



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,  
Volumen 8, Número 3.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i3](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3)

## **SISTEMA DE NAVEGACIÓN AUTÓNOMA MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL**

**AUTONOMOUS NAVIGATION SYSTEM  
USING ARTIFICIAL VISION**

**Oswaldo Lira Díaz**

Tecnológico Nacional de México, México

**Ramón Mejía Rivera**

Tecnológico Nacional de México, México

**Cristian Axel Barrientos Villanueva**

Tecnológico Nacional de México, México

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i3.11293](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11293)

## Sistema de Navegación Autónoma Mediante Visión Artificial

**Osvaldo Lira Díaz<sup>1</sup>**

[osvaldo.lira@lcardenas.tecnm.mx](mailto:osvaldo.lira@lcardenas.tecnm.mx)

<https://orcid.org/0009-0000-2322-403X>

Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas  
México

**Ramón Mejía Rivera**

[ramon.mejia@lcardenas.tecnm.mx](mailto:ramon.mejia@lcardenas.tecnm.mx)

<https://orcid.org/0009-0007-5738-0816>

Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas  
México

**Cristian Axel Barrientos Villanueva**

[cristianaxelbarrientos@lcardenas.tecnm.mx](mailto:cristianaxelbarrientos@lcardenas.tecnm.mx)

<https://orcid.org/0009-0006-1890-6806>

Tecnológico Nacional de México  
Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas  
México

### RESUMEN

Se propone un sistema de detección de obstáculos para vehículos de superficie no tripulados, orientado a la detección de obstáculos en tiempo real, mediante el uso de métodos de visión monocular y estéreo, así como la recopilación de información adicional con la ayuda de sensores externos incluidos en el sistema carrocería del vehículo. Para la segmentación de imágenes se utilizará una tarjeta Raspberry Pi en la que se implementarán los algoritmos de enrutamiento pertinentes y la información obtenida se registrará en bases de datos con ayuda de la tecnología IoT.

**Palabras clave:** raspberry pi, navegación autónoma, visión artificial

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [osvaldo.lira@lcardenas.tecnm.mx](mailto:osvaldo.lira@lcardenas.tecnm.mx)

# Autonomous Navigation System Using Artificial Vision

## ABSTRACT

An obstacle detection system for unmanned surface vehicles is proposed, oriented towards the detection of obstacles in real time, through the use of monocular and stereo vision methods, as well as the collection of additional information with the help of external sensors included in the system. vehicle body. For image segmentation, a Raspberry Pi card will be used in which the relevant routing algorithms will be implemented and the information obtained will be recorded in databases with the help of IoT technology.

**Keywords:** raspberry pi, autonomous navigation, computer vision

*Artículo recibido 10 abril 2024*

*Aceptado para publicación: 05 mayo 2024*



## **INTRODUCCIÓN**

Durante la última década la evolución de los robots móviles se ha visto impulsada por el trabajo de personas que van desde investigadores independientes hasta grandes corporativos de renombre como Google, Tesla, General Motors, entre otros. Acercándose cada vez más a la perfección de estos sistemas, los vehículos autónomos se convierten en otra generación de máquinas que cuentan con un mejor desempeño que el de cualquier persona ya que tienen menores tendencias a fallar y no cuentan con las necesidades humanas (Barrientos, et al, 2007).

Debido a ello, la robótica ha sufrido una profunda transformación, muchos investigadores en robótica que comenzaron sus trabajos en manipuladores industriales han emigrado hacia la investigación de más avanzados sistemas robóticos, particularmente hacia los robots móviles, los que generalmente son destinados a trabajar fuera de las áreas de manufactura (Serrano A., 1996).

La elaboración de semejantes sistemas inteligentes requiere de un trabajo preciso y que convoque la ayuda de áreas como la mecánica, la electrónica y las ciencias computacionales. Con la ayuda de la electrónica y en conjunto con programación computacional, pueden ser abordados problemas a partir de la adquisición de datos del entorno donde se encuentre trabajando el sistema, por medio de lecturas como sensores y visión robótica (Carrillo, 2019).

En este artículo se propone un sistema de navegación autónoma que adquiere información contextual de manera continua mediante el uso de diferentes sensores, así como la implementación de visión robótica para caracterizar su contexto y pueda determinar la ruta óptima para trasladarse de un punto a otro.

## **METODOLOGÍA**

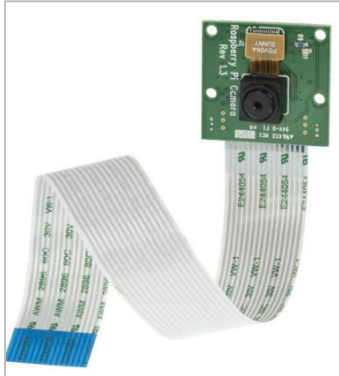
### **Principales Objetivos del Proyecto**

Desarrollar e implementar un sistema de navegación autónoma que adquiera información de su entorno de manera continua mediante el uso de diferentes sensores, así como la implementación de visión robótica para caracterizar su contexto y pueda determinar la ruta óptima para trasladarse de un punto a otro.

## Obtención de la imagen

La programación de la cámara Raspberry Pi permite realizar diferentes acciones, como tomar fotografías, grabar videos y ajustarse a configuraciones específicas [Rasp.org].

**Figura 1.** Cámara Raspberry Pi 1.3V



Durante el procesamiento de imágenes, el programa implementa una técnica de segmentación para analizar y detectar líneas en la imagen capturada, enfocándose en identificar el camino de manera precisa y confiable. Este enfoque permite una detección efectiva de las líneas que delimitan el camino y brinda información crucial para el sistema.

Al emplear algoritmos y métodos avanzados de segmentación, el programa maximiza la capacidad de reconocer y seguir las líneas con precisión, asegurando una navegación segura y confiable en diversos entornos y condiciones.

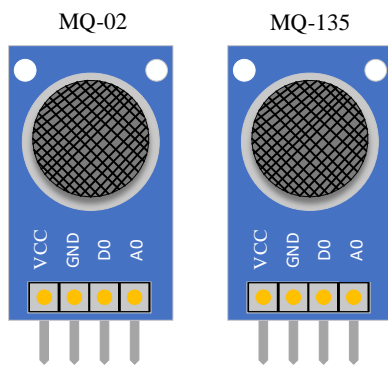
## Sensor de gas

Se implementaron sensores para la detección de gases inflamables o nocivos para la salud. Se consideró mantener estos sensores en una zona del vehículo que estuvieran expuestos al medio explorado. Con esto evitando la retención o estancamiento de gases, permitiendo el flujo de aire con el fin de evitar lecturas imprecisas.

### A. Calibración de los Sensores de Gas

La calibración de los sensores de gas es un paso fundamental en el sistema de navegación autónoma, ya que garantiza mediciones confiables de los gases presentes en el entorno del vehículo [Winsen, 2015].

**Figura 2.** Diagrama de sensores MQ2 y MQ135 en vista frontal



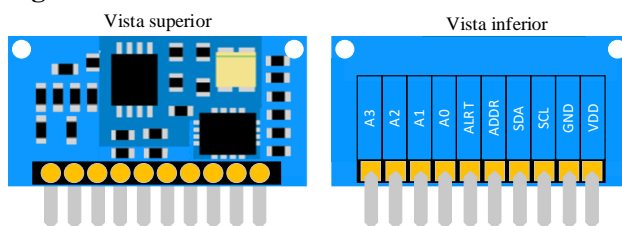
Estos sensores pasaron por un proceso de calibración, para esto fue necesario contar con un entorno de referencia. Este entorno debe ser considerado adecuado para la operación del personal y garantizar condiciones óptimas de salud y seguridad. Es decir, debe cumplir con ciertos requisitos de temperatura y humedad para asegurar una calibración fiable [Hanwei. s. f.].

### Convertidor ADC

El ADS1115 es un convertidor analógico a digital de alta resolución y bajo consumo de energía. Se utiliza ampliamente en diversos proyectos para convertir señales analógicas en formato digital [Del Valle,2019].

Este convertidor fue implementado para realizar la lectura de los valores análogos proporcionados por los sensores de gas MQ2 y MQ135, de modo que mediante un fragmento de código es posible interpretar estos valores por la raspberry y posteriormente efectuar las funciones matemáticas necesarias para la interpretar los datos como una concentración de gas en ppm (partes por millón).

**Figura 3.** Convertidor ADC ADS1115



### Servomotor FT6336M para la dirección

Se trata de un servomotor digital con un rango de voltaje de suministro de 6 V a 7.4 V. Tiene una posición de parada de 1500  $\mu$ s y puede girar en sentido contrario a las agujas del reloj en el rango de 1500  $\mu$ s a 2000  $\mu$ s. Su rango máximo de pulso es de 500 a 2500  $\mu$ s, lo que permite un control de

dirección de 0° a 360° [TechnoMart. org]. Este elemento adjunto al sistema de dirección permitirá controlar la trayectoria del vehículo.

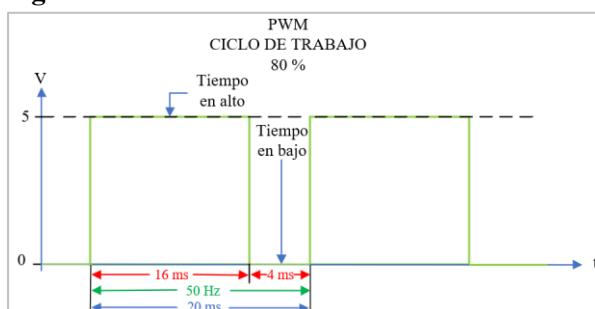
**Figura 4.** Servomotor FT6335M



La señal PWM es un tipo de señal utilizado para diversas tareas en la electrónica, principalmente encontrada en circuitos de control. El PWM son las siglas en inglés “Pulse Width Modulation”.

Como se puede observar en la Figura 7 la señal en alto se presenta cuando la onda cuadrada tiene una tensión de 5 V y por otro lado el tiempo en bajo se presentará cuando la señal del PWM tenga una tensión de 0 V.

**Figura 5.** Señal de PWM a 50 Hz con ciclo de trabajo al 80%.

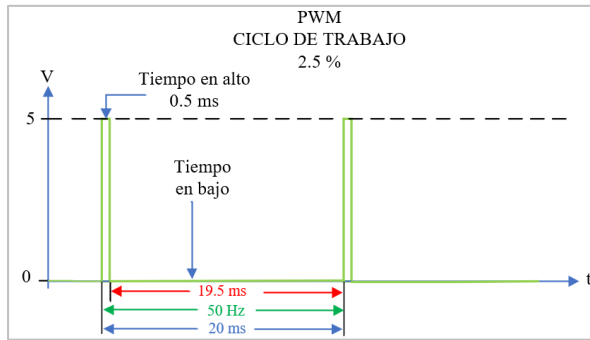


Dicho lo anterior el ciclo de trabajo corresponde al tiempo que dura en alto la señal de PWM, es decir, de un periodo de 20 ms, la señal de PWM tiene un tiempo en alto de 16 ms lo que significa un ciclo de trabajo del 80%, como se puede calcular en la formula siguiente.

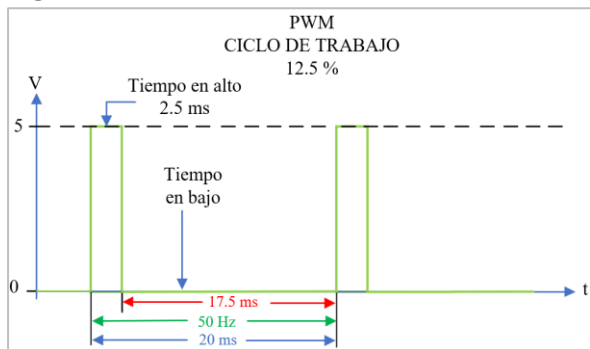
$$\text{Ciclo de Trabajo} = \frac{\text{Tiempo en alto}}{\text{Tiempo en bajo}} \times 100$$

En el caso del FETCH este muestra un comportamiento en base al ancho de pulso de 500 a 2500 μs, esto es el rango en el que este servomotor realiza su posicionamiento. En cuestión del ciclo de trabajo este rango de acción va desde el 2.5 % hasta 12.5 %, como se puede observar en las siguientes figuras:

**Figura 6.** Señal PWM con frecuencia de 50 Hz con ciclo de trabajo 2.5%.



**Figura 7.** Señal PWM con frecuencia de 50 Hz con ciclo de trabajo 12.5%



## Motor brushless

En el contexto de este artículo, se ha incluido el motor brushless Queen Hobby como un componente esencial para lograr la navegación autónoma en el vehículo RC. El Brushless Queen Hobby se destaca por su diseño avanzado sin escobillas, que elimina el desgaste mecánico y ofrece una mayor eficiencia energética en comparación con los motores tradicionales. Este tipo de motor ha demostrado ser altamente eficiente y confiable en diversas aplicaciones de modelismo y robótica [Granada, 2023].

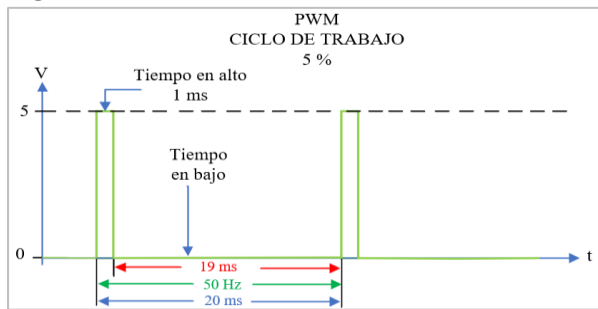
### PWM de control para motor brushless

Por otro lado, tenemos las señales PWM que serán las encargadas de hacer que el servomotor Brushless gire en sentido horario o antihorario, dicho de otra forma, hacia adelante o en reversa.

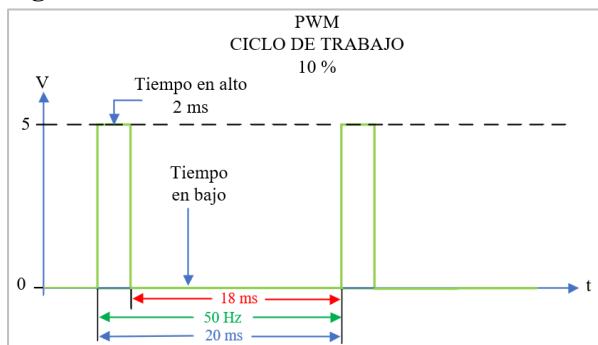
La señal necesaria para controlar este servomotor, que es el encargado de la tracción del vehículo, es de un ciclo de trabajo del 5% al 10% de una señal de 50 Hz. En las siguientes figuras se podrá observar el tamaño del ancho del pulso de la señal PWM requerida para alcanzar ambos estados.



**Figura 8.** Señal PWM con frecuencia de 50 Hz con ciclo de trabajo 5%.

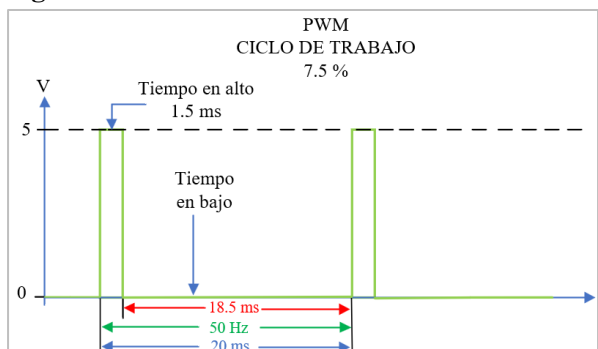


**Figura 9.** Señal PWM con frecuencia de 50 Hz con ciclo de trabajo 10%.



Cabe recordar que este servomotor puede girar tanto en sentido horario y antihorario. Pero a diferencia del servomotor FETCH, este tiene un punto neutral o un punto estático. Este punto medio está presente el 7.5% del ciclo de trabajo, el cual equivaldría a un periodo de 1.5 ms. Mientras el servomotor reciba esa señal de PWM, este no se moverá.

**Figura 10.** Señal PWM con frecuencia de 50 Hz con ciclo de trabajo 7.5%.



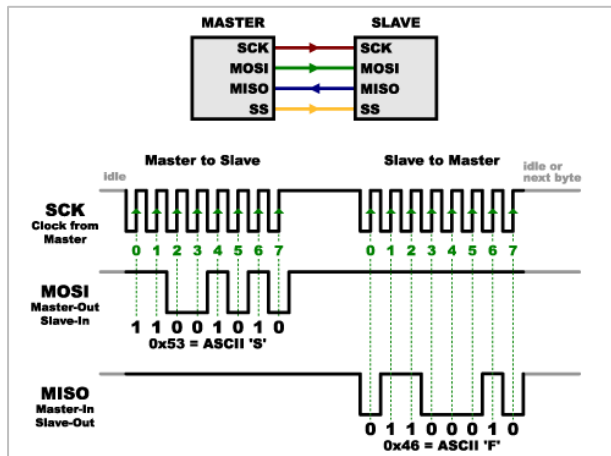
### Uso de la comunicación SPI en Raspberry Pi

La comunicación SPI (Serial Peripheral Interface) o Interfaz Periférica en Serie si lo traducimos al español, es un protocolo de comunicación que se utiliza para transferir datos entre microcomputadoras como la Raspberry Pi y otros dispositivos periféricos como sensores o actuadores.

En la Figura 10 se muestra un ejemplo sobre la comunicación SPI entre 2 microcontroladores.

Se observa cómo se toman los datos del bus durante los flancos ascendentes de la señal de reloj:

**Figura 11.** Señales modelo del protocolo SPI.



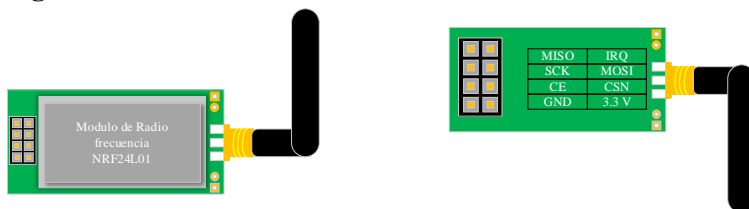
La Raspberry Pi cuenta con tres interfaces maestro SPI: SPI0, SPI1 y SPI2. De ellas SPI0 es más evolucionada, puesto que permite DMA (Direct Acces to Memory) o acceso directo a memoria en español. Además, la interfaz SPI0 está diseñada para transferencias de alta velocidad (usando un reloj de hasta 125Mhz) sin producir una carga significativa para el procesador [Rasp.org].

### Módulo de Radiofrecuencia NRF24L01

El módulo NRF24L01 es un dispositivo de radiofrecuencia de bajo consumo de energía y corto alcance. Opera con el protocolo SPI y permite la comunicación inalámbrica entre dispositivos a través de la tecnología de modulación de desplazamiento de frecuencia (FSK) o modulación de amplitud de pulso (PAM) [Naylampmechatronics, 2016].

La disposición de los pines en el módulo NRF24L01 se puede observar en la figura siguiente:

**Figura 12.** Módulo de RadioFrecuencia NRF24L01.



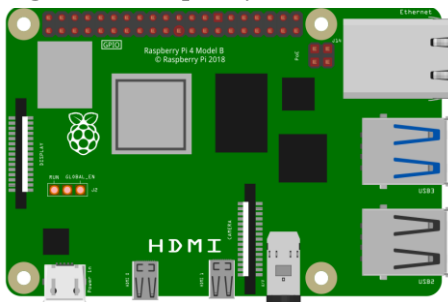
El módulo NRF24L01 utilizado cuenta además con una antena que aumenta su radio de transmisión efectivo.

## Transmisión de datos con NRF24L01 y Raspberry Pi

Antes de enviar datos, se deben configurar los parámetros de comunicación en ambos módulos. Esto incluye la dirección de red, el canal de frecuencia utilizado y la velocidad de transmisión de datos (250Kbps en este caso).

Para enviar datos desde el módulo transmisor, se deben cargar los datos en un búfer interno y luego transmitirlos. Se pueden enviar paquetes de datos de hasta 32 bytes de longitud. Después de recibir un paquete de datos, el módulo receptor puede enviar una confirmación de recepción al transmisor. Esto garantiza una comunicación confiable entre los dispositivos y permite la retransmisión de datos en caso de errores [Naylampmechatronics, 2016].

**Figura 13.** Raspberry Pi 4 Modelo B.



Cabe mencionar que se puede desactivar la señal de reloj brevemente después de enviar un dato, esto se realiza considerando el tiempo que le tomará al esclavo retornar información y optimizando así el consumo de energía. De igual forma, se puede realizar una transmisión de datos del esclavo hacia al maestro y del maestro hacia el esclavo de manera continua si el proceso así lo requiriera.

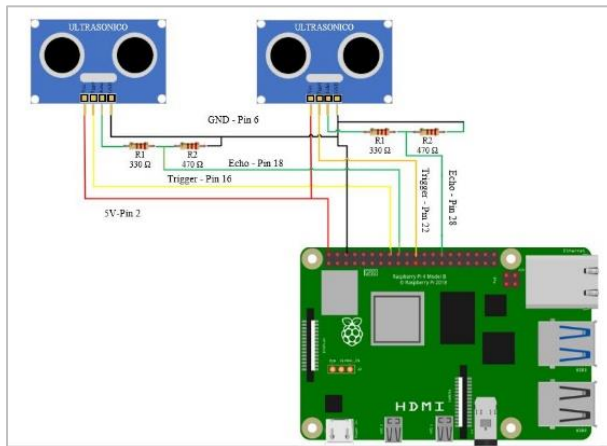
### Sensor de Proximidad Ultrasónico HC-SR04

Un sensor ultrasónico HC-SR04 es un transductor que mide la distancia del propio sensor hacia un objeto por medio del rebote de una onda sonora ultrasónica. Posee dos transductores: un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación.

Para el desarrollo de este artículo, se utilizan 2 sensores ultrasónicos, puesto que el vehículo requiere conocer si se encuentra un objeto que dificulte su movimiento al menos en el frente y en la retaguardia de este, dicha conexión requiere del uso de un divisor de voltaje con resistores, pues los niveles lógicos que maneja este sensor son de 5V, mientras que los niveles lógicos que soporta la Raspberry son 3.3V.

Dicha conexión se muestra en la siguiente figura:

**Figura 14.** Diagrama de conexión del sensor ultrasónico HC-SR04.



El sensor HC-SR04 genera un pulso en el pin marcado como “echo” cuya duración es proporcional a la distancia medida por el sensor. Para obtener la distancia en centímetros se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$D = \frac{(T_{ECO}(s))(Vaire)}{200} \quad \text{Ec.} \quad (3.8.1)$$

Donde:

D: Distancia en cm del objeto hacia el sensor ultrasónico

$T_{ECO}$ : Tiempo transcurrido entre el pulso de Trigger y el retorno de la señal ultrasónica al sensor

Vaire: Velocidad del sonido a través del aire (Valor constante de 340 m/s)

El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro (aunque los materiales blandos acústicamente como tela o lana pueden llegar a ser difíciles de detectar).

### Comunicaciones I2C

I2C es un bus de comunicaciones entre circuitos integrados desarrollado por Phillips Semiconductors (ahora NXP Semiconductors). Se trata de un bus muy sencillo con solo dos hilos, una línea de datos (SDA) y una línea de reloj (SCL). Se pueden realizar transmisiones serie bidireccionales de hasta 100 kbit/s en modo estándar y 400 kbit/s en modo rápido. Las versiones más modernas de I2C incorporan modos con mayores tasas de transferencia (hasta 5Mbit/s) pero el procesador de la Raspberry Pi no los implementa [Rasp.org]..

La Raspberry Pi dispone de dos periféricos para implementar el protocolo I2C, el BSI (Broadcom Serial Interface) que implementa el modo esclavo y el BSC (Broadcom Serial Controller) que implementa el modo maestro [Rasp.org].

El BSC implementa tres maestros independientes que tienen que estar en buses I2C separados (no permite multimaestro). Sin embargo, BSC0 se reserva para la identificación de las placas de expansión especificación HAT, pines 27 y 28) y BSC2 es de uso exclusivo para la interfaz HDMI. Usaremos por tanto habitualmente BSC1, mediante los pines 3 y 5 del conector J8 [Rasp.org].

La interfaz de programación es, como en todos los periféricos de la Raspberry Pi, un conjunto de registros mapeados en memoria. Sin embargo, en este caso se dispone de un driver del kernel del sistema operativo que nos simplifica significativamente el trabajo [Rasp.org].

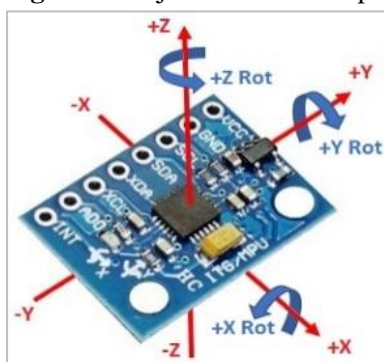
#### *Sensor MPU6050*

El MPU6050 es un sensor de movimiento, que tiene un conversor ADC de 16 bits que convierte los datos a un valor digital, el módulo de giroscopio se comunica con la Raspberry Pi a través de la comunicación serie I2C a mediante el reloj serial (SCL) y el canal de datos (SDA) [hetpro, 2014].

Cuenta con un procesador interno que es capaz de realizar cálculos precisos de los valores que miden sus sensores internos como aceleraciones lineales y angulares, para informarnos de valores útiles como los ángulos de inclinación con respecto a los 3 ejes principales, siendo así que ni la aceleración ni la velocidad lineal afectan la medición de giro [hetpro, 2014].

Al manejar este dispositivo es importante considerar la posición del sensor, ya que la dirección en que se mueva o rote será censada respecto a la referencia mostrada a continuación:

**Figura 15.** Ejes de referencia para el sensor MPU6050.



## Programación de la Raspberry

Para la programación de la Raspberry se recurrió al cómputo virtual por medio de internet. El software VNC (Virtual Network Computing), nos brinda esta importante herramienta, ya que con ella podemos manipular la Raspberry mediante conexión wi-fi [REALVNC.org].

**Figura 16.** VNC (Virtual Network Computing).



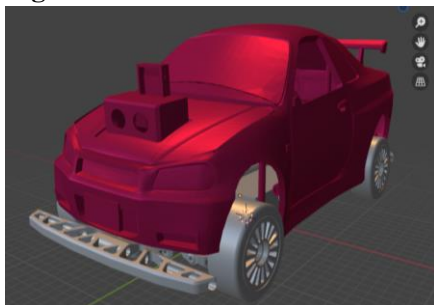
Cabe mencionar que este software es libre por lo cual está a la disposición de cualquier usuario y además es compatible con varios sistemas operativos, siendo estos Pi OS, Windows, Linux, Android, entre otros [REALVNC.org].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las pruebas de campo, se detectó que el diseño original de los paragolpes delantero y trasero presentaba fragilidad. Para abordar este problema, se realizaron ajustes y refuerzos en el diseño de los paragolpes con el objetivo de mejorar su resistencia y durabilidad.

Se identificaron las áreas más vulnerables y se implementaron refuerzos internos y externos según las necesidades específicas de cada paragolpes. Además, se evaluaron diferentes materiales y técnicas de fabricación para asegurar la integridad de los paragolpes. Se optó por utilizar ABS con una construcción concéntrica en estructura de panel, lo cual ofrece mayor resistencia a los impactos.

**Figura 17.** Diseño final del vehículo.



La base final del vehículo y su parachoques, permiten al mismo vehículo soportar grandes impactos a una velocidad estimada de 15 Km/h. De la misma manera, la Raspberry también se encuentra bien sujeta

al chasis del auto, al igual todas las conexiones que se manejaron para los diferentes módulos. En la figura 18, se puede apreciar la estructura del automóvil.

**Figura 18.** Estructura del sistema N.A.V.I.



### **Uso del vehículo en campo**

Los sensores del vehículo proveen información constante, lo que permite al usuario y al vehículo estar al tanto de lo que sucede en su entorno. El sensor de proximidad o sensor ultrasónico se encarga de mostrar la distancia que se presente ante un objeto, ya sea frontal o posterior, por lo que resulta crucial para encontrar obstáculos. Por otro lado, el sensor de velocidad y giroscopio permite conocer la velocidad con la que el vehículo se desplaza. Mientras que el giroscopio permite saber si el vehículo se encuentra sobre un lugar inclinado. Por último, los sensores de gas, envía una alarma cuando se encuentre un gas nocivo para la salud en sus cercanías.

La visión robótica del vehículo se ve limitada debido a que la estructura de la cámara no es móvil, esto significa que al no poder girar sobre su propio eje esta solo puede mostrar una vista de 130° de vista horizontal y un aproximado de 80° de vista vertical.

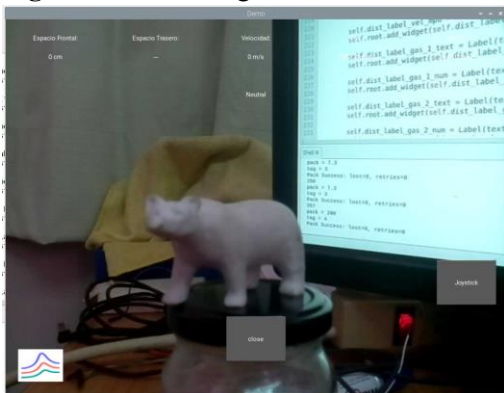
La estructura del vehículo resultó ser susceptible a lugares muy rocosos, que presenten hierba alta o charcos, debido a que pueden volcar al mismo o dañar la integridad de sus componentes internos.

El vehículo cuenta con una interfaz muy didáctica realizada en Kivy. Dicha interfaz actualiza los cambios obtenidos por los sensores, además de mostrar en tiempo real la imagen captada por la cámara.

También contiene botones que muestran gráficas sobre el comportamiento de los sensores, botones que permiten tomar fotos y video del entorno en el que se esté desempeñando el sistema NAVI, y botones que permitan enviar comandos al vehículo.

En la parte superior de la misma se muestran los datos, mientras que el resto de los comandos se despliegan al presionar el resto de botones.

**Figura 19.** Interfaz gráfica del sistema N.A.V.I.



## CONCLUSIONES

El desarrollo del vehículo se presenta como una alternativa para el funcionamiento que presentaría un vehículo que cuenta con redes neuronales, el cual busca constantemente identificar patrones predeterminados dentro de un ambiente dinámico.

Esta labor resultó complicada para un vehículo que tan solo cuenta con una cámara, incluso cuando fue asistida con sensores de proximidad y de velocidad. Además, el uso de tantos sensores a la par que se reciben comandos externos pueden representar un problema para la lógica del programa del vehículo.

Así mismo, la estructura del mismo resulta muy cómoda para moverse rápidamente a través de asfalto y terracería, ya que difícilmente va a volcarse, sin embargo, remplazar el motor por servomotores de giro continuo cambiaría la velocidad de desplazamiento por fuerza en el giro, lo que puede o no resultar más conveniente que la estructura presente.

Por ello, se recomienda mejorar la lógica del programa, añadiendo quizás el uso de múltiples hilos e incluso interrupciones, así como la inclusión de otros sensores para asistir la navegación, como el GPS, sensores de mejor calidad que replacen a los usados, como los sensores infrarrojos de proximidad, y sensores de uso más específico según la tarea que se precisa como los sensores de temperatura.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[Barrientos, et al, 2007]

Barrientos Sotelo Víctor Ricardo, García Sánchez José Rafael, Silva Ortigoza Ramón. “Robots Móviles: Evolución y Estado del Arte”. Instituto Politécnico Nacional. 2007.

[Beegle, 2021]

Beegle. (2021). Regulador de Voltaje LM2596 ¿Cómo funciona? [ Archivo de Video].

[https://www.youtube.com/watch?v=c\\_OROvf-tCk](https://www.youtube.com/watch?v=c_OROvf-tCk).

[Carrillo, 2019]

Carrillo, D. M. “Diseño de un Sistema de Visión Artificial para la Navegación de un Dron Terrestre Aplicado a la Agricultura de Precisión.”. 2019.

[Del Valle,2019]

Luis, Del Valle. (2019). ADS1115 convertidor analógico digital ADC para Arduino y ESP8266.

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/ads1115-convertidor-analogico-digital-adc-arduino-esp8266/>

[Granada, 2023]

RC Pro Granada. (2023). Funcionamiento, programación Combo Brushless y Electrónica Competición Radiocontrol Hobbywing. [ Archivo de Video]. Youtube.

<https://www.youtube.com/watch?v=O5vV1HayDgI>.

[Hanwei. s. f.]

Hanwei. (s. f.). TECHNICAL DATA MQ-2 GAS SENSOR. China, Hanwei Electronics Co., Ltd.

Recuperado de MQ-2.doc (mouser.com)

[hetpro, 2014]

hetpro. (2016). MPU6050 Arduino, Acelerómetro y Giroscopio.

<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-acelerometro-y-giroscopio-mpu6050-i2c-twi/>.

[Naylampmechatronics, 2016]

Naylampmechatronics. (2016). TUTORIAL BÁSICO NRF24L01 CON ARDUINO.

[https://naylampmechatronics.com/blog/16\\_tutorial-basico-nrf24l01-con-arduino.html](https://naylampmechatronics.com/blog/16_tutorial-basico-nrf24l01-con-arduino.html)



[Rasp.org]

De la página oficial de Raspberry Pi fueron rescatados ejemplos, librerías, reportes de error, diagramas, comandos. <https://www.raspberrypi.com/>

[REALVNC.org]

REALVNC. (2023). Descargas. Viewer. <https://www.realvnc.com/es/connect/download/viewer/>.

[Serrano, 1996]

Ramírez Serrano, A. “Navegación Autónoma De Robots Móviles Mediante Lógica Difusa”. 1996.

[TechnoMart.org]

TechnoMart.. (2023). Servo-Motors.

[https://technomart.ca/servomotors?gclid=Cj0KCQiAj\\_CrBhRIIsAlIMxT98s0Fzy3BXKSg0PZZ9JCGwiQUfk54xSHL2Dkdli0BiVgjCFQ0KysYaAr4MEALw\\_wcB](https://technomart.ca/servomotors?gclid=Cj0KCQiAj_CrBhRIIsAlIMxT98s0Fzy3BXKSg0PZZ9JCGwiQUfk54xSHL2Dkdli0BiVgjCFQ0KysYaAr4MEALw_wcB)

[Winsen, 2015].

Winsen, 2015. -Air Quality Gas Sensor. (Número de la publicación). Zhengzhou China. Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd. Recuperado de mql35.pdf (winsen-sensor.com)

