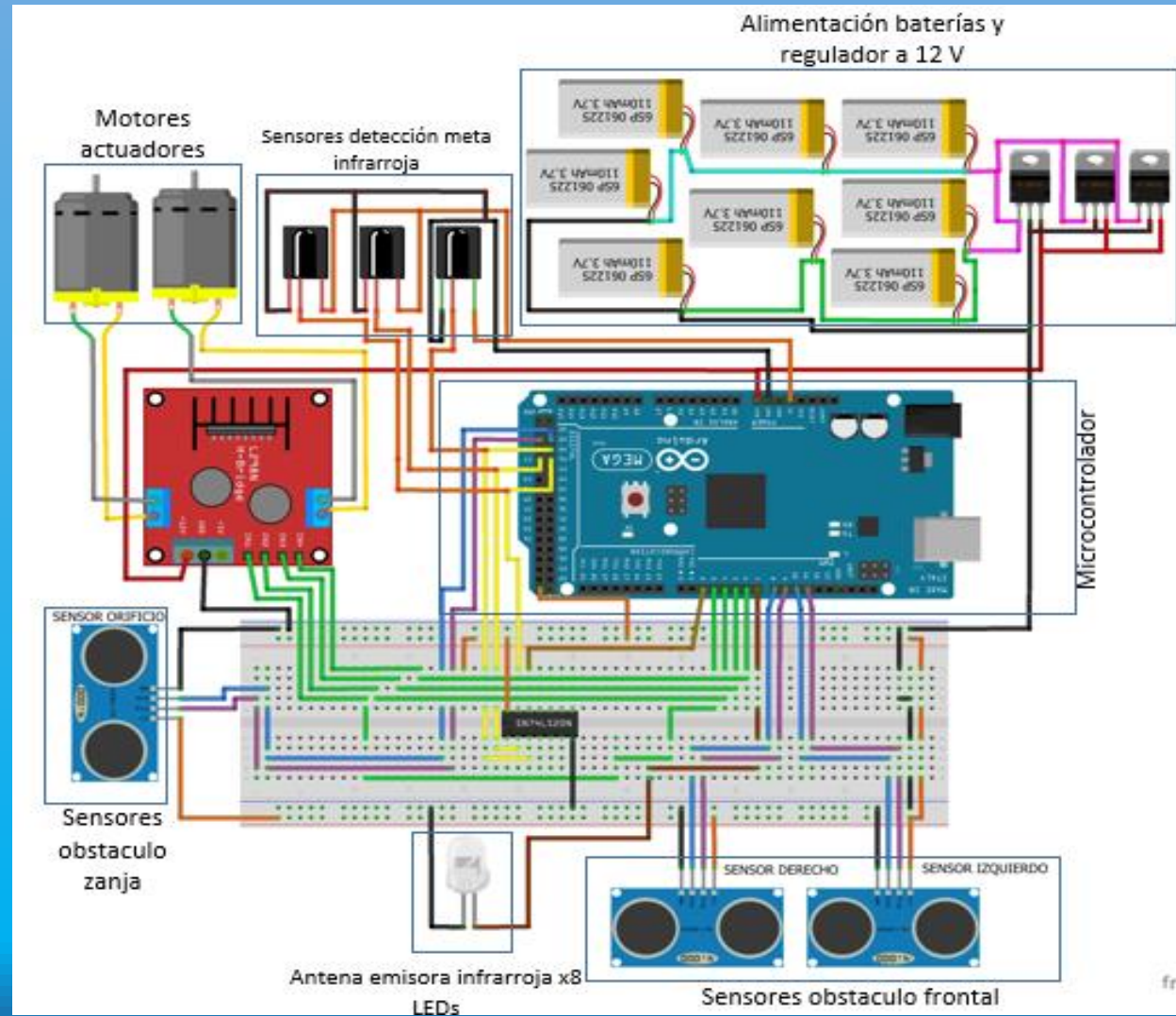
# Método

- Para el desarrollo del presente proyecto se realizó tres implementaciones que determinan si el algoritmo desarrollado es funcional, estas son:
  - Diseño mecánico de explorador y ambiente controlado



# Método

- Diseño electrónico de explorador y objetivo.

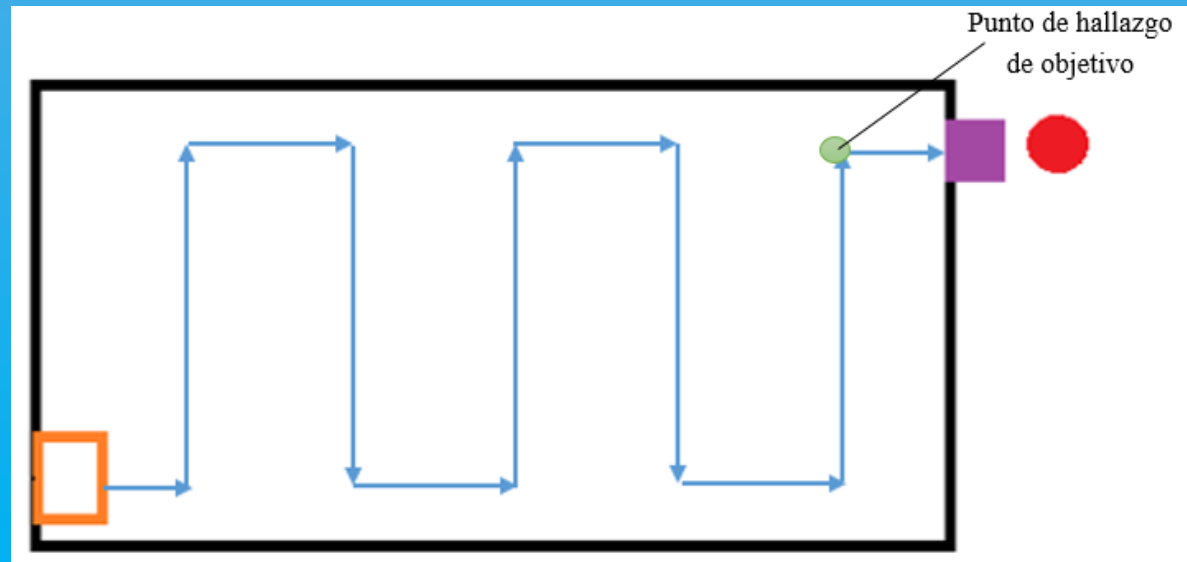


## Características Eléctricas

- 12 [V]
- 0,99 [A]
- 12 [W]

# Método

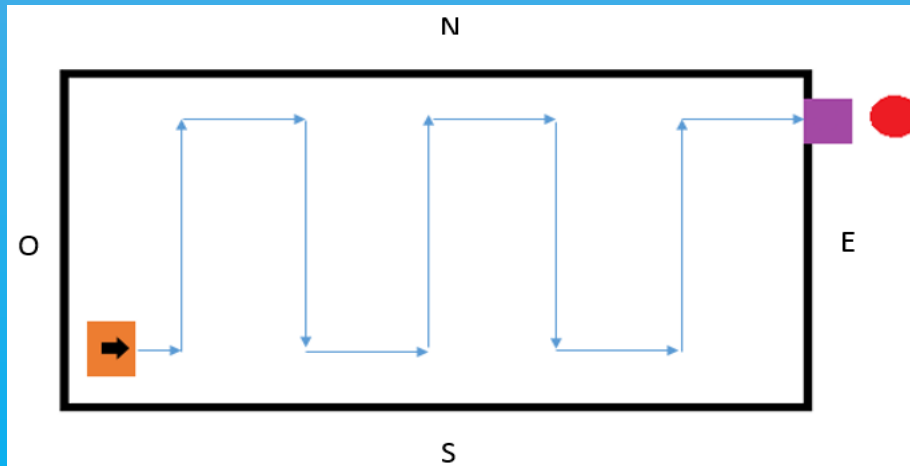
- Diseño del algoritmo de control:
- El explorador debe realizar un barrido de forma exhaustiva hasta hallar el objetivo propuesto, como se muestra en la figura:



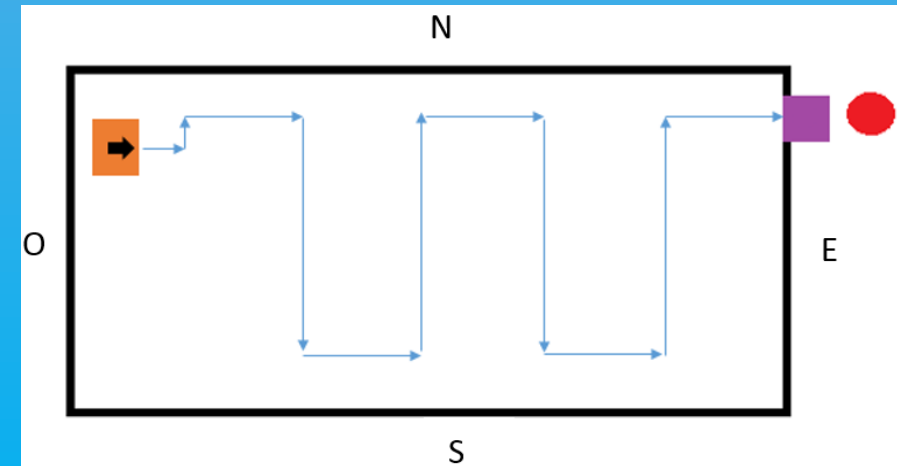
# Método

- Para realizar las pruebas se colocó al buscador en distintos puntos de partida como se muestra a continuación:

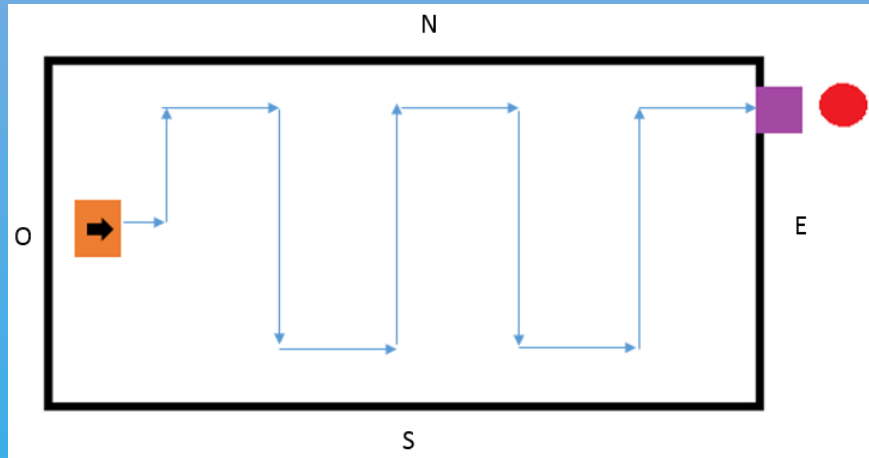
Ubicación inicial 1



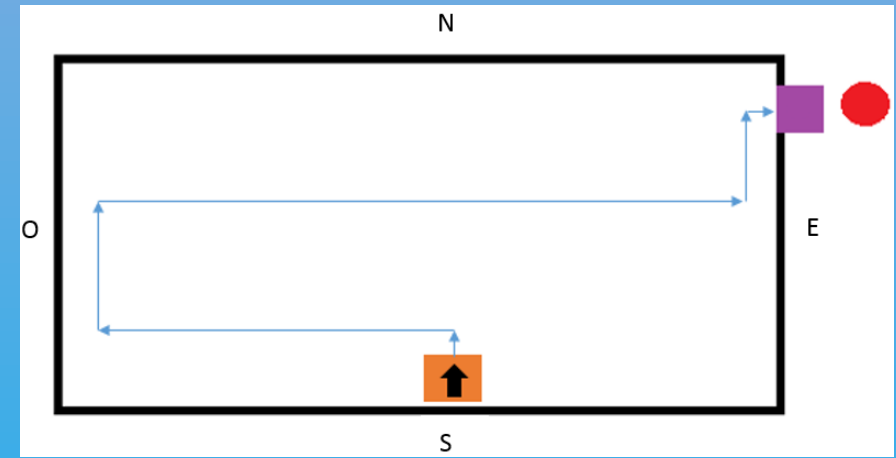
Ubicación inicial 2



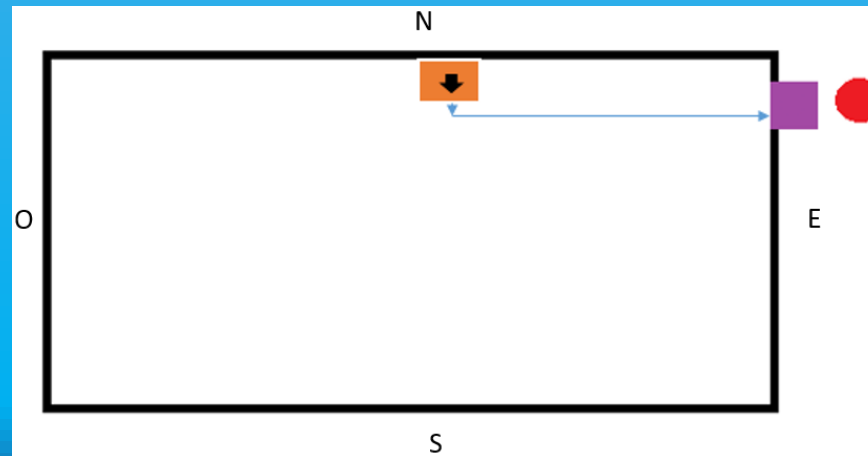
# Método



Ubicación inicial 3



Ubicación inicial 4

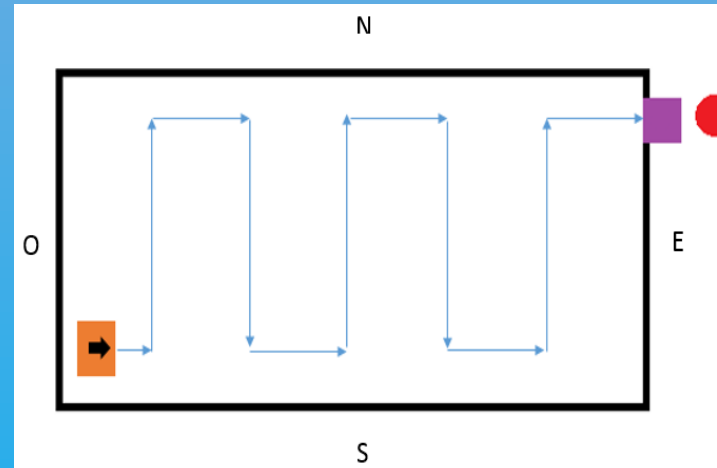
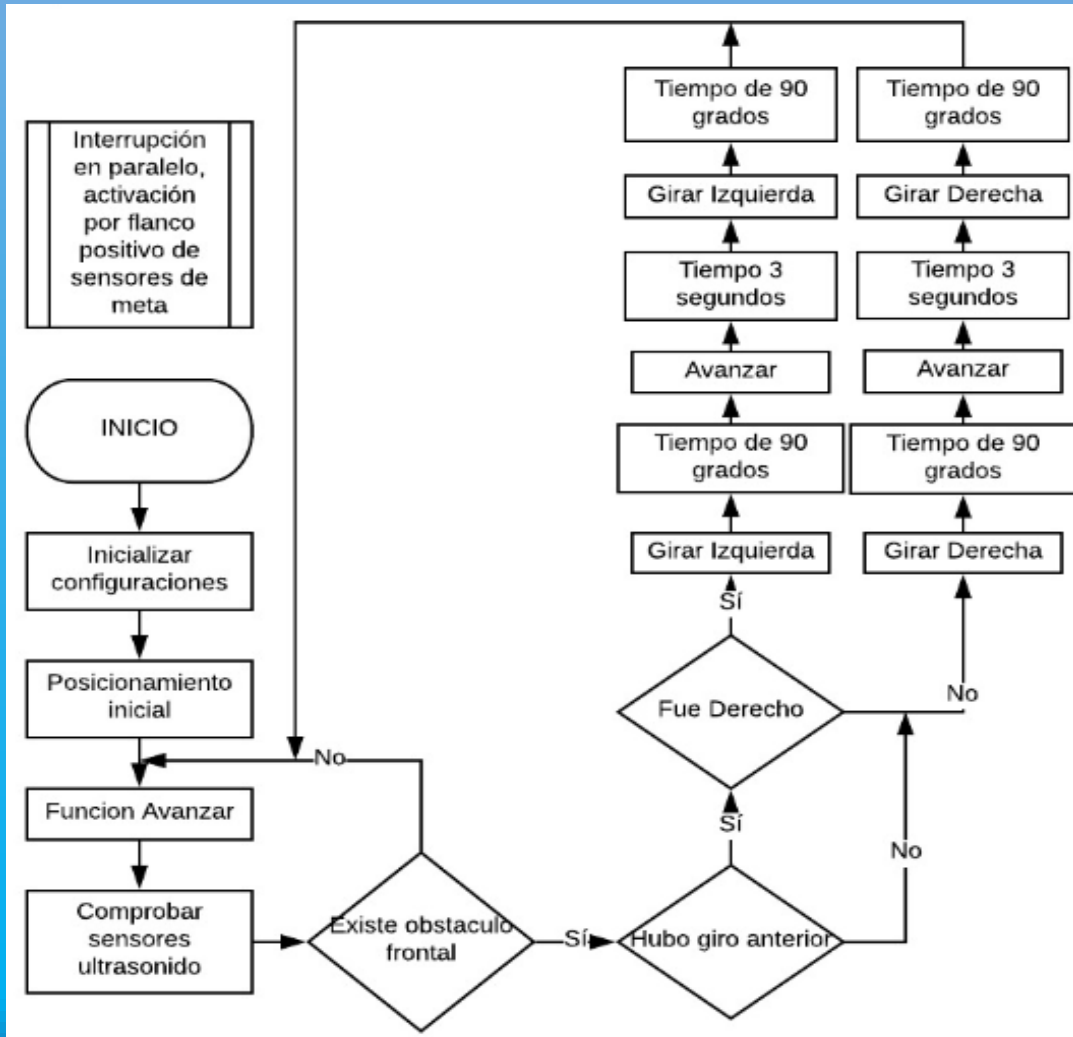


Ubicación inicial 5

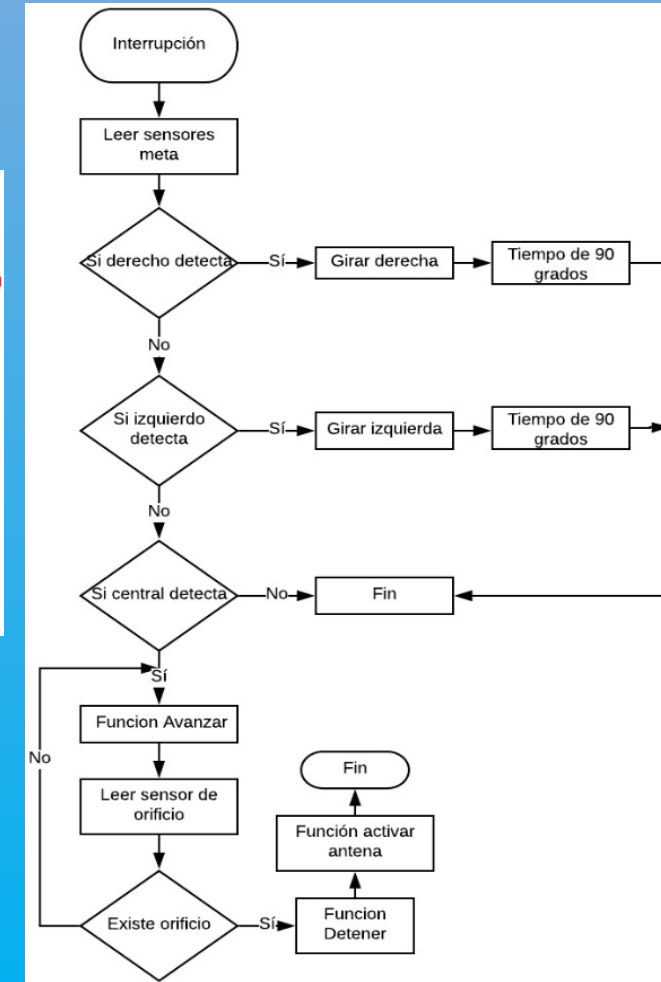
# Método

- El agente está controlado por algoritmos de función principal y de interrupción para detección de la meta.

## Función principal

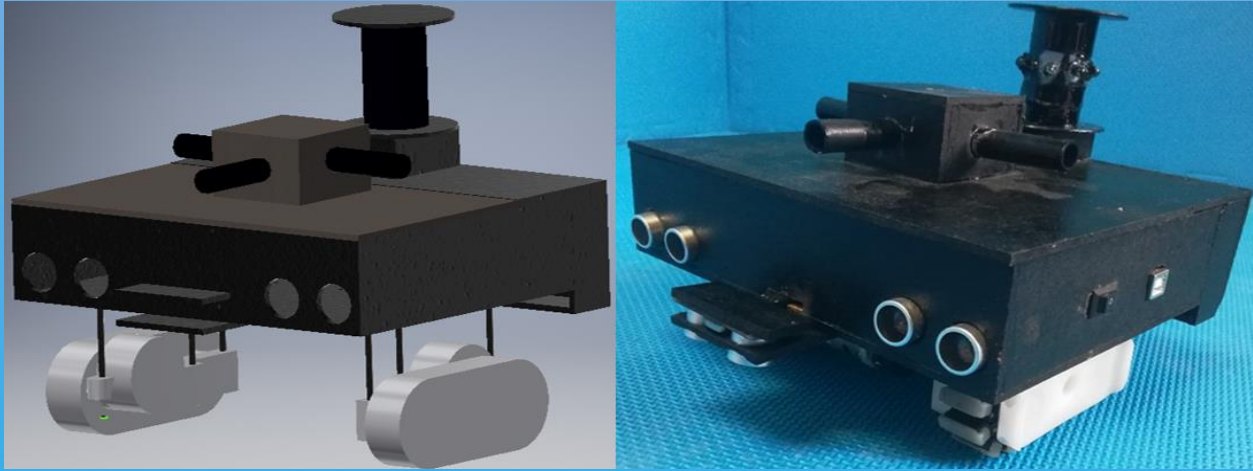


## Función interrupción



# Resultados

Agente explorador



Ambiente controlado



Panel objetivo de diodos infrarrojos



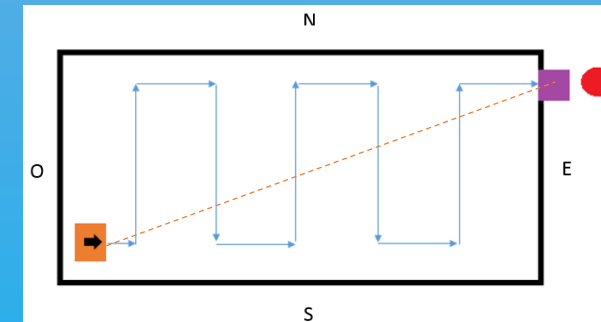
# Resultados:

Tiempos promedio de exploración por prueba y distancia directa objetivo-meta

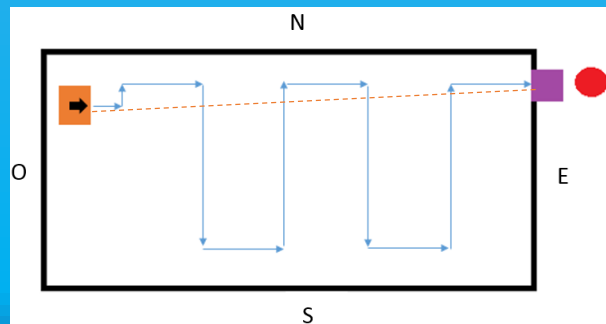
| Ubicación inicial | Promedio tiempo experimental en [s] | Distancia aproximada del recorrido por barrido en [m]. | Distancia línea recta partida-objetivo en [m] |
|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1                 | 107,33                              | 9,44                                                   | 3,2                                           |
| 2                 | 90,33                               | 7,74                                                   | 3,09                                          |
| 3                 | 97,66                               | 8,59                                                   | 3,01                                          |
| 4                 | 73,25                               | 5,3                                                    | 1,95                                          |
| 5                 | 28,6                                | 2,1                                                    | 1,68                                          |

Nota: tiempos promedio obtenidos de pruebas en tabla 5.

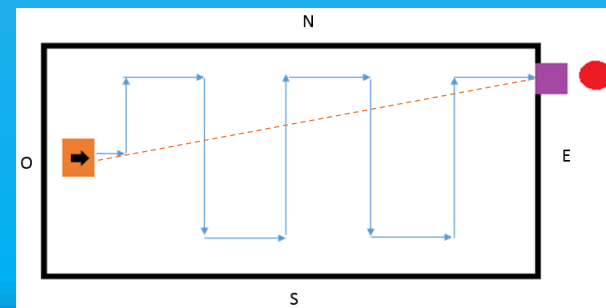
Ubicación inicial 1



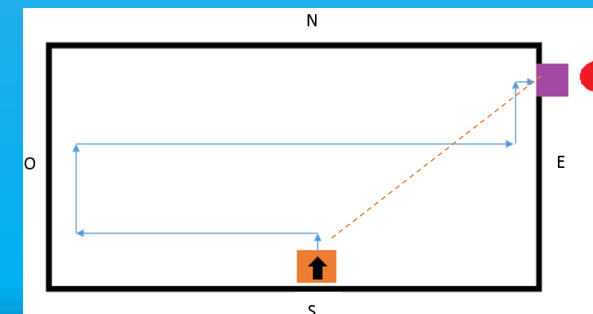
Ubicación inicial 2



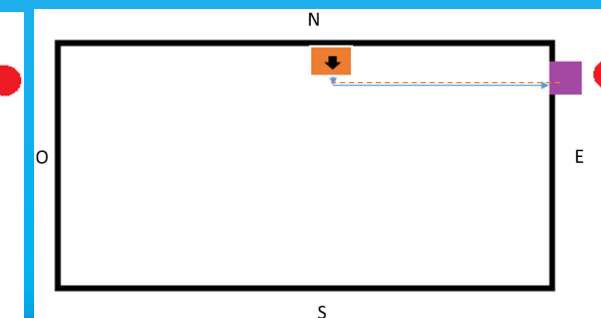
Ubicación inicial 3



Ubicación inicial 4



Ubicación inicial 5



# Discusión de resultados:

Factor de tiempo de barrido.

| Ubicación inicial | Tiempo promedio de barrido en [s] | Distancia recorrida en barrido en [m] | Numero de giros | Porcentaje de éxito | Distancia recorrida línea recta en [m] | Factor de tiempo de barrido en [s/m] |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
| 1                 | 107,33                            | 9,44                                  | 7               | 60                  | 3,2                                    | 33,54                                |
| 2                 | 90,33                             | 7,74                                  | 7               | 60                  | 3,09                                   | 29,23                                |
| 3                 | 97,66                             | 8,59                                  | 7               | 60                  | 3,01                                   | 32,45                                |
| 4                 | 73,25                             | 5,3                                   | 4               | 80                  | 1,95                                   | 37,56                                |
| 5                 | 28,6                              | 2,1                                   | 1               | 100                 | 1,68                                   | 17,02                                |
| Promedio          |                                   |                                       |                 |                     |                                        | 33                                   |

Nota: El factor tiempo de barrido es la relación de tiempo de barrido para llegar a un objetivo, que en línea recta tomaría menor tiempo.

# Discusión de resultados.

- Factores de Falla
  - Velocidad diferente entre motores
  - Arranque brusco
  - Vibración durante las pruebas
  - Partida no direccionada hacia el objetivo



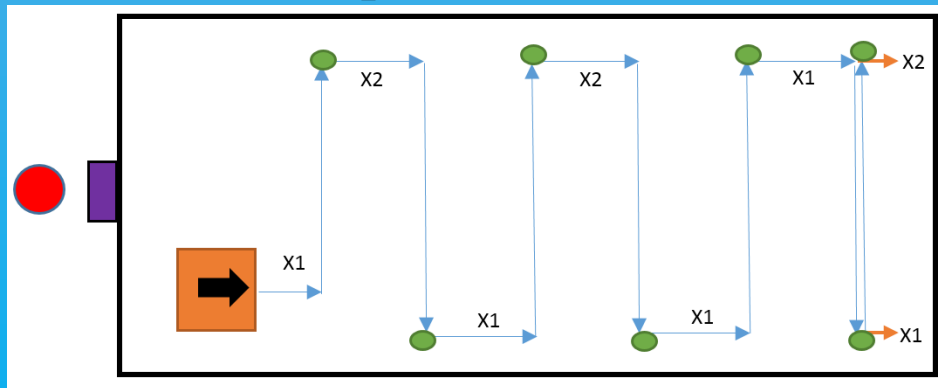
# Conclusiones y Recomendaciones

- El proyecto desarrollado, es un avance en exploración utilizando sistemas de enjambre, este trabajo es un primer acercamiento a este tipo de proyectos, y presenta un modelo básico de un explorador que puede desenvolverse en un ambiente controlado, realiza un barrido ordenado sujeto a fallas, que para futuros trabajos pueden ser corregidas y controladas.
- El consumo energético del buscador es de 0,99 [A] a 12 [V], por lo que considerando el tiempo de descarga de las baterías calculado de 4,9 [h] x2, el explorador tiene una autonomía capaz de realizar el barrido de búsqueda 329 veces en un área de  $6[m^2]$ .
- Se cumple el objetivo propuesto de un explorador capaz de realizar el reconocimiento por medio de barrido exhaustivo, con un tiempo de barrido proporcional al factor de tiempo de 33 [s/m] y la distancia entre el explorador y la meta en línea recta.

# Conclusiones y Recomendaciones

El mantener una velocidad igual entre ambos motores es un factor importante para lograr desplazamientos rectos y giros perpendiculares precisos en  $90^\circ$ , es por esto que, se requiere implementar un control de **velocidad** con sensores (encoder), giroscopio, brújula, acelerómetro o sistemas de ubicación como GPS local.

Se propone en proyectos posteriores la implementación de más buscadores que interactúen entre sí al mismo tiempo en distintos ambientes y otros agentes especializados en distintas áreas de exploración, corrección de fallas, transporte de recursos, entre otros.



- Cuando  $X1 = X2 = 0$ , cambiar el sentido de exploración.

Ubicación inicial no funcional para algoritmo propuesto

**GRACIAS POR SU ATENCION**