



Robots Mini Sumo RC de competencia para el club de robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

*Mini Sumo RC robots for competition for the robotics club of the Instituto Superior
Tecnológico Tsa'chila*

Autor:

Paul Alexander Ramos Garcia.¹

Hector Jonathan Villamar Montiel.²

Ing. Heinerth Guillermo Romero Macas.³



<https://orcid.org/0009-0004-9791-725X>



<https://orcid.org/0009-0001-5175-2232>



<https://orcid.org/0000-0002-6972-9217>

¹ Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador

paulramosgarcia@tsachila.edu.ec

² Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador

hectorvillamarmontiel@tsachila.edu.ec

³ Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, Ecuador

heinerthromero@tsachila.edu.ec

Recepción: agosto de 2023

Aceptación: septiembre de 2023

Publicación: octubre de 2023

Citación/como citar este artículo: Ramos, P., Villamar, H. y Romero, H. (2023). Robots Mini Sumo RC de competencia para el club de robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila. Ideas y Voces, 3(4), 875-908.



Resumen

El artículo detalla un proyecto enfocado en la creación de dos Robots Mini Sumo RC. El estudio se basó en el enfoque cuantitativo, con un alcance correlacional y un diseño investigativo bien definido. Los robots fueron diseñados con agilidad y capacidad de respuesta como prioridades, equipados con motores capaces de generar un torque de 6,5 Kg/cm. Este torque se ajustó en función del peso de los robots, establecido en 500 gramos. La metodología cuantitativa permitió cuantificar las características clave de los robots, como la fuerza de torque, la velocidad de respuesta y la durabilidad de los materiales utilizados. El alcance correlacional se centró en analizar las relaciones entre estas variables para comprender cómo influyen en su desempeño. El diseño investigativo se estructuró en torno a la implementación de una tarjeta de control, que incluyó un módulo ESP32 Wifi-Bluetooth, un driver L298N, un regulador de voltaje Step-Down Mini 360 y un mando DualShock 4. Tanto el diseño mecánico como el electrónico se llevaron a cabo con las herramientas SketchUp y Proteus, respectivamente. Las partes mecánicas se confeccionaron con acero negro, PLA y bronce, y la tarjeta de control se fabricó utilizando un router CNC para garantizar la precisión y durabilidad en la soldadura de los componentes. La validación del proyecto se realizó mediante la participación en dos torneos internacionales obteniendo el primer lugar.

Palabras clave

Mini sumo RC, radio frecuencia, diseño 3D, robótica, Arduino, ESP 32, Sixaxis Pair tools.

Abstract

The article details a project focused on the creation of two Mini Sumo RC Robots. The study was based on the quantitative approach, with a correlational scope and a well-defined research design. The robots were designed with agility and responsiveness as priorities, equipped with motors capable of generating a torque of 6.5 Kg/cm. This torque was adjusted based on the weight of the robots, set at 500 grams. The quantitative methodology allowed to quantify the key characteristics of the robots, such as the torque force, the response speed and the durability of the materials used. The correlational scope focused on analyzing the relationships between these variables to understand how they influence their performance. The research design was structured around the implementation of a control card, which included an ESP32 Wifi-Bluetooth module, an L298N driver, a Step-Down Mini 360 voltage regulator, and a DualShock 4 controller. Both the mechanical design and the electronic were carried out with the tools SketchUp and Proteus, respectively. The mechanical parts are made of black steel, PLA, and bronze, and the control board is made using a CNC router to ensure precision and durability in component welding. The validation of the project was carried out through the participation in two international tournaments obtaining the first place.

Keywords

Mini sumo RC, radio frequency, 3D design, robotics, Arduino, ESP 32, Sixaxis Pair tools.

Introducción

Los Mini Sumos RC representan prototipos controlados a distancia que desempeñan un papel central en la modalidad de combate conocida como "mini sumo". La esencia de estos robots radica en su capacidad para desplazar a sus contrincantes fuera de un área de combate circular, marcando así su objetivo primordial.

El proceso de desarrollar prototipos de Mini Sumo RC engloba las etapas de diseño, construcción y programación. La finalidad es lograr que estos prototipos destaquen por su velocidad, agilidad y eficacia durante las competencias. Los equipos de desarrollo hacen uso de una gama diversa de materiales y tecnologías, que abarcan desde plásticos hasta metales ligeros, pasando por motores eléctricos y baterías recargables.

La creación de estos prototipos de Mini Sumo RC implica una consideración rigurosa de factores esenciales, como las limitaciones de tamaño y peso establecidas en las competencias. Además, se debe abordar la estrategia de empuje, junto con la necesaria resistencia estructural para enfrentar los impactos durante los enfrentamientos. La programación del prototipo desempeña un rol crucial en la consecución de un control preciso y reacciones ágiles frente a los movimientos del oponente.

Estos prototipos ofrecen una plataforma excepcional para el aprendizaje en disciplinas como la robótica, electrónica y programación, ya que amalgaman habilidades técnicas y estratégicas. Las competencias de Mini Sumo RC, a su vez, brindan la oportunidad de interactuar con otros apasionados de la robótica y de poner a prueba las habilidades del prototipo en un entorno competitivo enriquecedor.

A través de la construcción del robot mini sumo, se buscó obtener un entendimiento profundo de su funcionamiento, características y posibles aplicaciones, así como adentrarse en su utilidad en diversos contextos. Para enmarcar el problema, se planteó la siguiente pregunta

fundamental: ¿Cuál fue la realidad de un robot mini sumo en términos de diseño, construcción, programación y aplicaciones?

En relación a la delimitación del alcance del proyecto, se estableció un enfoque tanto temporal como espacial, junto con la identificación de los sujetos de estudio. Es relevante tener en cuenta que la tecnología y las prácticas pueden haber evolucionado con el tiempo, por lo que los hallazgos de esta investigación deben ser interpretados dentro de este contexto evolutivo.

La delimitación espacial abarcó diversas esferas, que incluyeron competencias de robots mini sumo en niveles locales, nacionales e internacionales. Además, se consideró la aplicación de estos robots en entornos académicos, industriales y de investigación. En lo que respecta a los sujetos de estudio, se investigaron tanto los propios robots mini sumo, abarcando sus componentes y estrategias de control, como también las personas involucradas en su diseño, construcción y programación. Esta categoría englobó a ingenieros, programadores, estudiantes y entusiastas de la robótica.

Villamar Ponce & Vera Ávila, (2016) presentaron un proyecto de diseño e implementación de dos robots móviles autónomos para la batalla de robots mini sumo y micro sumo como parte de su trabajo de titulación en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. El objetivo del proyecto era crear robots capaces de competir en emocionantes batallas que imitan el deporte japonés del sumo. resultados obtenidos fueron prometedores, ya que demostraron la posibilidad de aplicar el diseño tanto en un robot sumo estándar como en un mega sumo.

Robles Idrovo & Vaca Barberán, (2017) presentan en su trabajo de titulación la implementación de dos robots mini sumos utilizando sistemas de radio control y dispositivos de comunicación inalámbrica Bluetooth. El objetivo general del proyecto fue diseñar e implementar estos robots, mientras que los objetivos específicos incluyeron el análisis y conclusiones sobre las diferentes tecnologías empleadas para el radiocontrol de los robots. La

justificación del problema se basó en la popularidad adquirida por los robots mini-sumos autónomos y no autónomos en el campo de la robótica y las telecomunicaciones.

Mieles Medina, (2020) El trabajo de titulación presentado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, describe el diseño de algoritmos de control PID utilizando microcontroladores ATMEGA para su implementación en robots mini sumo. Este tipo de robot es una representación a escala del robot sumo que compete en el torneo anual All Japan robot sumo Tournament. El documento incluye la certificación del tutor y del director de carrera, y destaca la importancia de la investigación y el desarrollo tecnológico en la carrera de ingeniería en telecomunicaciones.

Los proyectos de construcción de robot mini sumos así como autónomo y rc, se observaron que su base de programación es el lenguaje C++ con uso del programa ide Arduino con la amplias librerías, por lo cual se planteó el uso del joystick dualshock 4 como controlador, también en uno de los proyectos, se interpretó en unas líneas de resultados y discusión sobre usar el microcontrolador ESP 32 por su amplias aplicaciones, de manera similar el uso recomendado por conexión mediante Bluetooth para enlazar cualquier periférico, igual manera el uso recomendado de una batería 3s para la autonomía y eficiencia de los motores, el uso de los motores NovaMax por sus dimensiones, relaciones de potencia y rpm.

Ahora bien, antes de hacer un abordaje teórico – técnico del tema cabe definir este objeto de estudio: conceptual y espacialmente en el tiempo porque es una actividad que involucra a grandes grupos corporativos del sector industrial, entretenimiento y tecnología en materia de investigación, desarrollo e innovación.

Un robot mini sumo RC, es un pequeño robot controlado remotamente en la cual participa en competencias de sumo. Estos robots están diseñados para simular las batallas de sumo tradicionales en una escala más reducida, por lo tanto, son comúnmente controlados por mandos que usan radiofrecuencia (RC) o por medios de comunicación Bluetooth, lo que

permite a los operadores controlar sus movimientos y estrategias desde una cierta distancia. Su chasis está construido con restricciones de dimensión y peso justo, con una resistencia a impactos, complementando una estructura mecánica conformada de motores, ruedas, pala y chasis de acero.

El Mini Sumo RC es una variante emocionante de los torneos de sumo tradicionales que involucra robots en miniatura. Estos robots compiten en un pequeño ring de sumo con el objetivo de empujar a su oponente fuera del ring o hacer que pierda el equilibrio.

La historia del Mini Sumo RC se remonta a las competencias de robótica que se popularizaron en Japón en la década de 1980. Estas competencias se inspiraron en los torneos de sumo humanos y rápidamente ganaron seguidores en la comunidad de entusiastas de la robótica.

A medida que la tecnología avanzaba, los robots Mini Sumo RC se volvieron más sofisticados y capaces, lo que llevó a competencias más emocionantes y desafiantes. Los diseñadores y constructores de robots compiten en eventos donde sus creaciones autónomas o controladas por radio luchan en emocionantes duelos de empuje y estrategia.

Hoy en día, el Mini Sumo RC es practicado en todo el mundo, con comunidades de entusiastas que organizan torneos y competencias. Estas competencias fomentan la creatividad, la ingeniería y la programación, ya que los participantes diseñan y construyen robots capaces de detectar y reaccionar a los movimientos de su oponente dentro del ring de sumo.

Estos robots están programados y contruidos con el objetivo de empujar o sacar del ring a los oponentes, utilizando sensores y estrategias de control para detectar y responder a la presencia del otro robot. Del cual surgen competencias, el aprendizaje y desarrollo de habilidades durante la ejecución y puesta en práctica.

Competencias y entretenimiento: Los mini sumo RC son utilizados principalmente para competencias y exhibiciones de entretenimiento. Los entusiastas de la robótica se reúnen para competir y demostrar sus habilidades de diseño, programación y estrategia. Dentro de estar

competencias se encuentran varios concursos a nivel nacional e internacional como lo es en el Torneo Internacional de robótica en Ecuador “Robot Games Zero Latitud 7^{ma}” (2023) y IX Mega torneo Internacional de robótica en Colombia Runibots (2023) en la cual cada uno de ellos mantenía un reglamento para su participación.

Componentes y tecnologías utilizados en los mini sumo RC: SketchUp es un software de modelado 3D desarrollado por Trimble Inc. Ampliamente utilizado en diseño y arquitectura, permite crear modelos 3D de forma rápida y sencilla con una interfaz intuitiva. Ofrece una amplia biblioteca de objetos, importación y exportación de formatos, y posibilidad de añadir complementos. Tiene versiones gratuitas y de pago, siendo popular tanto entre profesionales como aficionados al diseño 3D. Su versatilidad lo hace aplicable en diversas industrias y ha ganado reconocimiento como una herramienta eficiente para la creación y visualización de modelos tridimensionales. (imasgal, 2023).

Microcontrolador: El ESP32 es un microcontrolador de bajo consumo y alto rendimiento que combina un procesador dual-Core, conectividad Wi-Fi y Bluetooth, con una amplia gama de periféricos. Es ampliamente utilizado en aplicaciones de Internet de las cosas (IOT) y ofrece capacidades de procesamiento y comunicación versátiles. Con su arquitectura potente y flexible, el ESP32 nos permite desarrollar proyectos y dispositivos conectados, ofreciendo conectividad inalámbrica y capacidad de interacción con el entorno de manera eficiente y efectiva. (Beningo, 2020)

Figura 1
Tarjeta ESP 32 Wifi Bluetooth



Fuente: Novatronic

Batería: La batería LiPo (Polímero de Litio), Tattu 3S 11.1V 450mAh 75C Long Size, es producida por la marca Gens Ace, que es conocida por fabricar baterías de alta calidad para vehículos y dispositivos RC (radio control). Tattu es una submarca de Gens Ace y se enfoca en proporcionar baterías de alto rendimiento especialmente diseñadas para aplicaciones de RC y drones. (ES ELECTROSTORE, 2018)

Aquí están algunas de las características típicas de la batería:

Celdas y Voltaje: La batería es una batería de polímero de litio (LiPo) con una configuración de 3 celdas (3S), lo que significa que tiene una tensión nominal de 11.1 voltios.

Capacidad: La capacidad de la batería es de 450mAh, lo que indica la cantidad de energía que puede almacenar. Cuanto mayor sea la capacidad, más tiempo podrás usar tu dispositivo antes de tener que recargar la batería.

Tasa de Descarga (C): La tasa de descarga es de 75C, lo que se refiere a la capacidad de la batería para entregar energía de manera continua. Una tasa de descarga más alta generalmente significa que la batería puede proporcionar una mayor corriente de forma segura, lo que es importante para aplicaciones de alto rendimiento como vehículos RC y drones.

Tamaño: Se menciona que tiene un tamaño "Long Size", lo que podría significar que la batería tiene dimensiones más largas en comparación con otros modelos. Es importante asegurarse de que el tamaño sea compatible con tu dispositivo antes de usarlo.

Conector: La batería estará equipada con un conector específico, que generalmente se usa para conectar la batería al dispositivo que estás alimentando. Asegúrate de que el conector sea compatible con tus dispositivos o que puedas adaptarlo si es necesario.

Uso Recomendado: Esta batería es adecuada para aplicaciones de alto rendimiento como drones, aviones y vehículos controlados por radio que requieran una corriente constante y alta

salida de energía.

Figura 2
Batería LiPo 3S 11,1V 450MAH TATTU



Fuente: ELECTROSTORE

El filamento PLA (ácido poli láctico): es el material utilizado en la impresión 3D. Se considera uno de los materiales más populares y ampliamente utilizados en la impresión 3D debido a su facilidad de uso, bajo olor y respeto al medio ambiente. (SICNOVA, 2022)

Figura 3
Rollo de filamento PLA



Fuente: MAQUINAS EC

El programa Sixaxis: es una herramienta que permite modificar la dirección MAC de los dualshock 3 y 4, la configuración de la herramienta es sencilla solo conectar el control por medio de USB hacia la computadora, el programa instala automáticamente los drivers

necesarios para la programación de la tarjeta del control dualshock 4, lo cual despliega una ventana solo para el cambio de dirección MAC. (FileHorse, 2022)

Figura 4
Logo del programa Sixaxis



Fuente: FILEPLANET

Código Arduino: El lenguaje de programación de Arduino es un conjunto de instrucciones y funciones específicas que se utilizan para programar los microcontroladores de la plataforma Arduino. Basado en el lenguaje de programación C++, el código de Arduino permite a los usuarios escribir programas que controlan el comportamiento de los dispositivos conectados a la placa Arduino. Con una sintaxis sencilla y fácil de aprender, el código de Arduino proporciona herramientas y bibliotecas que simplifican el acceso a los periféricos y sensores, facilitando la interacción con el entorno físico. Esto permite a desarrollar proyectos de electrónica, robótica e Internet de las cosas de manera eficiente y flexible. Lo cual sus librerías son abiertas y flexibles con una gran compatibilidad de varios sensores y actuadores. (FERNÁNDEZ, 2022)

Motores: Los motores NovaMax de 400 RPM son dispositivos de potencia diseñados para proporcionar un movimiento preciso y constante a una velocidad de rotación de 400 revoluciones por minuto (RPM). Estos motores son conocidos por su eficiencia y rendimiento confiable, lo que los hace adecuados para una amplia gama de aplicaciones industriales y comerciales. Su diseño robusto y compacto, combinado con su capacidad para generar un torque significativo. (SUMOZADE, 2019)

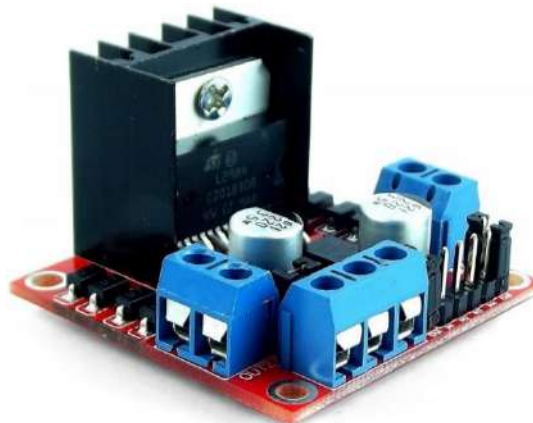
Figura 5
Motor Novamax 6v 400rpm



Fuente: Somuzade

Driver de Motor LN398: El driver L298 es un componente electrónico integrado que se emplea para el control y la gestión de motores de corriente continua (DC) y motor paso a paso bipolar. Actúa como un enlace entre un microcontrolador u otra fuente de control y los motores, permitiendo la regulación de la velocidad y la dirección de rotación. El L298 es reconocido por su capacidad para manejar corrientes y voltajes elevados, lo que lo convierte en una opción idónea para aplicaciones que demandan un control preciso y potente de los motores. Gracias a su diseño compacto y su facilidad de uso, el L298 es ampliamente utilizado en proyectos de robótica, automatización y control de motores en diversos ámbitos. (NAYLAMP MECHATRONICS, 2023)

Figura 6
Driver Puente H L298N



Fuente: NAYLAMP

Diodo M7: es un tipo de diodo rectificador de potencia que se utiliza comúnmente en aplicaciones de electrónica y circuitos de corriente alterna. Es una versión miniatura del popular diodo 1N4007 y se caracteriza por su alta eficiencia, baja pérdida de potencia y alta capacidad de manejo de corriente. (AVElectronics, 2018)

En general, el diodo M7 es una opción confiable y eficiente para muchas aplicaciones de electrónica debido a su bajo costo, alta fiabilidad y facilidad de uso. Sin embargo, como con cualquier componente electrónico, es importante utilizarlo dentro de sus especificaciones técnicas y límites para garantizar un rendimiento óptimo y seguro en el circuito.

Figura 7
Diodo M7



Fuente: AVElectronics

Regulador DC – DC: Un conversor de alimentación electrónica DC-DC (direct current to direct current) es un dispositivo que se utiliza para convertir una tensión continua de un nivel a otro diferente. Es decir, toma una entrada de corriente continua a cierto voltaje y produce una salida de corriente continua a un voltaje diferente. Estas fuentes de alimentación son muy comunes en aplicaciones electrónicas y sistemas donde se requiere una tensión diferente a la que proporciona la fuente de alimentación principal.

Este aparato provee una tensión de salida inferior a la tensión de entrada. Es capaz de operar en un rango de voltaje que va desde 4.75 V hasta 23 V. Opera a una frecuencia de conmutación de 340 KHz y una corriente constante de 1.8 A en la carga, con la capacidad de alcanzar hasta 3 A durante breves períodos. (AVElectronics, 2018)

Figura 8
Convertidor Voltage DC-DC Step-Down 3A MP1584EN



Fuente: AVElectronis

El DualShock 4: es el controlador de videojuegos inalámbrico desarrollado por Sony para su consola PlayStation 4. Con un diseño ergonómico y moderno, el DualShock 4 ofrece una experiencia de juego intuitiva y cómoda. Cuenta con joysticks analógicos precisos, botones de acción responsivos, un panel táctil en el centro, altavoz integrado y retroalimentación háptica, lo que permite una mayor inmersión en los juegos. Además, el DualShock 4 incluye sensores de movimiento, un conector de audio de 3,5 mm para auriculares y conectividad Bluetooth. Su amplia gama de características y funciones, el DualShock 4 se ha convertido en un controlador versátil tanto para la parte de entretenimiento y para lo de proyectos. (Yoshida, 2013)

Figura 9
Control joystick dualshock 4



Fuente: Sony Store

Metodología

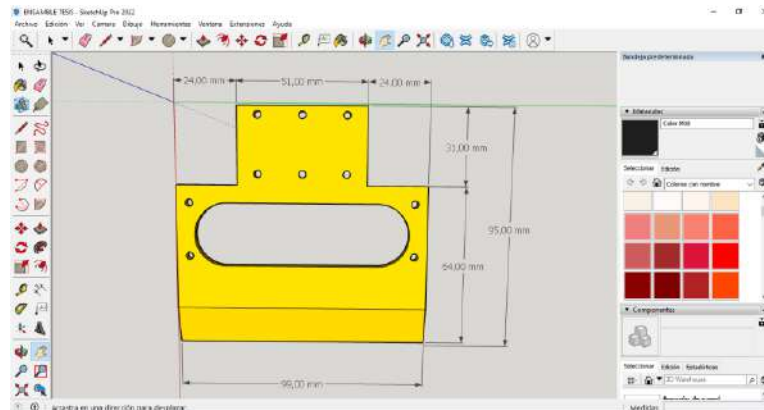
El diseño experimental empleado en este estudio investigativo en el campo de la robótica, como el presente proyecto de construcción y análisis de robots mini sumo, constituye un pilar fundamental para lograr resultados fiables y significativos. En este contexto, el diseño experimental busca establecer un marco riguroso que permita investigar y comprender tanto las características inherentes de los robots como las interacciones complejas entre sus componentes y su entorno.

En primer lugar, fue crucial definir claramente los objetivos del estudio, que en este caso abarcaron desde la evaluación del rendimiento y la eficacia de los robots mini sumo en diferentes situaciones de combate, hasta la identificación de posibles mejoras en su diseño y programación. Estos objetivos fueron la base sobre la cual se estructuró el diseño experimental que se describe a continuación bajo la premisa de que el robot mini sumo cumpliera ciertos criterios técnicos como el rendimiento, velocidad de respuesta de los motores, fuerza, torque. Estos datos cuantitativos fueron analizados para determinar los patrones de rendimiento.

Diseño del chasis y electrónica: En la primera sección, se diseñó el chasis del robot usando el software de modelado 3D “SketchUp”, para crear las dimensiones a escala real del chasis y modelar los espacios para sus componentes, como se muestra en las figuras 10 y 11.

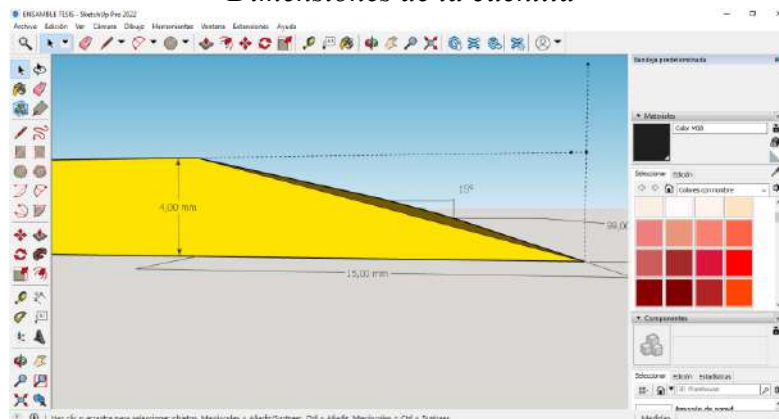
- Diseño y dimensiones del chasis: Horizontal 99,00mm, vertical 95,00mm.
- Espesor del chasis: 4,00mm.
- Diseño y dimensiones de la rampa: 15,00mm en ángulo de 15°.

Figura 10
Dimensiones de la base



Fuente: Autores

Figura 11
Dimensiones de la cuchilla

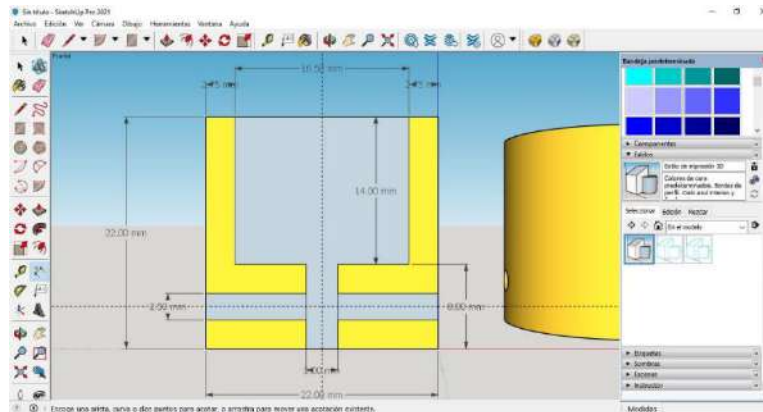


Fuente: Autores

Después de la elaboración del diseño del chasis, también se dimensionó los aros que van sujetos al eje de cada motor, que darán movimiento al robot, como se muestra en la figura 12.

- Eje de Bronce con diámetro de 22,00mm x alto de 22,00mm.
- Perforación para ubicación del motor con diámetro de 16,50mm con profundidad de 14,00mm.
- Perforación para sujetador del eje del motor con diámetro de 2,50mm.
- Perforación punto centro para eje del motor con diámetro 3,00mm.

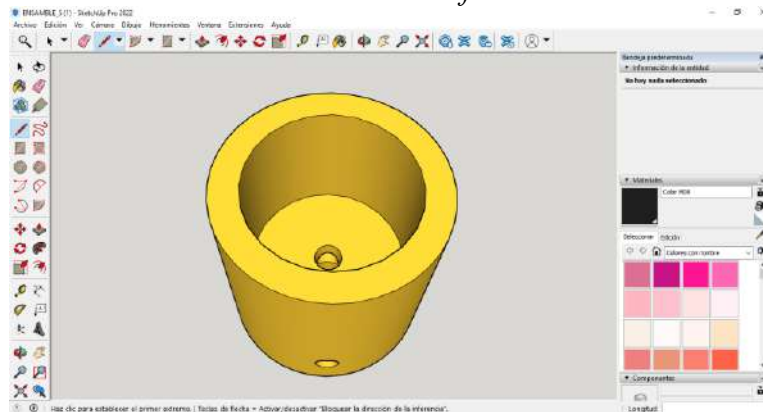
Figura 12
Dimensiones del aro



Fuente: Autores

En la figura 13 se muestra el diseño final de los aros con sus perforaciones para incrustar los prisioneros y el eje del motor.

Figura 13
Diseño del aro final

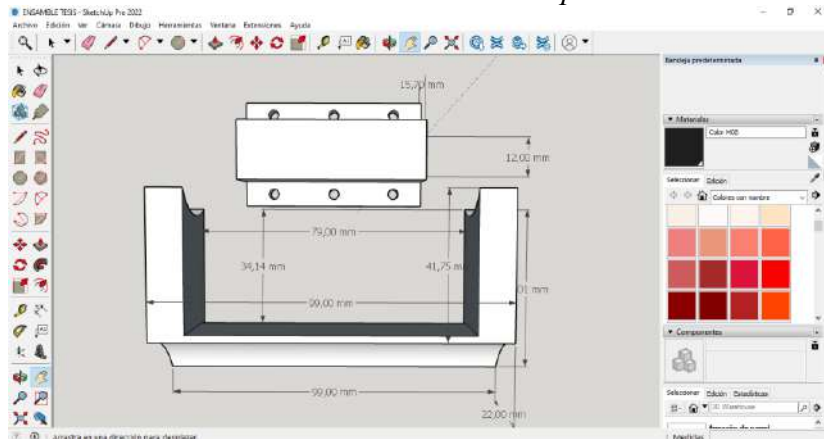


Fuente: Autores

El siguiente proceso fue el diseño de la carrocería para establecer los espacios que ocuparán los componentes.

- Espacios de motores en 15,70mm x 12,00mm.
- Espacio para batería en 79,00mm x 34,14mm x alto de 22,00mm.
- Espacio para la placa electrónica en 99,00mm x 41,75mm.

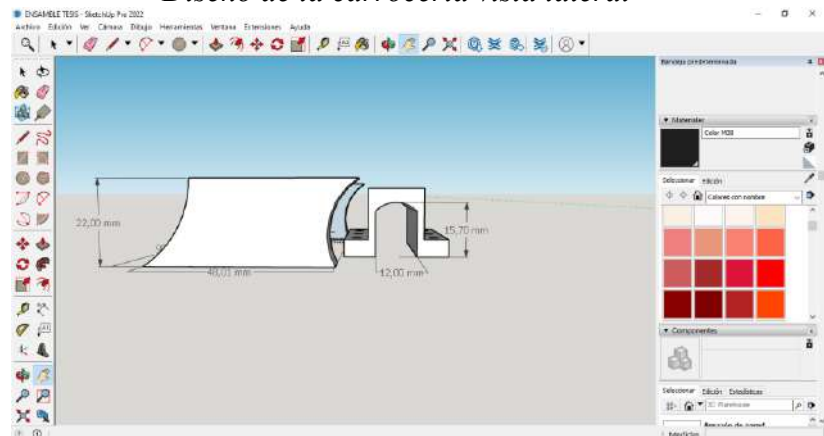
Figura 14
Diseño de la carrocería vista superior



Fuente: Autores

Se muestra en la figura 15 la vista lateral del chasis en el programa de 3D SketchUp.

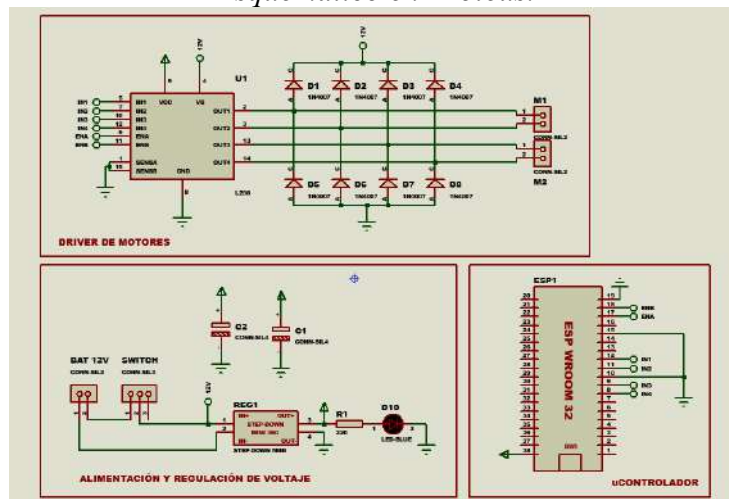
Figura 15
Diseño de la carrocería vista lateral



Fuente: Autores

Al tener diseñada su carrocería se procedió a diseñar su hardware electrónico en el software de simulación “Proteus” implementando un módulo ESP32 Wifi-Bluetooth RWOM32, un driver de motores L298N, un convertor de voltaje step-Down 360 mini, conectores y un switch.

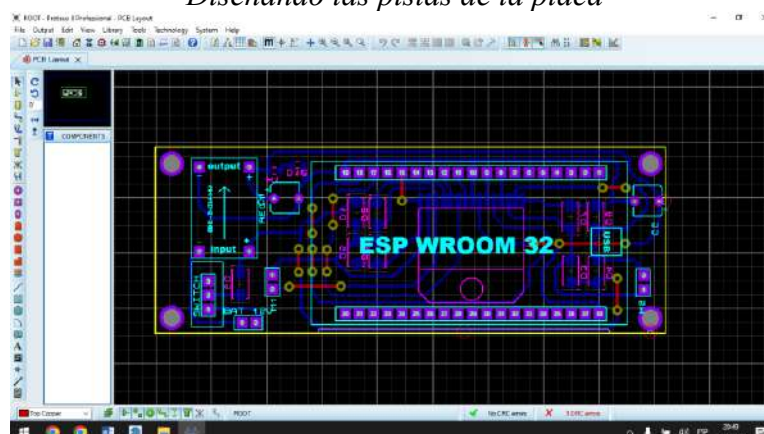
Figura 16
Esquemático en Proteus.



Fuente: Autores

En la figura 16 se muestran las conexiones de los componentes que conforman la tarjeta de control del robot, primero se usa un conector macho para conectar la batería, el voltaje ingresa a al conversor de voltaje DC-DC, para bajar y estabilizar el voltaje a 5v que energizará al módulo ESP 32 y al driver de motores, el módulo ESP32 mediante la conexión Bluetooth se recibirá los datos que enviará el mando de play station 4, una vez recibidos los datos inalámbricos el ESP32 enviará las órdenes al driver para controlar los motores DC.

Figura 17
Diseñando las pistas de la placa

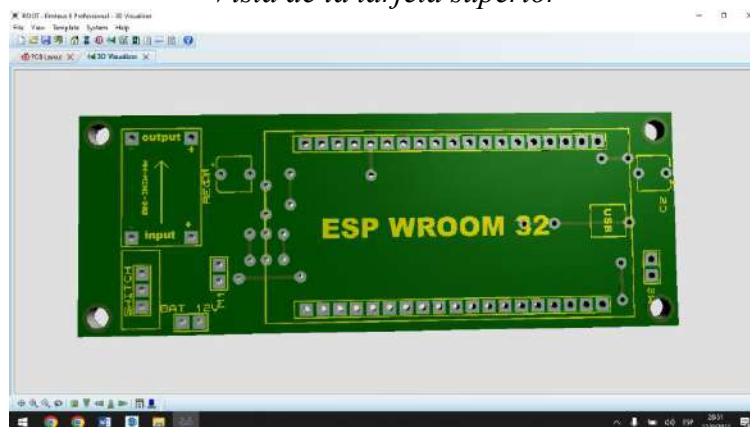


Fuente: Autores

En la figura 18 y 19 se muestra la placa con su diseño final, representada en 3D con el programa SketchUp, con todos los puntos de soldaduras junto las perforaciones para los puentes y de los

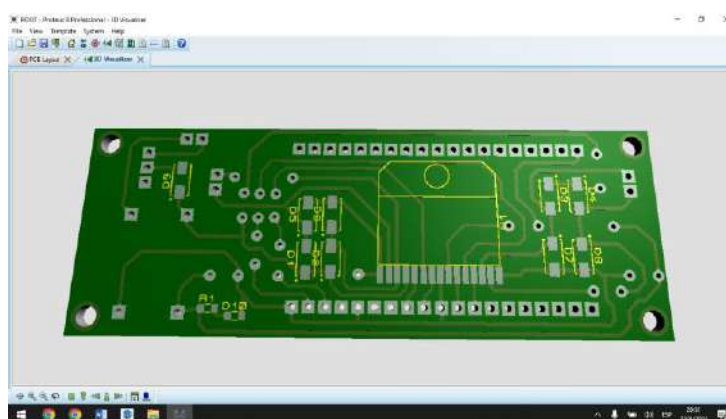
componentes (ESP32, regulador mini360, switch, capacitores).

Figura 18
Vista de la tarjeta superior



Fuente: Autores

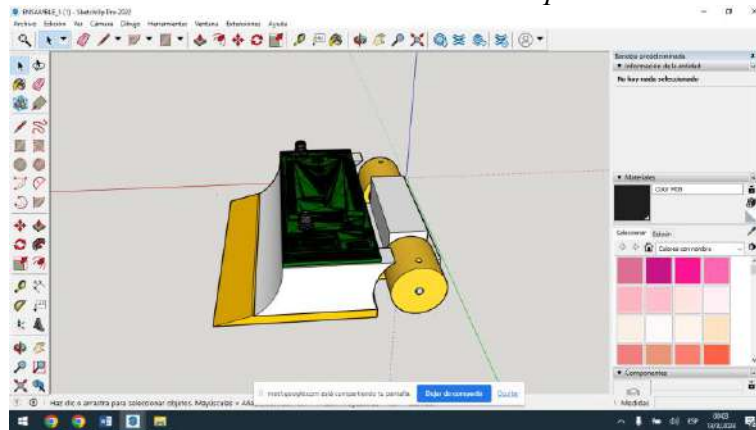
Figura 19
vista de la tarjeta inferior



Fuente: Autores

En el siguiente proceso se realizó el ensamblaje en el software SKETCH-UP del robot con sus componentes físicos y electrónicos, como se muestra en la figura 20.

Figura 20
Vista del robot con todos los componentes



Fuente: Autores

Construcción de la carrocería y electrónica: En este apartado, se explicará el proceso para la construcción de la carrocería y tarjeta de control. Luego de haber realizado el diseño se decidió enviar a maquinar la base del robot en una empresa metalúrgica ya que no se contaba con las herramientas y máquinas especializadas, en la figura 20 se muestra la base ya maquinada en acero negro con su densidad de 7.85 gr/ cm³.

Figura 21
Base hecha por metalurgia



Fuente: Autores

Luego de haber maquinado la base del robot, se imprimió el chasis con las dimensiones específicas de la figura 14, haciendo uso de una impresora 3D con filamento PLA.

Figura 22
Diseño final de la impresión



Fuente: Autores

Los aros fueron fabricados con las medidas específicas de la figura 23, en una empresa que presta servicios de maquinado metálico y torno, el material usado es el metal bronce con su densidad 8.9 g/cm^3 .

Figura 23
Aros de bronce



Fuente: Autores

En el siguiente proceso se fabricó el diseño del hardware electrónico de la figura 24, donde se utilizó una plancha de baquelita de cobre y CNC.

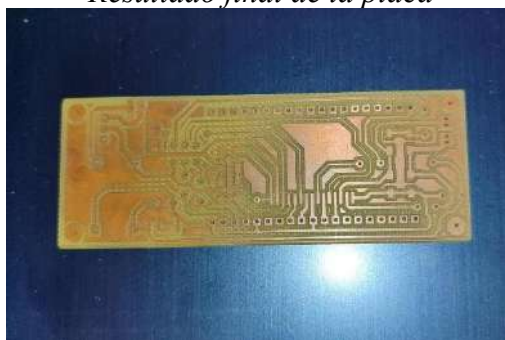
Figura 24
Proceso de CNC de las placas



Fuente: Autores

En la siguiente figura 25, se muestra el resultado final de la placa electrónica por medio del proceso de CNC.

Figura 25
Resultado final de la placa



Fuente: Autores

Ensamblaje del robot mini sumo RC: En este capítulo se procedió a ensamblar la placa electrónica con el módulo ESP 32. Se empezó a soldar en primer lugar la tarjeta el regulador step-Down mini 360 al mismo tiempo el switch para consiguiente conectar la batería, después de haber soldado el regulador se procede a calibrar el regulador de 12v a 5v para el microcontrolador ESP32.

A continuación, se procede a soldar los puentes ya que el diseño de la figura 17 se visualiza los bus de datos es decir las pistas de cobre, están en una sola cara de la placa, luego de ya haber realizado lo anterior finalmente se procede a soldar el microcontrolador ESP32, como se lo representa en la figura 26.

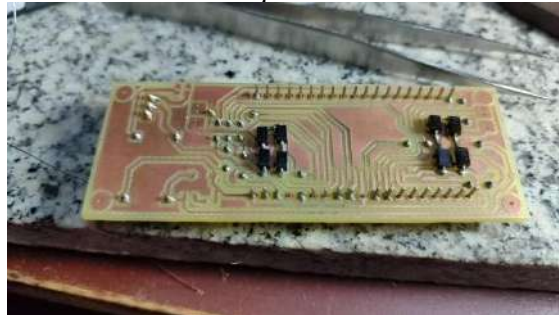
Figura 26
Soldando los componentes primarios



Fuente: Autores

En segundo lugar, se realizó la soldadura de los componentes como los diodos M7 y soldando los pines de comunicación del microcontrolador ESP32, representado en la figura 27, ya concluyendo lo anterior se procede a soldar el puente H que es le L298N.

Figura 27
Soldando los componentes secundarios



Fuente: Autores

Luego de haber diseñado y construido las partes del robot con su electrónica como se muestra en la figura 20, se procedió a ensamblar sus componentes que son: chasis, carrocería, aros, batería y placa electrónica.

Figura 28
Soldando los cables de los motores



Fuente: Autores

El montaje de los motores con el chasis hecho a la medida impreso en 3D, sobre la base de acero negro, como se muestra en la figura 29.

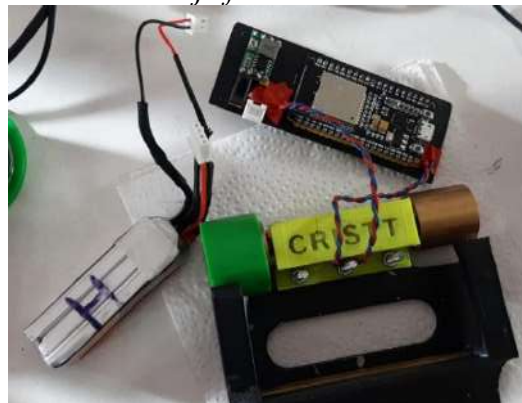
Figura 29
Montaje de los motores con el chasis



Fuente: Autores

En la figura 30, se muestra el ensamblaje de la batería y los cables de los motores ya soldados en la placa controladora.

Figura 30
Ensamblaje final con la batería



Fuente: Autores

En la figura 31, se observa el ensamblaje completo del robot Paulexito con su control.

Figura 31
Vista final del robot ensamblado

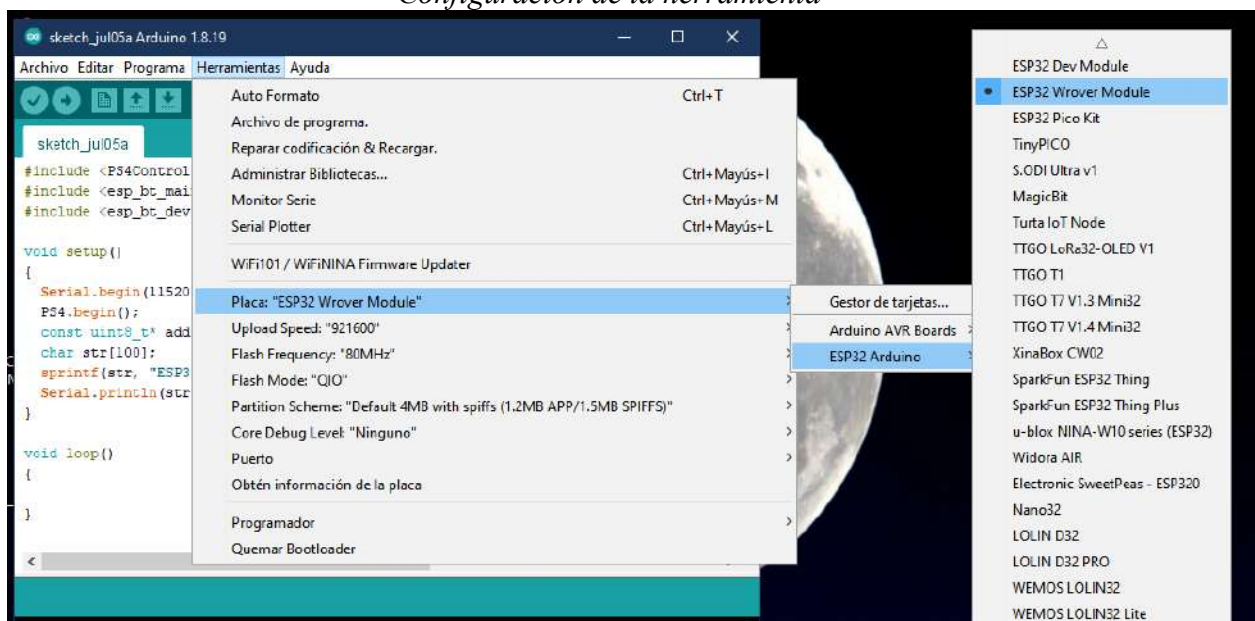


Fuente: Autores

Programación de la tarjeta de control y comunicación inalámbrica: En este apartado se desarrolló el sistema de comunicación inalámbrica usando un joystick dualshock 4 y el módulo ESP 32, en primer lugar, se extrajo la identificación M.A.C¹ de la ESP 32 usando el software de codificación “Arduino.ino” para ingresarla en el joystick dualshock 4 usando la aplicación “Sixaxis Pair Tool”.

Luego de la compilación se en primer lugar se configura al ide de Arduino para que reconozca el microcontrolador ESP32, asignando el puerto y otros parámetros más, como se muestra en la figura 33.

Figura 32
Configuración de la herramienta



Fuente: Autores

Después de la configuración del ide Arduino, se procede a conectar el micro por el puerto asignado, lo siguiente subir el código hacia el ESP 32, al estar subiendo el código se presiona el pulsador de boot.

¹ Una dirección MAC (Media Access Control) es un código único de 12 dígitos asignado a cada dispositivo en una red. Sirve para identificar el dispositivo en la red y no cambia fácilmente. Se utiliza para el control y la identificación en redes locales, como Bluetooth, Ethernet y Wi-Fi. (Fernandez, 2017)

Figura 33
Conexión del módulo ESP32 hacia el pc



Fuente: Autores

Se lleva a cabo la conexión del control dualshock 4 hacia la computadora, por otra parte, se ejecuta el programa de Sixaxis Pair tool.

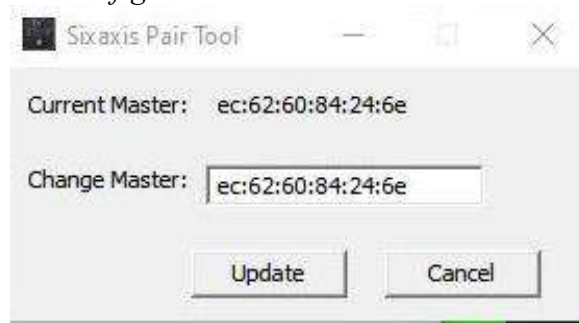
Figura 34
Conexión del control hacia el pc



Fuente: Autores

Ya en el programa se presenta un cuadro, que muestra la dirección MAC del control en la parte superior “Current Master”, la parte inferior “Change Master” es para introducir la dirección MAC del microcontrolador ESP32 ya obtenido.

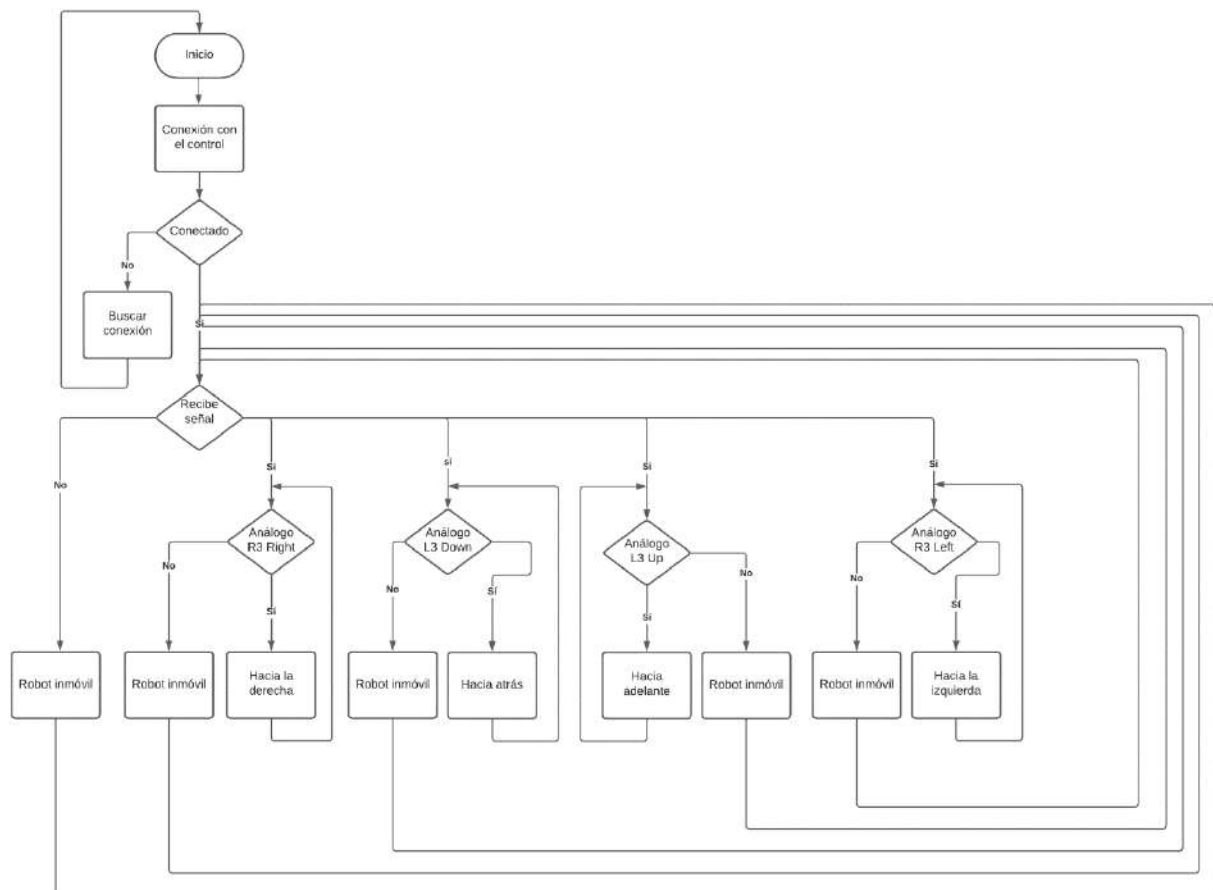
Figura 35
Configuración de la MAC del control



Fuente: Autores

Después de extraer la dirección M.A.C de la ESP 32, se procedió a crear las condiciones de control del robot usando un diagrama de flujo.

Figura 36
Diagrama de flujo de la conexión



Fuente: Autores

A continuación, se creó el código de control en el software “Arduino.ino” en base a las

condiciones del diagrama de flujo.

Validar el funcionamiento del prototipo: En este apartado se realizó la prueba de funcionamiento, lo cual se demostró la conexión mediante la tecnología bluetooth, enviando acciones del control hacia el microcontrolador con todas las condiciones establecidas anteriormente, se verificó exitosamente que la conexión es estable y rápida.

Al poner prueba compitiendo los robots del mismo proyecto para demostrar la agilidad del robot se demostró tener un buen equilibrio peso y torque con la carga nominal de 4,4Kg/ cm, la comunicación entre control dualshock 4 y el módulo ESP32 se verificó con éxito sin ninguna interferencia².

Figura 37

Probando funcionamiento del robot Hectorino



Fuente: Autores

Resultados y discusión

Una vez que se realizó el robot, se comprobó el funcionamiento compitiendo en el Torneo Internacional Runibot en la ciudad de Bogotá – Colombia y en el Torneo Internacional Robot Games Zero Latitud (RGZL) en la ciudad de Quito – Ecuador, obteniendo el primer lugar en categoría **Mini sumo RC**, en la cual cumplió con todas nuestras expectativas y resultados esperados, con ciertas ventajas de diseño para futuras mejoras.

² La interferencia no deseada que afecta la transmisión de señales entre dispositivos. (Federal Communications Commission, 2017)

En la figura 48, se muestra a los integrantes del equipo que viajó al torneo en Bogotá – Colombia, profesores del club de robótica y los estudiantes autores del proyecto de integración curricular.

Figura 38
Rumbo a Bogotá



Fuente: Autores

En la figura 41, se muestra el robot Hectorino compitiendo en la primera vuelta, del evento de Runibot Bogotá – Colombia, el oponente es de la delegación de México.

Figura 39
Competición en Runibots



Fuente: Autores

En la figura 40, se tomó la foto del evento Robot Games Zero Latitud 7ma edición, lo cual obtuvo el primer lugar el robot Hectorino en la categoría mini sumo rc pro.

Figura 40
Robot Games Zero Latitud



Fuente: Autores

En la figura 41, se muestra la semifinal del Paulexito ante la delegación mexicana.

Figura 41
Competición de Sumo en RGZL



Fuente: Autores

En la figura 42, se observa el trofeo y medalla sobre el ganador el robot mini sumo rc.

Figura 42
El robot ganador Hectorino con su trofeo y medalla



Fuente: Autores

En la figura 43 se muestra el certificado del robot ganador en la categoría mini sumo rc pro del evento Robot Games Zero Latitud.

Figura 43
Certificado en primer lugar



Fuente: Autores

Uno de los problemas detectados en las competencias fue la desconexión del mando con la tarjeta de control, esto a causa de las soldaduras frías.

De igual manera se evidenció que los aros que van ubicados en el eje de cada motor se encontraban descalibrados, ocasionando el rose directo con la estructura del motor haciendo que frene, dando como consecuencia la pérdida de movimiento del robot.

Dentro del diseño del chasis en la parte frontal de la pala al momento de implementar la cuchilla se encontró un desnivel, respecto a que no hacía contacto con el dohyo al momento de competir. Por otro lado, la ventaja del robot está en la base del chasis, ya que esta cumple la función de mantener su centro de gravedad pegada al dohyo, lo que resulta difícil que el oponente lo pueda levantar con facilidad.

Finalmente, el estudio demostró su relevancia en el campo de la tecnología de la Robótica. Los Mini Sumos RC han emergido como una faceta intrigante y educativa en el mundo de la robótica. Al asumir el papel central en la modalidad de combate conocida como mini sumo, estos prototipos controlados a distancia han demostrado su capacidad para reflejar el objetivo primordial de las batallas de sumo: desplazar a sus contrincantes fuera de un área de combate

circular. Este enfoque de combate en miniatura fomenta la creatividad y la ingeniería al requerir la implementación de diseños y estrategias eficaces que permitan superar los desafíos tácticos y técnicos.

El proceso de desarrollo de prototipos de Mini Sumo RC refleja la convergencia de diversas disciplinas, desde el diseño hasta la construcción y la programación. Estos pasos están destinados a optimizar la velocidad, agilidad y eficacia de los robots durante las competencias. Los equipos de desarrollo aprovechan una amplia gama de materiales y tecnologías, lo que resulta en una fusión creativa de elementos como plásticos, metales ligeros, motores eléctricos y baterías recargables. Esta multidisciplinariedad es esencial para crear robots que no solo sean funcionales, sino también capaces de destacar en un entorno competitivo.

Por su parte los Mini Sumos RC trascienden su papel en las competencias y se convierten en herramientas educativas y tecnológicas. Son vehículos para aprender y desarrollar habilidades en campos como la robótica, la electrónica y la programación. El proceso de diseño, construcción y programación de estos prototipos brinda a los estudiantes y entusiastas la oportunidad de enfrentar desafíos reales y aplicar soluciones creativas. Además, participar en competencias de Mini Sumo RC promueve el trabajo en equipo, el pensamiento estratégico y la resolución de problemas, preparando a los participantes para futuras carreras en campos técnicos y tecnológicos.

Conclusiones

- Con los programas SketchUp y Proteus se planteó qué materiales usar para su peso y volumen, optimizando los recursos para disminuir el consumo energético del driver “puente H” controlador de motores.
- El chasis tenía que ser fabricado en bronce, al ser escaso dicho material en la ciudad donde se construyó el robot, se tuvo que buscar otro con características similares en la

cual se optó a usar el acero negro ya que cumple con propiedades parecidas como dureza, volumen y peso.

- Realizado el diagnóstico del robot después de las competencias, se tuvo que mejorar las partes de la soldadura, ya que estas estaban en frío, provocando cortocircuito.
- Validando el funcionamiento de los robots mediante torneos se pudo concluir que están totalmente aptos para futuras competencias en donde el Club de Robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila vayan a participar.

Bibliografía

- ANDRÉS, A. G. (Agosto de 2020). *IST Vida Nueva*. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT MINI SUMO RADIO: <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/bitstream/123456789/113/3/43.1460-ACARO-GONZAGA-VINICIO-ANDRES.pdf>
- AVElectronics. (12 de Agosto de 2018). *AVElectronics*. 1N4007 SMA: <https://avelectronics.cc/producto/1n4007-sma/#:~:text=El%201N4007%20M7%20es%20un,rectificadores%20o%20circuitos%20de%20protecci%C3%B3n>.
- AVElectronis. (12 de Agosto de 2018). *AVElectronis*. Convertidor Voltaje DC-DC Step-Down 3A MP2307DN Mini-360: <https://avelectronics.cc/producto/convertidor-voltaje-dc-dc-step-down-3a-mp2307dn/>
- Beningo, J. (21 de 4 de 2020). *DigiKey*. Cómo seleccionar y usar el módulo ESP32 con Wi-Fi/Bluetooth adecuado para una aplicación de IoT industrial: <https://www.digikey.com/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>
- ES ELECTROSTORE. (15 de Junio de 2018). *ELECTROSTORE*. BATERÍA LIPO 3S 11,1V 450MAH TATTU 75C LONG SIZE: <https://grupoelectrostore.com/shop/baterias/baterias-lipo/tattu/bateria-lipo-3s-111v-450mah-tattu-75c-long-size/>
- Federal Communications Commission. (27 de Enero de 2017). *FCC*. Interferencia de señales de radio, TV y telefónicas: <https://www.fcc.gov/consumers/guides/interferencia-de-senales-de-radio-tv-y-telefonicas>
- Fernandez, Y. (6 de Octubre de 2017). *XATAKA*. Qué es la dirección MAC de tu ordenador, del móvil o de cualquier dispositivo: <https://www.xataka.com/basics/que-es-la-direccion-mac-de-tu-ordenador-del-movil-o-de-cualquier-dispositivo>
- FERNÁNDEZ, Y. (23 de Septiembre de 2022). *Xataka*. Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-functiona-que-puedes-hacer-uno>
- FileHorse. (8 de Septiembre de 2022). *FileHorse*. SixaxisPairTool: <https://www.filehorse.com/es/descargar-sixaxispairtool/>
- imasgal. (24 de Febrero de 2023). *imasgal*. SketchUp: <https://imasgal.com/sketchup/>
- NAYLAMP MECHATRONICS. (1 de Agosto de 2023). *NAYLAMP MECHATRONICS*. DRIVER PUENTE H L298N 2A: <https://naylampmechatronics.com/drivers/11-driver-puente-h-l298n.html#:~:text=El%20driver%20L298N%20es%20un,Motor%20paso%20a%20paso%20bipolar>.
- Robot Games Zero Latitud. (23 de Mayo de 2014). *Robot Games Zero Latitud*. Robot Games Zero Latitud: <https://robotgameszerolatitud.jimdofree.com/qui%C3%A9nes-somos-1/>
- Ruiz, M. B. (1970). *Unileon.es*. Uso didáctico del software de ayuda al diseño electrónico “PROTEUS”: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2004-1034/S1F05.pdf>
- SICNOVA. (12 de mayo de 2022). *SICNOVA*. ¿Qué es el PLA en impresión 3D y para qué se utiliza?: <https://sicnova3d.com/blog/experiencias-3d/que-es-el-pla-en-impresion-3d-y-para-que-se-utiliza/>
- Solaque Guzmán, L. E., Sánchez Herrera, G., & Riveros Guevara, A. (2019). *Control de velocidad traslacional y orientación de un robot dedicado a agricultura de precisión* (Vol. 15). Colombia: Revista Politécnica. <https://doi.org/https://doi.org/10.33571/rpolitec.v15n28a1>
- Sumo boy. (15 de Febrero de 2016). Few examples of Mini Sumo robot competition strategies. Youtube. <https://youtu.be/rthMiqFCiBA?list=PLFi95NhQqDyysiHf4-IOQopOHSxIZz96J>
- SUMOZADE. (2 de Agosto de 2019). *SUMOZADE*. Novamax 6V 400 rpm Motor de CC: <https://www.sumozade.com/es/product/novamax-6v-400-rpm-motor-de-cc>