



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA MÓVIL TODO TERRENO PARA SISTEMA DE SEGURIDAD POR RUTAS DE PATRULLAJE PRE-PROGRAMADAS AUTOMÁTICO Y TELEOPERADO, UTILIZANDO UNA CÁMARA Y UN SENSOR DE BARRIDO PARA RECONOCIMIENTO DEL ÁREA.

AUTOR: ANALUISA GUALPA, MIGUEL ANGEL

DIRECTOR: ING. DARIO MENDOZA C.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseño e implementación de una plataforma móvil todoterreno para sistema de seguridad mediante la investigación de generación de trayectorias para rutas de patrullaje pre-programadas en espacios externos e internos con el uso de sensores para reconocimiento del entorno, en modo automático y teleoperado.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

OBJETIVOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar técnicas para la implementación de un sistema de suspensión independiente tracción 4x4 para su empleo en terreno irregular.
- Indagar técnicas para la detección de los obstáculos dentro del entorno mediante un sensor de barrido, utilizando trayectorias en rutas de patrullaje pre-programadas y una cámara de seguridad a tiempo real.
- Analizar la implementación de sistemas de control de la plataforma móvil todo terreno mediante el método de Odometría en lugares externos e internos.
- Realizar pruebas de funcionamiento del sistema completo, en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPEL

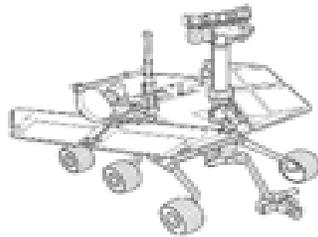




SISTEMA DE NAVEGACIÓN ROBÓTICA MÓVIL.

Se define navegación robótica como el procedimiento que permite guiar la trayectoria de un robot a través de un entorno.

Existen varios métodos, pero todos tienen el mismo objetivo que es llevar el vehículo a su destino de forma eficiente.



PERCEPCIÓN

Interpretar los datos que le suministra sus sensores para extracción de información útil.

LOCALIZACIÓN

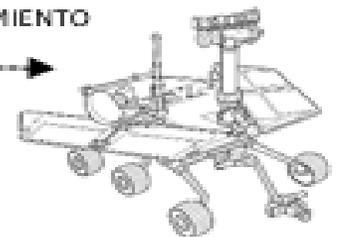
Determinar su posición en el entorno.

PLANIFICACIÓN

Decidir cómo actuar para alcanzar el objetivo.

CONTROL DE MOVIMIENTO

Gestionar sus actuadores para conseguir la trayectoria deseada.





PERCEPCIÓN.

El sistema de percepción robótica se establece a partir de sensores, permitiendo que se pueda adaptar su comportamiento en base a las variables que se produce en su entorno

Los sensores Propioceptivo

Un sensor propioceptivo es aquel que mide las variables internas del robot, se encuentran integrados en el sistema de control permitiendo cerrar lazos internos

Los sensores Esteroceptivos.

Los sensores Esteroceptivos mide las variables externas del robot que se generan en su entorno



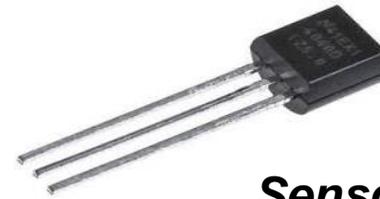
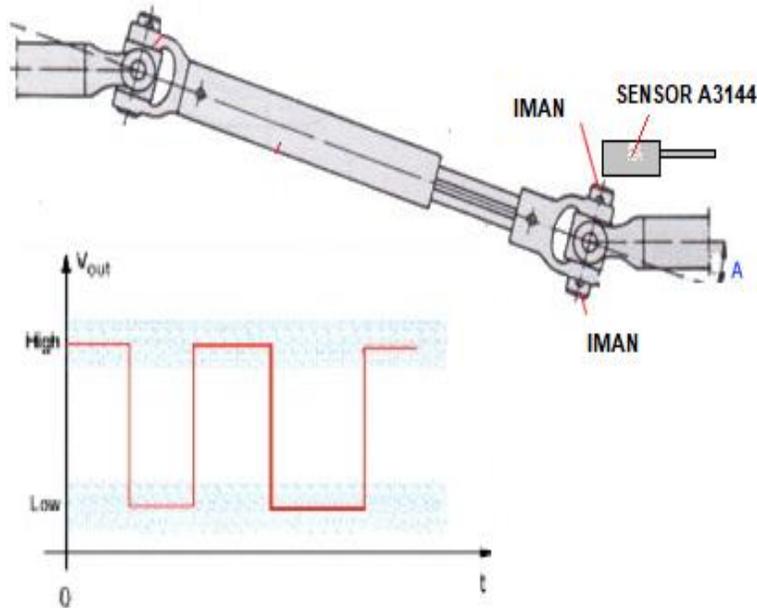


LOS SENSORES PROPIOCEPTIVO

El método de odometría utiliza la relación entre el giro de las ruedas y la distancia recorrida para determinar cambios en la posición en el transcurso del tiempo

La relación entre el árbol de trasmisión y la llanta es 3:1,

$$npulsos = \frac{distancia \times 6}{39}$$



Sensor de efecto hall A3144

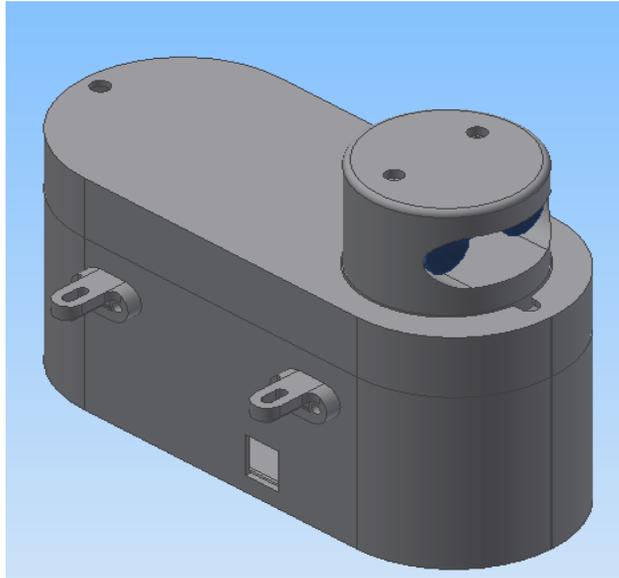




ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

SENSORES ESTEROCEPTIVOS

Sensor de barrido permite detectar obstáculos en una distancia de 1.50 m y en un rango de 360 grados sobre su mismo eje permitiendo enviar una señal de aviso al operador.





SENSORES ESTEROCEPTIVOS

COMPONENTE PARA GENERAR MOVIMIENTO



Parámetros	Datos
Angulo de paso	1,8 °
Temperatura de funcionamiento	80 °C
Voltaje operación	12V
	DC
Corriente bobinado	1,2 A
Torque	9.54 N.m
Pasos por revolución	200
Diámetro del eje	5 mm
Precio	\$ 16,00





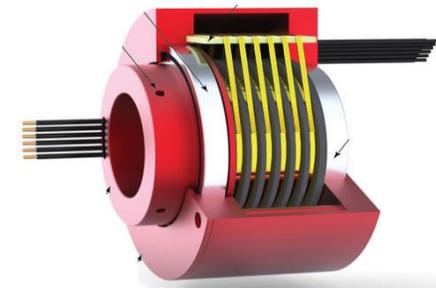
SENSORES ESTEROCEPTIVOS

COMPONENTE PARA EL CABLEADO



Parámetros	Datos
Voltaje	24DC
Corriente	2 A
Cables	6
Velocidad	300 Rpm
Precio	\$ 19,00

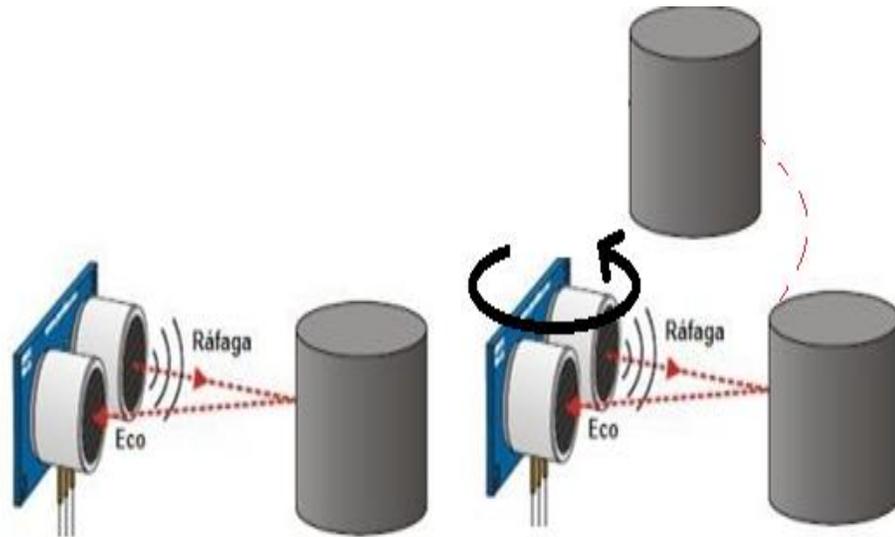
Para evitar problemas de cableado enredado o tener trabas por los cables, utilizando un anillo colector





SENSORES ESTEROCEPTIVOS

COMPONENTE PARA LA MEDICIÓN



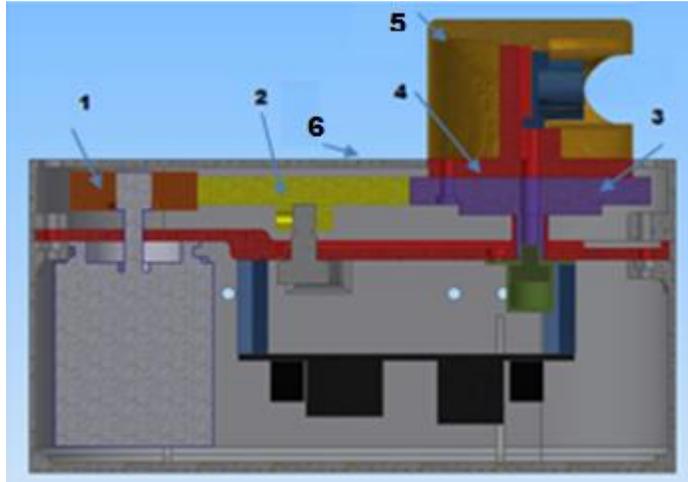
El HC-SR04 es un sensor ultrasónico utilizado para medir distancia, contiene la electrónica incorporada para medir distancia mediante el envío de pulsos de arranque y la medición de tiempo de retorno del pulso.





SENSORES ESTEREOCEPTIVOS

DISEÑO MECÁNICO DEL SENSOR DE BARRIDO



N	Descripción
1	Engrane motriz
2	Engrane conducido puente
3	Engrane conducido base del sensor
4	Soporte del sensor
5	Cabeza del sensor
6	Carcasa





DISEÑO MECÁNICO DEL SENSOR DE BARRIDO

Fabricado mediante impresión 3D bajo el método de modelado por deposición de hilo fundido (FDM) de plástico ABS para piezas del mecanismo expuesto a movimiento por presentar alta resistencia mecánica, al impacto y plástico PLA para piezas fijas debido a sus propiedades mecánicas y relativo bajo precio





SENSORES ESTEREOCEPTIVOS

DISEÑO MECÁNICO DEL SENSOR DE BARRIDO



Relación de engranes para la transmisión de movimiento es 2:1.

Estudio del desgaste

$$F_W = 8.068 N$$

$$F_t = 0.5163 N$$

$$F_t < F_W$$

factor de seguridad

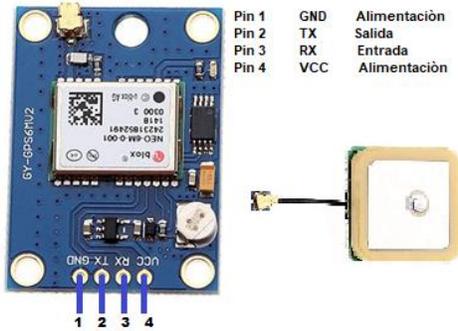
$$FS = 10.7$$





LOCALIZACIÓN

Por medio de la localización permite reconocer al robot su posición sobre la superficie de la tierra con la ayuda de sistemas de referencia explícitos como latitud y longitud.



módulo GPS Neo

El módulo GPS sigue protocolo de la asociación nacional de electrónica marina NMEA, la cual tiene la siguiente estructura:

Longitud: Grados 42. Minutos 21. Segundos 02.89

Latitud: Grados 07. Minutos 24. Segundos 52.10

$$minutos1 = \frac{minutos}{60}$$

$$segundos1 = \frac{segundos}{3600}$$

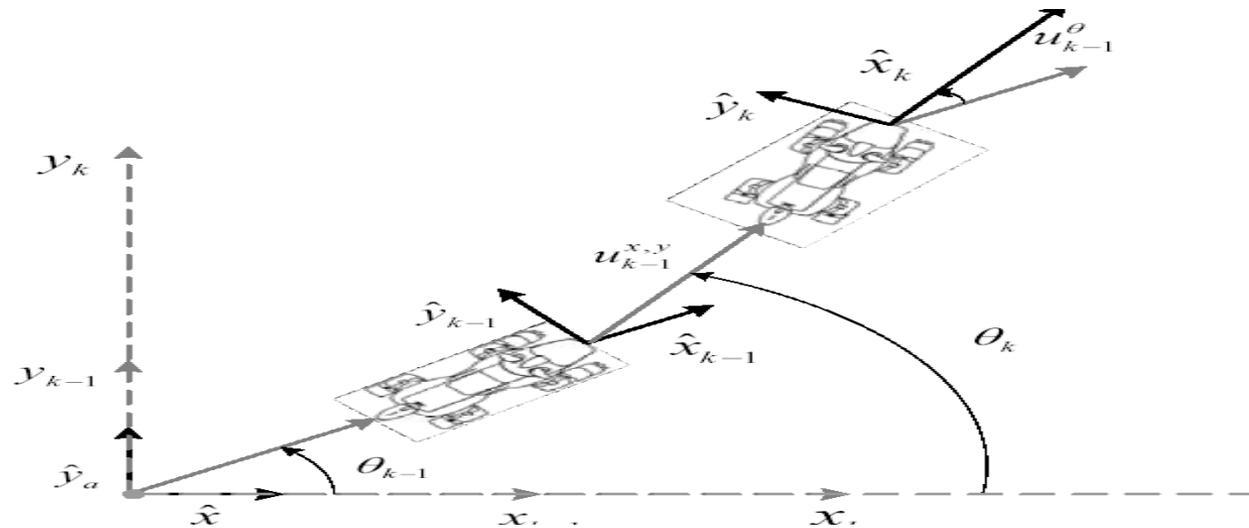
$$GD = Grados + Minutos1 + Segundos1$$





PLANIFICACIÓN DE TRAYECTORIA

La importancia de planificar una trayectoria se basa en la obtención de habilidades de control para poder obtener una trayectoria adecuada para el robot móvil.



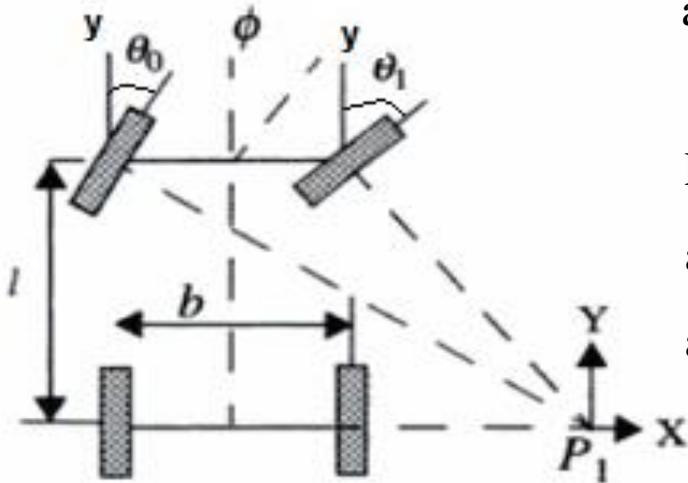


PLANIFICACIÓN DE TRAYECTORIA

Para la planificación de una trayectorias es fundamental obtener un modelo cinemático a la vez dinámico del robot móvil.

Locomoción Ackerman

El ángulo de giro de la rueda delantera interior es ligeramente superior a la rueda exterior ($\theta_1 > \theta_0$) para evitar el deslizamiento.



La geometría ackerman resuelve el trazado de la curva posibilitando que ambas ruedas realicen un giro con diferentes radios y velocidades, pero alrededor de un mismo punto P_1 .





PLANIFICACIÓN DE TRAYECTORIA

Locomoción Ackerman



Plataforma móvil hecho RTR

Para la construcción de la base del robot móvil se utilizaron uniones que fueron impresas por el método de modelado por deposición de hilo fundido (FDM) de plástico ABS por presentar alta resistencia mecánica, al impacto.

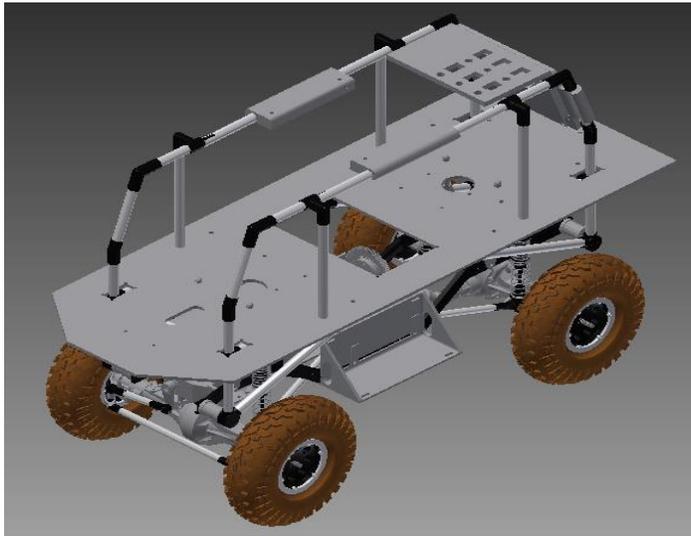
Se utilizaron tubos de aluminio por ser un material dúctil, ligero en un tercio del peso comparado con acero y el cobre, y por su resistencia a la corrosión.





PLANIFICACIÓN DE TRAYECTORIA

Locomoción Ackerman



Para la construcción de la base, se parte de análisis de estructuras trianguladas, el cual consiste en encontrar un diseño que se base en la unión de triángulos, y obtener una geometría indeformable

Para la construcción de la estructura se basa en la teoría de jaula de seguridad conocida como barras de seguridad sirve para proteger a los componentes en caso de un accidente. Esta teoría se basa en construir una estructura tipo C formando con la sumatoria de sus ángulos internos 360 grados.

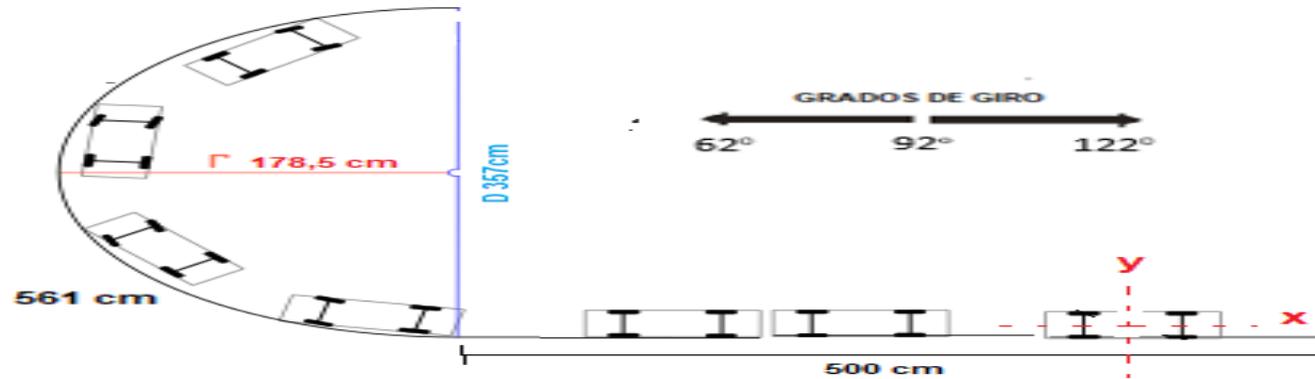




PLANIFICACIÓN DE TRAYECTORIA

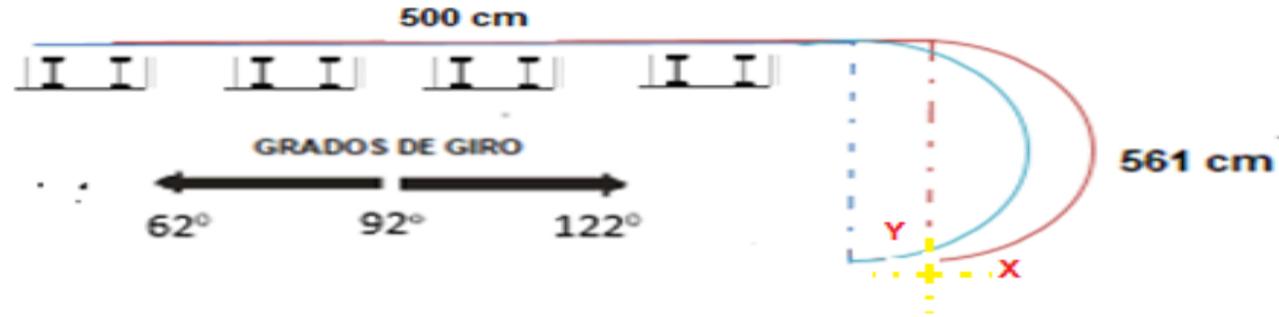
Locomoción Ackerman

El sistema locomoción ackerman me permite realizar trayectorias lineales y circulares





PLANIFICACIÓN DE TRAYECTORIA

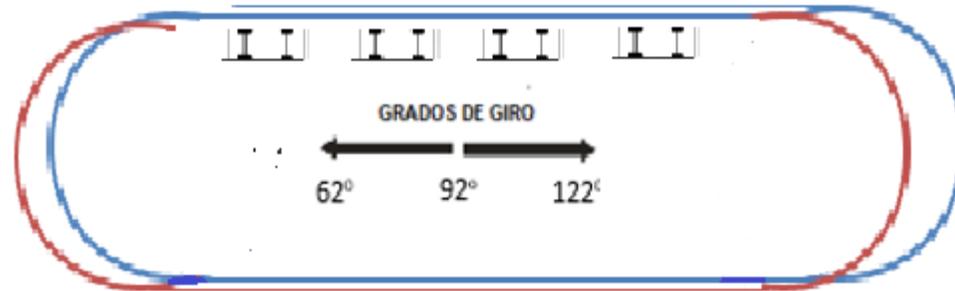


El problema generado por la trayectoria es el tiempo de frenado que se genera por la inercia de las llantas del robot





PLANIFICACIÓN DE TRAYECTORIA



Al realizar el análisis se puede observar que el error va aumentando por cada ruta debido que el error que se genera por odometría es acumulativo

La solución para poder corregir este problema es implementar un sistema de frenado directamente en la rueda, a pesar de haber disminuido error de frenado no es suficiente para tener un control preciso de la trayectoria.

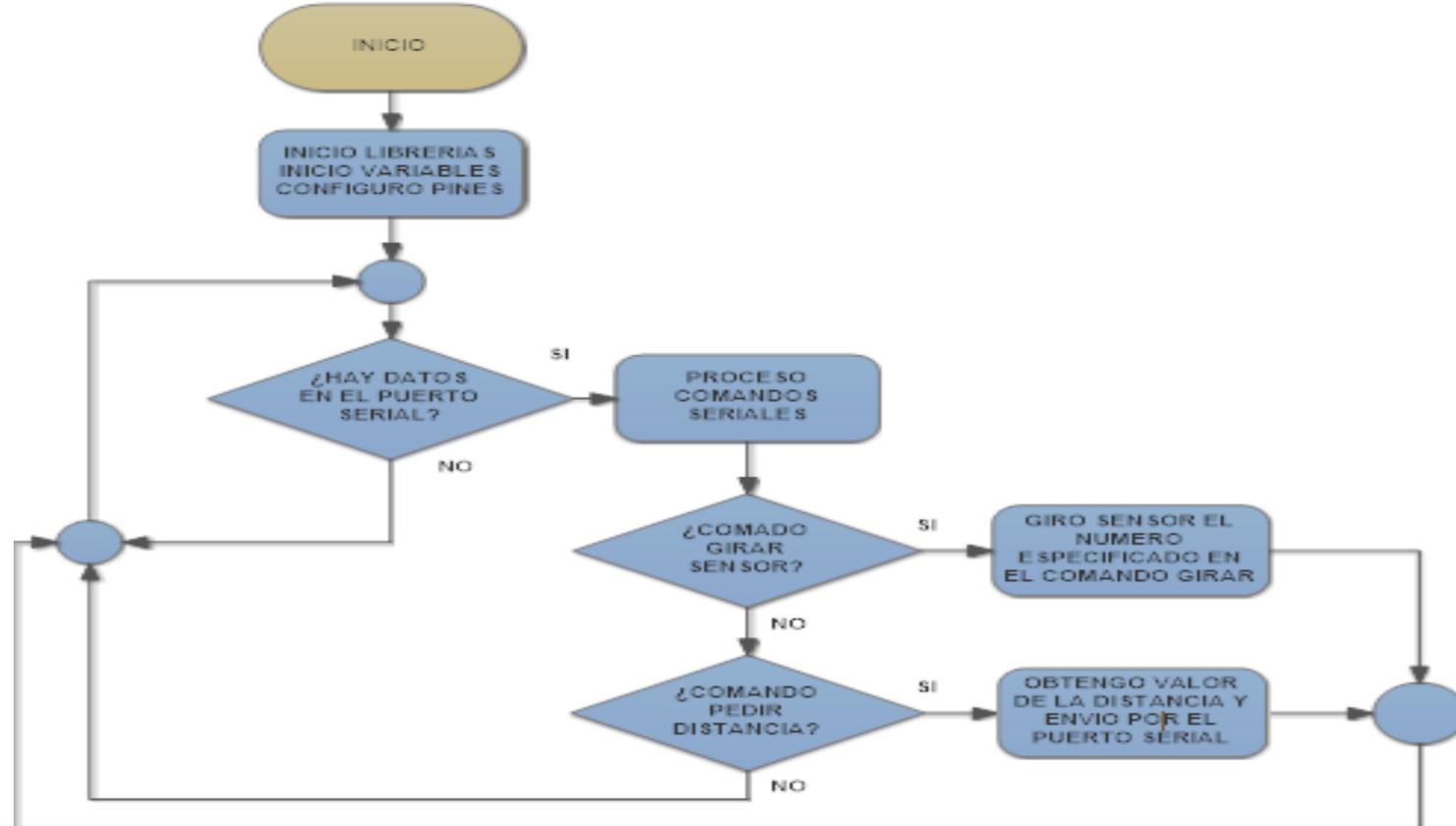




CONTROL DE MOVIMIENTO.

Cuando un robot logra reconocer su localización y determinar su trayectoria, se aplica acciones de control sobre sus articulaciones que le permitan generar las rutas predeterminadas

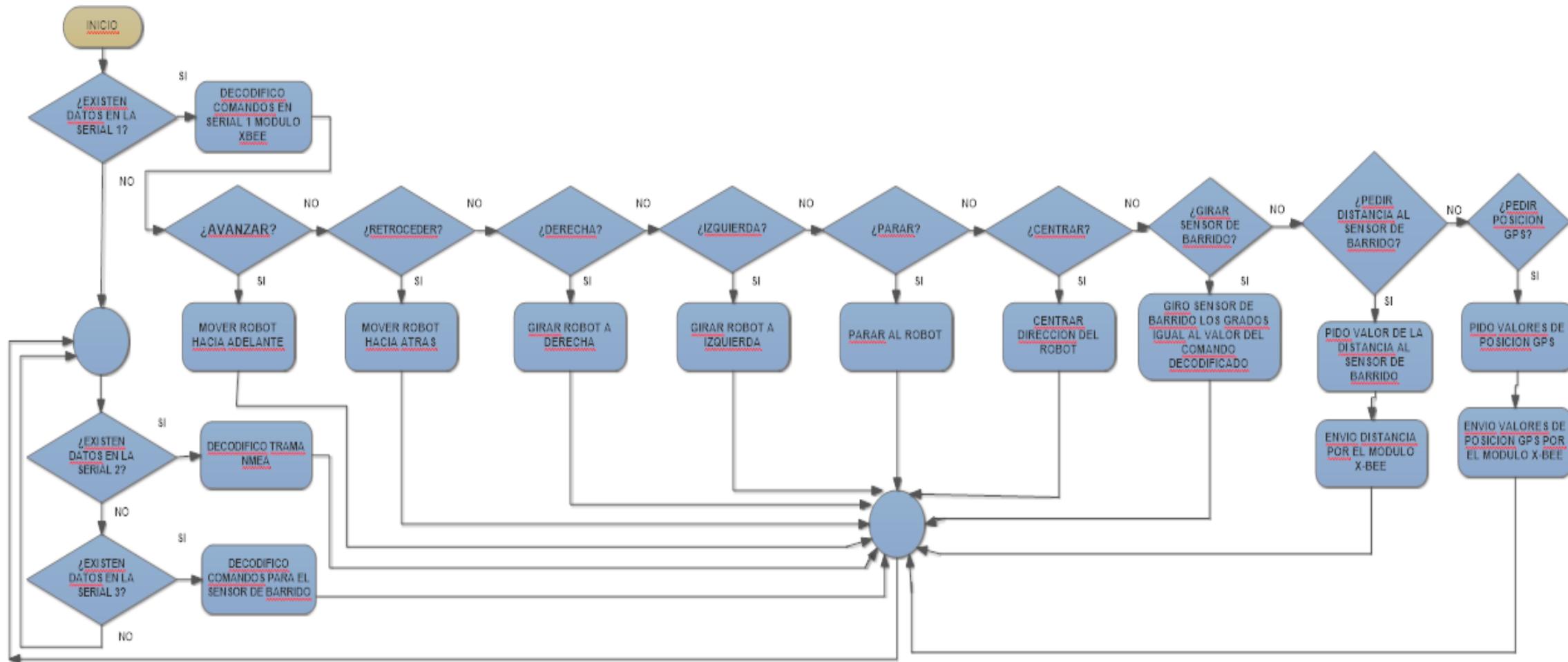
CONTROL DE MOVIMIENTO DEL SENSOR DE BARRIDO.





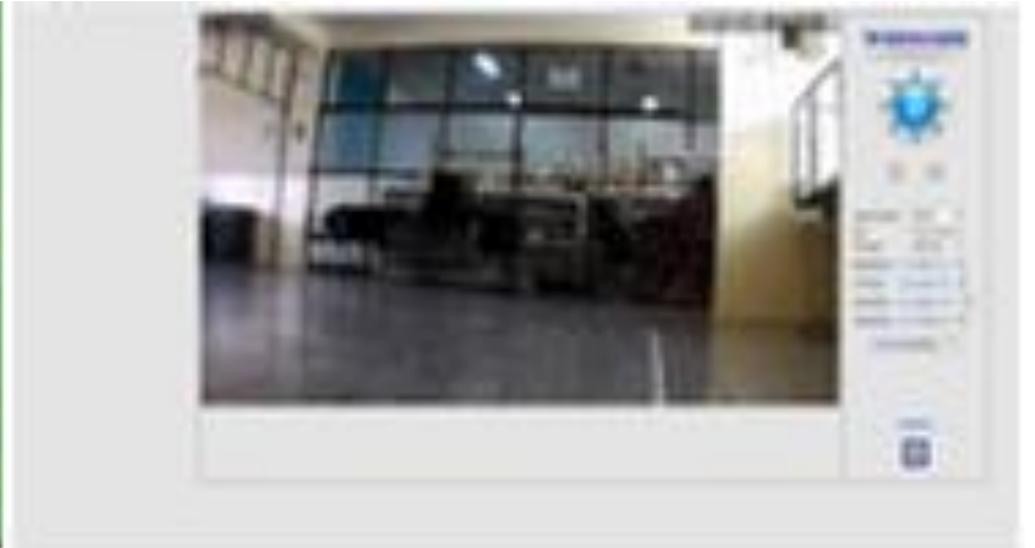
CONTROL DE MOVIMIENTO.

CONTROL DE MOVIMIENTO DEL ROBOT MOVIL





FUNCIONAMIENTO DE LA INTERFAZ HMI



La interfaz HMI fue creado por el entorno de programación Processing utilizado para organizar proyectos, el procesamiento no está basado en un idioma único, sino en un enfoque orientado al arte para ayudar a los usuarios aprender, enseñar y hacer cosas con código.





CONCLUSIONES

- EL proyecto se basa principalmente en el análisis de trayectorias mediante la odometría permitiendo controlar al robot en base a distancia y giro pre programados
- La plataforma esta acondicionada por un sensor de barrido y un sensor infrarrojo para evitar colisión con los obstáculos que se podrían encontrar en la ruta, además de una cámara para la transmisión de imágenes a tiempo real, todo el sistema controlado por una tarjeta arduino mega
- El diseño del mecanismo del sensor de barrido es un excelente punto de partida al momento de crear sensores que permitan la detección y la ubicación de obstáculos en un rango de detención de 360 grados, basado en el mecanismo de un radar, con la ventaja que el mecanismo es adaptable a cualquier tipo de sensor.