

Robot de batalla categoría 1/2 libra para el Club De Robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila  
Battle robot category 1/2 pound for the Robotics Club of the Tsa'chila Higher Technological Institute

Cevallos Sarango Cristian Nicolas, Rodríguez Criollo Walter Miguel, Romero Macas Heinerth Guillermo

CIENCIA E INNOVACIÓN EN  
DIVERSAS DISCIPLINAS  
CIENTÍFICAS.

Enero - Junio, V°6-N°1; 2025

- ✓ **Recibido:** 5/03/2025
- ✓ **Aceptado:** 20/03/2025
- ✓ **Publicado:** 31/06/2025

PAIS

- Ecuador – Santo Domingo
- Ecuador – Santo Domingo
- Ecuador – Santo Domingo

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

CORREO:

- ✉ [cristiancevallossarango@tsachila.edu.ec](mailto:cristiancevallossarango@tsachila.edu.ec)
- ✉ [walterrodriguezcriollo@tsachila.edu.ec](mailto:walterrodriguezcriollo@tsachila.edu.ec)
- ✉ [heinerthromero@tsachila.edu.ec](mailto:heinerthromero@tsachila.edu.ec)

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0000-6055-1056>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0009-7666-2434>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-6972-9217>

FORMATO DE CITA APA.

Cevallos, C. Rodríguez, W. Romero, H. (2025). Robot de batalla categoría 1/2 libra para el Club De Robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila. Revista G-ner@ndo, V°6 (N°1), 2904 – 2934.

Resumen

Este trabajo de titulación tiene como objetivo el diseño y construcción de un robot de batalla en la categoría de 1/2 libra para el Club de Robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila. El proyecto fomenta el aprendizaje práctico en robótica de combate, desarrollando habilidades en ingeniería electrónica, mecánica y sistemas de control. El diseño del robot se basó en el análisis de proyectos similares, seleccionando materiales como poliuretano termoplástico (TPU) y aluminio para garantizar resistencia y ligereza. Se integraron motores brushless y baterías LiPo para optimizar la eficiencia energética y el desempeño en movilidad. La construcción incluyó diseño digital, impresión 3D y corte láser, seguido del ensamblaje de los sistemas electrónicos y mecánicos. Pruebas operativas evaluaron maniobrabilidad, respuesta del sistema de control y efectividad del arma. El robot participó en una competencia organizada por el Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, donde demostró un rendimiento óptimo y obtuvo el primer lugar. Su éxito valida la efectividad del diseño y refuerza la capacidad del Club de Robótica para competir en torneos nacionales e internacionales, sentando las bases para futuras innovaciones.

**Palabras Clave:** Robot\_de\_Batalla, 1/2\_libra, Robótica, Chasis\_Ligero, Competencias.

Abstract

This thesis aims to design and build a combat robot in the 1/2-pound category for the Robotics Club at the Tsa'chila Higher Technological Institute. The project promotes hands-on learning in combat robotics, developing skills in electronic engineering, mechanics, and control systems. The robot's design was based on an analysis of similar projects, selecting materials such as thermoplastic polyurethane (TPU) and aluminum to ensure strength and lightness. Brushless motors and LiPo batteries were integrated to optimize energy efficiency and mobility performance. Construction included digital design, 3D printing, and laser cutting, followed by the assembly of the electronic and mechanical systems. Operational tests evaluated maneuverability, control system response, and weapon effectiveness. The robot participated in a competition organized by the Tsa'chila Higher Technological Institute, where it demonstrated optimal performance and won first place. Its success validates the effectiveness of the design and strengthens the Robotics Club's ability to compete in national and international tournaments, laying the groundwork for future innovations.

**Keywords:** Battle\_Bot, 1/2\_pound, Robotics, Lightweight\_Chassis, Skills.

## Introducción

La robótica de combate es un campo en constante evolución que integra disciplinas como la ingeniería mecánica, electrónica y sistemas de control, con el propósito de desarrollar robots capaces de enfrentar desafíos estructurales y operativos en entornos competitivos. En este contexto, el presente proyecto tiene como finalidad la construcción de un robot de batalla en la categoría de 1/2 libra para el Club de Robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, cumpliendo con los estándares de torneos nacionales. Uno de los principales retos en la construcción de un robot de batalla de 1/2 libra es lograr un equilibrio óptimo entre peso, resistencia y maniobrabilidad. Para ello, se emplearán materiales innovadores como poliuretano termoplástico (TPU) y aluminio, los cuales presentan características mecánicas que potencian el rendimiento del robot. El TPU es un material altamente flexible, resistente a impactos y con propiedades de absorción de energía, lo que permitirá minimizar los daños estructurales durante el combate. Por otro lado, aluminio aportará rigidez y durabilidad a componentes clave, asegurando una estructura sólida capaz de resistir colisiones sin comprometer la funcionalidad del robot.

El proceso de desarrollo se estructurará en diversas etapas, comenzando con una investigación exhaustiva sobre referentes nacionales en robótica de combate. Se analizarán distintas configuraciones mecánicas y electrónicas utilizadas en robots de mayor peso, con el fin de adaptar estrategias de diseño a las limitaciones de la categoría de 1/2 libra. Posteriormente, se procederá con la selección y ensamblaje de componentes electrónicos, motores, baterías y sistemas de transmisión, asegurando la integración eficiente del sistema de control remoto.

La fabricación del chasis y el sistema de armas será un aspecto importante en este proyecto, ya que debe garantizar tanto la resistencia estructural como la capacidad ofensiva del robot. La combinación de TPU y aluminio permitirá diseñar una estructura optimizada, maximizando la protección de los circuitos internos y mejorando la eficiencia del sistema de armas. Para evaluar el desempeño del robot, se llevarán a cabo pruebas funcionales en

---

condiciones simuladas de combate, donde se analizará la respuesta de los motores, la efectividad del mando a distancia y la estabilidad del sistema de armas en diferentes escenarios.

Más allá de su impacto en el ámbito competitivo, este proyecto representa una oportunidad para que los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila desarrollen habilidades técnicas en robótica, automatización y diseño de sistemas mecatrónicos. La participación en la construcción del robot fomentará el trabajo en equipo, la toma de decisiones basada en análisis técnico y la resolución de problemas en entornos dinámicos. Además, contribuirá a posicionar a la institución en el ámbito de la innovación tecnológica, promoviendo su participación en eventos académicos y torneos de robótica a nivel nacional. En conclusión, el desarrollo de este robot de batalla de 1/2 libra combina principios de ingeniería avanzada con el uso de materiales innovadores, garantizando un diseño competitivo y funcional. A través de este proyecto, se busca consolidar el Club de Robótica como un espacio de experimentación y aprendizaje práctico, impulsando la excelencia académica y fortaleciendo la vinculación del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila con la comunidad tecnológica y científica

### **Métodos y Materiales**

El desarrollo del proyecto se basó en la metodología de diseño de ingeniería, iniciando con la definición del objetivo general como directriz para estructurar las actividades a realizar. Se llevó a cabo un proceso secuencial, desde la fase de conceptualización hasta la implementación y pruebas operativas. Cada etapa fue documentada para ofrecer una visión clara del procedimiento seguido. El enfoque incluyó la identificación de requisitos, el diseño preliminar, la construcción y optimización de prototipos, la validación técnica, la implementación final y las pruebas de desempeño. Estas fases fueron fundamentales para asegurar que el proyecto cumpliera con los criterios de calidad y funcionalidad establecidos.

Las etapas son las siguientes:

---

- Investigar tipos, materiales y componentes para un robot de batalla de bajo peso, que sirva como referencia para la construcción de un robot de batalla de 1/2 libra.
- Definir y seleccionar los componentes electrónicos y mecánicos más adecuados para el diseño y construcción del robot de batalla.
- Diseñar y fabricar las piezas del chasis, el sistema de control y el arma del robot, aplicando principios de ingeniería mecánica y electrónica.
- Realizar pruebas de funcionalidad y rendimiento del robot, evaluando la eficacia del mando a distancia, la respuesta de los motores y el desempeño del sistema de arma en condiciones similares a las de combate.

El diseño Drumbot fue seleccionado para la construcción del robot de batalla de media libra debido a su eficiencia en la generación de impactos cinéticos mediante un tambor rotatorio de alta velocidad. Este mecanismo, accionado por un sistema de transmisión por correa o cadena, proporciona un alto coeficiente de daño por impacto al oponente, con la capacidad de voltear y desestabilizar su estructura. La ventaja principal radica en su bajo centro de gravedad, lo que le confiere estabilidad y reduce la susceptibilidad a vuelcos durante el combate, optimizando la transmisión de energía en cada colisión.

Además, el Drumbot exhibe un menor momento de inercia en comparación con los spinners verticales, lo que permite tiempos de aceleración reducidos y una respuesta dinámica más eficiente en la arena de combate. La geometría del tambor favorece la interacción con distintos tipos de blindajes, maximizando el daño sin comprometer la maniobrabilidad del robot. Su diseño compacto permite una distribución eficiente de los componentes internos, mejorando la resistencia estructural y facilitando la integración de sistemas de tracción y control. Esto convierte al Drumbot en una elección óptima para maximizar la competitividad en su categoría.

---

Análisis y selección los componentes electrónicos y mecánicos.

**Tabla 1:** Comparación de materiales en ruedas

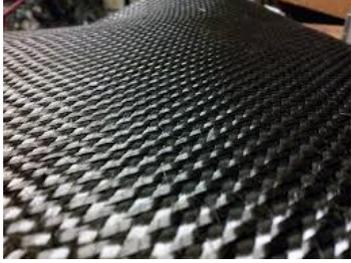
| <b>FingerTech Foam Wheels</b>  | <b>FingerTech Foam Wheels</b>   |
|--|---|
| <p>Los neumáticos de espuma de neopreno de alta calidad acoplados a los Twist Hubs le brindan una solución liviana, que absorbe los golpes y de alta tracción para transferir potencia al suelo.</p> <p>Diámetro: 1.5 pulgadas<br/>           Ancho: 0.75 pulgadas<br/>           Peso: 2.30 gramos / 0.08 onzas</p> | <p>Los neumáticos de espuma de neopreno de alta calidad, en conjunto con los reconocidos Twist Hubs, ofrecen una opción ligera, con excelente amortiguación y alta adherencia, optimizando la transferencia de potencia al suelo.</p> <p>Diámetro: 1.25 pulgadas<br/>           Ancho: 0.5 pulgadas<br/>           Peso: 1.06 gramos / 0.04 onzas</p> |



*Nota.* La tabla compara materiales de ruedas según peso, tamaño y rendimiento para aplicaciones en robótica.

Entre ambas opciones de Se eligen las ruedas de 1.25 pulgadas de espuma de neopreno debido a su menor peso (1.06 g frente a 2.30 g), lo que reduce el momento de inercia rotacional ( $I = \frac{1}{2}mr^2$ ), optimizando la respuesta dinámica del robot en aceleraciones y cambios de dirección. La espuma de neopreno proporciona un coeficiente de fricción estática elevado, mejorando la adherencia sobre superficies de combate y maximizando la transferencia de torque sin generar pérdidas por deslizamiento. Su menor ancho (0.5 pulgadas) favorece una distribución de carga más concentrada, lo que incrementa la presión de contacto y mejora la tracción.

**Tabla 2:** Análisis de materiales para cubierta del chasis

| <b>Fibra de carbono</b>   | <b>Plancha de Aluminio</b>   |
|---|--|
| La fibra de carbono es un material sintético formado por filamentos ultrafinos de 6 a 10 $\mu\text{m}$ de diámetro, compuestos principalmente de carbono. Su elevada dureza le otorga una mayor resistencia al impacto en comparación con el acero, lo que la convierte en un material ideal para aplicaciones que requieren alta resistencia y bajo peso. (Quivensa, 2024) | La plancha de aluminio fina y liviana se refiere a láminas de aluminio delgadas que generalmente tienen un grosor que varía entre 0.4 mm y 20 mm. Estas planchas son ligeras, fáciles de manejar, y se caracterizan por su excelente soldabilidad y resistencia a la corrosión. (Aceros, 2025) |
|    |    |

*Nota:* La tabla compara la fibra de carbono y la plancha de aluminio según resistencia, peso y aplicación.

Se elige la plancha de aluminio para la cubierta del chasis del robot de media libra debido a su bajo peso, facilidad de mecanizado y buena resistencia estructural. Con espesores entre 0.4 mm y 20 mm, ofrece un equilibrio entre rigidez y flexibilidad, permitiendo absorber impactos sin fracturarse. A diferencia de la fibra de carbono, que, aunque más resistente es frágil y difícil de trabajar, el aluminio permite cortes y perforaciones precisas, facilitando modificaciones en el diseño. Además, su excelente soldabilidad y resistencia a la corrosión aseguran una mayor durabilidad en combate, sin comprometer la movilidad del robot.

**Tabla 3:** Análisis de materiales para el Chasis

| Poliétileno   | TPU  |
|---|--|
| <p>El polietileno (HDPE) contiene una alta relación resistencia-peso, flexibilidad, transparencia cerosa, resistencia a la intemperie y tenacidad a bajas temperaturas (hasta -60°C).</p> | <p>El TPU (poliuretano termoplástico) es un material flexible y resistente, con una alta elasticidad (elongación a la rotura entre 500-700%) y una resistencia a la tracción de 15-50 MPa, dependiendo de su formulación. Su baja dureza Shore A (60-95) le permite absorber impactos y resistir deformaciones sin romperse. Además, presenta alta resistencia a la abrasión (pérdida por desgaste menor a 30 mm<sup>3</sup>/1000 ciclos) y soporta temperaturas entre -40°C y 80°C sin perder propiedades mecánicas. (Lubrizol, 2025)</p> |
| <p>Incluyen una resistencia a la tracción de 0.20 - 0.40 N/mm<sup>2</sup> y una densidad de 0.944 - 0.965 g/cm<sup>3</sup><br/>(LMB Soluciones Industriales, 2023)</p>                    |  |
|    |    |

*Nota:* La tabla compara polietileno y TPU en resistencia, flexibilidad y uso, destacando ventajas del TPU.

Se elige el TPU (poliuretano termoplástico) para el chasis del robot de media libra debido a su alta elasticidad (500-700%), lo que le permite absorber impactos sin fracturarse, y su resistencia a la tracción (15-50 MPa), asegurando durabilidad en combate. Su baja dureza Shore A (60-95) mejora la absorción de impactos y reduce daños en colisiones. Además, su alta resistencia a la abrasión y estabilidad térmica (-40°C a 80°C) garantizan un rendimiento óptimo en condiciones exigentes. A diferencia del polietileno, el TPU ofrece mayor flexibilidad y tenacidad, favoreciendo la protección y estabilidad del robot.

**Tabla 4:** Comparación de materiales para abastecimiento de energía

| Batería LiPo Tattu   | Batería LiPo Tattu   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– Capacidad mínima: 450 mAh</li> <li>– Configuración: 3S1P / 11,1 V / 3 celdas</li> <li>– Tasa de descarga: 75 C</li> <li>– Tasa máxima de descarga por ráfaga: 150 C</li> <li>– Peso neto (<math>\pm 20</math> g): 42 g</li> <li>– Dimensiones: 45 mm de largo x 24 mm de ancho x 21 mm de alto (Electrostore., 2024)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad (mAh): 300 mAh</li> <li>Voltaje (V): 7.6</li> <li>Tasa de descarga (C): 75C</li> <li>Tasa de descarga de ráfaga máxima (C): 150</li> <li>Configuración: 2S1P</li> <li>Peso neto (<math>\pm 20</math> g): 16</li> <li>Dimensiones: longitud (<math>\pm 5</math> mm): 45, ancho (<math>\pm 2</math> mm): 16 y altura (<math>\pm 2</math> mm): 12 (EvanRobotics, Tattu 2s 300mah 75c, 2025)</li> </ul> |
|   |    |

*Nota:* Esta tabla muestra la comparación entre dos baterías LiPo Tattu, destacando sus diferencias en capacidad, peso y dimensiones.

Entre las dos opciones de baterías LiPo Tattu, la de 300 mAh es la elección ideal para el robot de media libra debido a su menor peso de 16 g, en comparación con los 42 g de la versión de 450 mAh. Aunque la batería de mayor capacidad ofrece más autonomía, el peso adicional podría afectar la movilidad y el desempeño en combate. Ambas baterías comparten la misma tasa de descarga de 75C y una descarga máxima por ráfaga de 150C, lo que garantiza un rendimiento adecuado.

**Tabla 5:** Comparación de materiales – Interruptor de encendido/apagado

| Switch miniatura de 1 polo, 1 tiro, 2 posiciones   | Power Switch FingerTech   |
|--|---|
| <p>Mini interruptor basculante de 4/2 amperios, diseñado para operar a 250/127 VCA. Cuenta con un solo polo, un solo tiro y dos posiciones (ENCENDIDO-APAGADO). Construido en plástico negro para mayor durabilidad. (Stereon, 2024)</p> | <p>Conectores de cobre y tornillo de aluminio. Dimensiones: 12,7 x 12,7 x 6,35 mm (0,5 x 0,5 x 0,25 pulgadas). Los terminales de cobre miden 3,5 mm x 1 mm (0,138 x 0,04 pulgadas) y sobresalen 6,35 mm (0,25 pulgadas) del cuerpo del interruptor. Peso: 2,15 gramos (0,076 oz). (Davis, 2023)</p> |

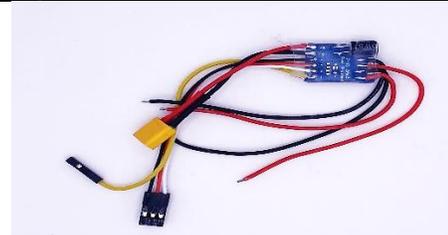


*Nota:* Esta tabla presenta una comparación entre dos interruptores de encendido/apagado, resaltando sus materiales, peso y dimensiones.

Se elige el Power Switch FingerTech debido a su diseño compacto y liviano (2,15 g), ideal para optimizar el peso del robot de media libra. Sus conectores de cobre garantizan una baja resistencia eléctrica y una conexión eficiente, mientras que su estructura con tornillos de aluminio aporta durabilidad y resistencia mecánica. Además, su tamaño reducido (12,7 x 12,7 x 6,35 mm) facilita la integración en espacios limitados dentro del chasis. A diferencia del interruptor basculante, este modelo minimiza el riesgo de desconexión involuntaria durante impactos, asegurando un rendimiento confiable en combate.

**Tabla 6:** Comparación de materiales – Tarjeta de control

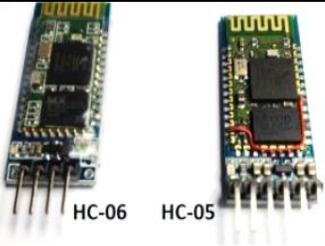
| <b>Scorpion Nano</b>   | <b>Budget Ant DESC</b>   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- El Scorpion Nano es un diseño de puente en H totalmente reversible. Manejo de potencia igual en ambas direcciones en ambos canales.</li> <li>- La función de calibración hace coincidir la unidad con el rango de señal de radio. La configuración se conserva en el almacenamiento no volátil EEPROM (Nano, 2024)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tamaño reducido: 24x18x5mm, peso de 7 g con cables</li> <li>Voltaje: Recomendado: 2-4S, corriente: 2A continua</li> <li>Frenado central para un mejor control del motor</li> <li>Mezcla integrada (deshabilitada de forma predeterminada) Alimentación: conector XT30U para conectar a una batería o a una placa de distribución de energía. Señal: 1 conector servo para Ch2 + 5v(BEC) + GND y un conector de señal CH1 de 1 pin. (EvanRobotics, Budget Ant DESC, 2025)</li> </ul> |



*Nota:* Esta tabla muestra la comparación entre dos versiones del controlador, resaltando diferencias en tamaño, peso, alimentación y características adicionales para una mejor integración en sistemas de control de robots.

Se selecciona la Budget Ant DESC como tarjeta de control debido a su diseño compacto (24x18x5 mm, 7 g incluyendo cables), lo que optimiza la distribución de peso y espacio en un robot de media libra. Su capacidad de operar en un rango de voltaje de 7.4V a 16.8V (2-4S LiPo) y soportar una corriente continua de 2A, la hace adecuada para motores de baja potencia con alta eficiencia. Incorpora un frenado central para un control más preciso del motor y una mezcla integrada deshabilitable, permitiendo adaptabilidad en la configuración. Su conector XT30U facilita la conexión a fuentes de energía, garantizando una alimentación estable y eficiente.

**Tabla 7:** Sistema de comunicación inalámbrica

| Comunicación Inalámbrica Bluetooth   | Control remoto Flysky FS I6  |
|--|--|
| <p>Las especificaciones técnicas del módulo Bluetooth HC-05 son las siguientes<sup>12</sup>:</p> <p>Voltaje de operación: 3.6V - 6V DC<br/>           Consumo corriente: 30 mA a 50mA<br/>           Bluetooth: V2.0+EDR<br/>           Frecuencia: Banda ISM 2.4GHz<br/>           Modulación: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)<br/>           (Prometec, 2023)</p> | <p><b>Especificaciones</b></p> <p>Canales: 6<br/>           Frecuencia inalámbrica: 2,4 GHz<br/>           Potencia de transmisión: &lt;20 dBm<br/>           Protocolo inalámbrico: AFHDS 2A<br/>           Alcance: 500 ~ 1500 m (en el aire)<br/>           Resolución de canal: 4096<br/>           Batería: 1.5AA * 4<br/>           Pantalla: pantalla transfectiva STN, matriz de puntos LCD 128x64,<br/>           Dimensiones: 174x89x190mm<br/>           Peso: 392g<br/>           Certificación: CE, RCM, PAHS, FCC ID: N4ZFLYSKYI6 (EvanRobotics, Flysky FS I6, 2025)</p> |
|   |    |

*Nota:* Esta tabla compara dos sistemas de comunicación inalámbrica, destacando diferencias en alcance, consumo energético y funcionalidad.

La elección del control remoto Flysky FS I6 se basa en su capacidad para operar en 2.4 GHz con el protocolo AFHDS 2A, ofreciendo una conexión estable y segura con alcance de hasta 1500 m en campo abierto. Su resolución de canal de 4096 garantiza un control preciso, lo que es fundamental en robots de combate. Con 6 canales disponibles, proporciona flexibilidad en la configuración de movimientos y funciones. Además, su pantalla transflectiva STN facilita la visualización de parámetros incluso en condiciones de alta luminosidad. Su peso de 392 g y alimentación mediante 4 baterías AA lo hacen práctico y portátil para el usuario.

**Tabla 8:** Comparación de motores para el arma del robot

| <b>Motor F60 Pro III 1750/2500/2700KV</b>   | <b>Arthur A1408 (M5) Motor 3650kv</b>  |
|---|--|
| Cada motor Pro III se suministra con cojinetes EZO de alta calidad para lograr el máximo rendimiento y vida útil. El nuevo diseño de campana luce increíble y, al mismo tiempo, ofrece el mismo agarre antideslizante de la hélice que el Pro II, 2500kv/2700kv. (RCPAPA, 2021) | Peso: 15,9g (incluyendo los cables)<br>Tamaño del Motor: 18,6x17,2mm<br>Diámetro del eje: 1,5mm<br>Diámetro del eje de montaje de hélice. : M5<br>Montaje del Motor: 9*9mm(M2 * 4)<br>Configuración: 9N12P |



*Nota:* Esta tabla compara dos motores diseñados para el sistema de arma, destacando sus diferencias en términos de peso, tamaño, potencia y configuración.

El Arthur A1408 (M5) Motor 3650Kv fue elegido sobre el F60 Pro III 2500/2700Kv por su menor peso (15.9 g vs. ~30 g), esencial en robots de combate de media libra. Su tamaño compacto (18.6 x 17.2 mm) mejora la distribución del peso y la agilidad. Aunque el F60 destaca

en drones por su durabilidad y cojinetes EZO, su mayor peso lo hace menos eficiente. El A1408 ofrece 3650Kv, optimizando velocidad y consumo, con configuración 9N12P para mayor eficiencia. Su eje de 1.5 mm, montaje M5 para hélices y patrón 9x9 mm (M2 x 4) lo hacen ideal.

**Tabla 1:** Análisis de micro motorreductor para la tracción

| <b>Micro Motorreductor Pololu 50:1</b>  | <b>Micro Motorreductor Pololu 30:1</b>   |
|---|--|
| Es un motor de CC cepillado de alta potencia en miniatura de 6 V con una caja de cambios de metal 50:1. Tiene una sección transversal de 10 x 12 mm, y el eje de salida de la caja de cambios en forma de D tiene 9 mm de largo y 3 mm de diámetro. | Este motor reductor es un motor de CC cepillado de alta potencia en miniatura de 12 V con cepillos de carbono de larga duración y una caja de cambios de metal de 29,86:1. Tiene una sección transversal de 10 x 12 mm, y el eje de salida de la caja de cambios en forma de D tiene 9 mm de largo y 3 mm de diámetro. |
| Voltaje: 6v   | Voltaje: 12v   |
| Rendimiento sin carga: 590 RPM, 70 mA   | Rendimiento sin carga: 1100 RPM, 60 mA   |
| Estancando la extrapolación: 0,86 kg·cm (12 oz·in) (Electrostore, 2025)   | Estancando la extrapolación: 0,39 kg·cm (5,4 oz·in), 0,75 A (ElectroStore, 2025)   |



*Nota:* Esta tabla compara dos micro motorreductores Pololu, destacando diferencias en voltaje, reducción, rendimiento y torque, aspectos clave para optimizar la tracción en sistemas robóticos de combate.

El Micro Motorreductor Pololu 30:1 es la mejor opción para un robot de batalla de 1/2 libra debido a su mayor velocidad sin carga (1100 RPM) y menor consumo de corriente (60 mA), lo que mejora la capacidad de respuesta y maniobrabilidad en combate. Su voltaje de 12V permite mayor eficiencia energética en enfrentamientos exigentes. En contraste, el 50:1,

aunque ofrece más torque, sacrifica velocidad (590 RPM) y agilidad, dificultando maniobras evasivas y estrategias ofensivas dinámicas.

**Tabla 2:** Driver del motor del arma

| Driver ESC 30A   | T-Motor F45A V2 ESC<br>(Controlador Electrónico de Velocidad)   |
|--|---|
| <p>Adecuado para aplicaciones de menor demanda, su protección es básica sin características avanzadas su configuración es limitada y con menos opciones de ajuste</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- su menor eficiencia es adecuada para aplicaciones más ligeras, hasta 30A</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frecuencia de trabajo: hasta 48 MHz</li> <li>- Peso: 10 g</li> <li>- Tamaño: 33 x 16 x 6 mm</li> <li>- Configuración de LED: RGB</li> <li>- Uso para: multirrotores de 170 a 450 mm</li> </ul> |
|   |   |

*Nota:* Esta tabla compara dos controladores electrónicos de velocidad (ESC), destacando diferencias en capacidad de corriente, eficiencia y configuraciones avanzadas.

El T-Motor F45A V2 ESC es la opción óptima para un robot de batalla de 1/2 libra debido a su alta frecuencia de trabajo de 48 MHz, que permite una respuesta rápida y precisa en la regulación del motor. Su capacidad de corriente superior a 45A garantiza un desempeño eficiente bajo altas exigencias, evitando sobrecalentamientos. Además, su diseño compacto y ligero (10 g) optimiza la distribución del peso, mientras que su configuración avanzada mejora la adaptabilidad del sistema.

**Diseño y fabricación de las piezas del chasis, el sistema de control y el arma del robot, aplicando principios de ingeniería mecánica y electrónica.**

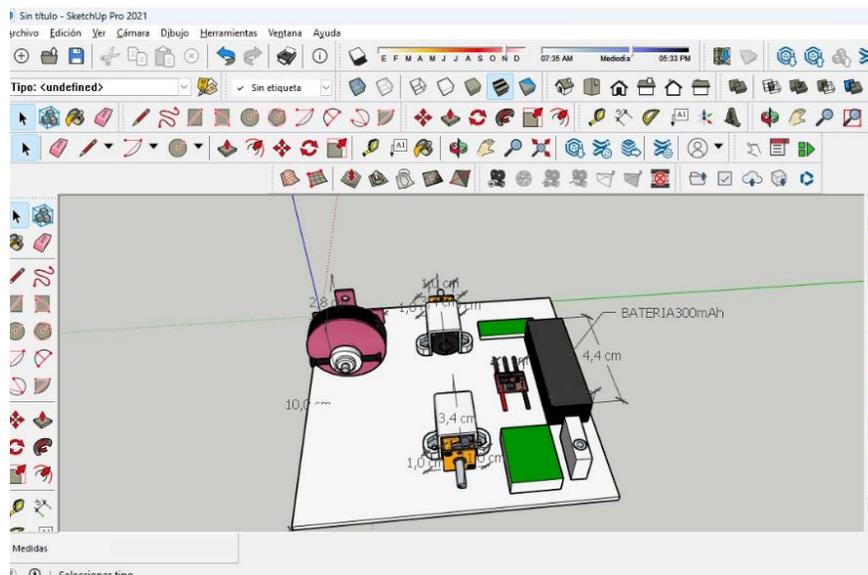
El diseño del robot de batalla de 1/2 libra se fundamenta en la selección de materiales que optimicen resistencia, peso y absorción de impactos. Para el chasis, se ha elegido TPU (poliuretano termoplástico) debido a su flexibilidad y alta capacidad de amortiguación, lo que reduce la transmisión de fuerzas de impacto a los componentes internos. La cubierta del robot

se fabricará con una plancha fina de aluminio de 1mm, proporcionando una barrera liviana pero resistente contra ataques directos. Esta combinación de materiales equilibra protección y peso, mejorando la movilidad sin comprometer la integridad estructural. Además, la distribución estratégica de estos materiales contribuye a la estabilidad y desempeño general del robot en combate, asegurando una mayor eficiencia en la disipación de energía durante los impactos.

A continuación, se detallará la construcción de cada parte del robot, abarcando el diseño y fabricación del chasis, el sistema de control y el arma, aplicando principios de ingeniería mecánica y electrónica.

### Diseño de los componentes internos.

**Figura 1:** Diseño de componentes internos en SketchUp



**Fuente:** Autores

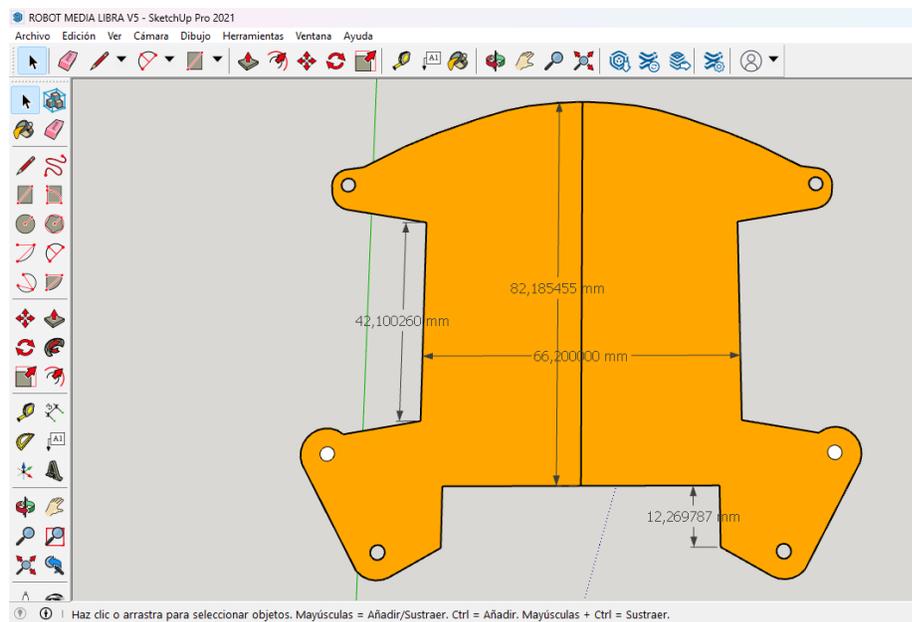
La “Figura 1” presenta el diseño de los componentes internos del robot modelado en el software SketchUp, con dimensiones precisas obtenidas mediante un calibrador. Este procedimiento permitió la distribución óptima de los elementos electrónicos y mecánicos dentro del chasis, asegurando un equilibrio entre compactación y accesibilidad. La disposición

estratégica considera la estabilidad estructural y la disipación térmica, minimizando interferencias y maximizando la eficiencia operativa. Además, este diseño servirá como referencia para la fabricación del chasis garantizando un ensamblaje preciso y una protección adecuada frente a impactos sin comprometer la funcionalidad ni la maniobrabilidad en combate.

### Diseño de la estructura del chasis del robot.

- **Cubierta Superior e inferior**

**Figura 2:** Diseño de cubierta superior e inferior



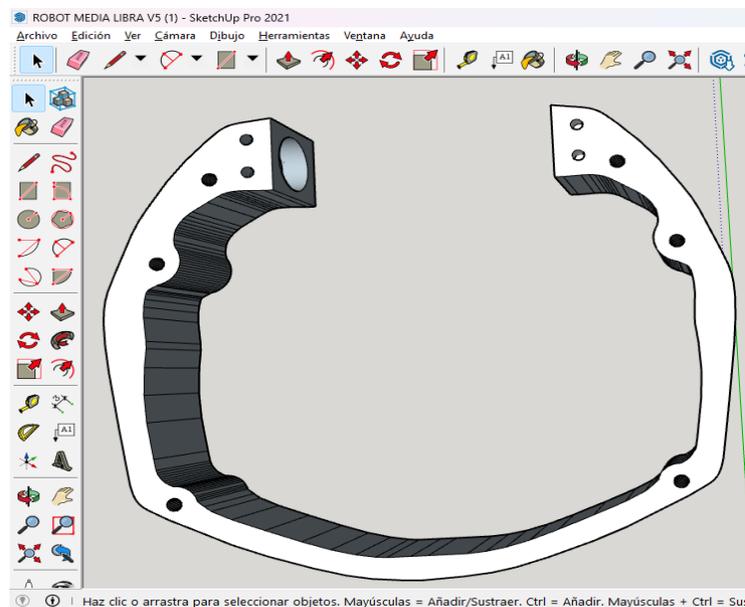
**Fuente:** Autores

La "Figura 2" muestra el diseño de la cubierta superior e inferior del robot, desarrollado en SketchUp con el objetivo de resguardar los componentes electrónicos y mecánicos internos. En la cubierta superior, se incorporó un diseño estratégico que no solo protege los elementos esenciales del sistema, sino que también deja un espacio específico para la instalación del motor, optimizando su ventilación y asegurando un montaje seguro.

Además, la distribución de perforaciones facilita la fijación estructural, garantizando estabilidad durante los combates. Este diseño equilibra protección y funcionalidad, evitando interferencias con el rendimiento del motor y permitiendo un acceso adecuado a los componentes para futuras modificaciones o mantenimientos.

### *Laterales de protección*

**Figura 3:** Diseño de laterales de protección



**Fuente:** Autores

La "Figura 3" muestra el diseño del chasis del robot que ofrecerá una doble función: protección de los componentes internos y absorción de impactos durante el combate. Su estructura envolvente minimiza la exposición de los elementos electrónicos y mecánicos, reduciendo el riesgo de daños por ataques directos.

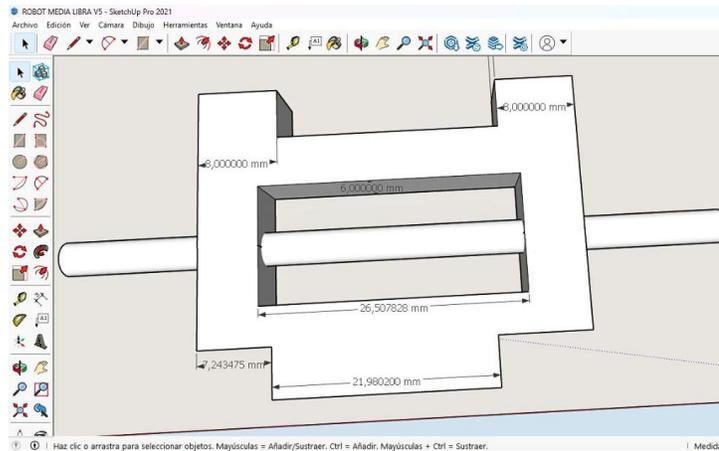
El chasis presenta perforaciones estratégicamente distribuidas para la fijación precisa de las cubiertas superior e inferior, garantizando una estructura robusta y estable. Además, su

diseño incorpora un espacio adecuado para el montaje del sistema de tracción y el motor, permitiendo un ajuste seguro sin comprometer la resistencia del conjunto.

•

### *Arma del robot de batalla*

**Figura 4:** Diseño del arma del robot



**Fuente:** Autores

La "Figura 4" muestra el diseño detallado del arma del robot de batalla, la geometría del arma ha sido optimizada para maximizar la transferencia de energía durante el impacto, garantizando un rendimiento eficiente en combate. Para ello, se realizó los siguientes cálculos:

#### **Cálculo del Peso del Arma**

El arma está compuesta por dos secciones con volúmenes conocidos:

- Primera parte: **2.87 cm<sup>3</sup>**
- Segunda parte: **2.88 cm<sup>3</sup>**
- Volumen total  
$$V_{arma} = 2.87 + 2.88 = 5.75 cm^3$$
- Densidad del material (metal dulce): **7.85 g/cm<sup>3</sup>**
- Peso total del arma:

$$P_{arma} = V_{arma} \times \rho = 5.75 \times 7.85 = 45.1375 \text{ g}$$

### Cálculo del Peso del Eje

- Volumen del eje: **0.64 cm<sup>3</sup>**
- Peso del eje:  
 $P_{eje} = 0.64 \times 7.85 = 5.024 \text{ g}$

### Cálculo del Balanceo del Sistema (Arma + Eje)

El balanceo se logra determinando el centro de masa del sistema. Como el arma y el eje tienen pesos diferentes, debemos calcular el centro de gravedad mediante la fórmula del centroide ponderado:

$$X_c = \frac{\sum(x_i.P_i)}{\sum P_i}, Y_c = \frac{\sum(y_i.P_i)}{\sum P_i}$$

Donde:

- $x_i, Y_i$  son las coordenadas de cada parte (arma y eje).
- $P_i$  es el peso de cada parte.

### Datos proporcionados:

- **Peso del arma:**  $P_a = 45.1375 \text{ g}$
- **Peso del eje:**  $P_e = 5.024 \text{ g}$

### Coordenadas estimadas:

- **Arma:**  $(X_a, Y_a)$
- **Eje:**  $(X_e, Y_e) = (0,0)$

### Cálculo del centro de masa

Para el eje  $X_c$  aplicamos la ecuación:

$$X_c = \frac{(X_a \cdot P_a) + (X_e \cdot P_e)}{P_a + P_e}$$

Para que el sistema esté balanceado, el centro de masa debe estar alineado con el eje de rotación, es decir,  $X_c = 0$ .

---

$$0 = \frac{(X_a \cdot 45.1375) + (X_e \cdot 5.024)}{45.1375 + 5.024}$$

Si el eje está en  $X_e = 0$ , entonces:

$$X_a \cdot 45.1375 = 0$$

Por lo tanto, el arma debe estar centrada en  $X_a = 0$  respecto al eje.

De manera similar, para  $Y_c$

$$Y_c = \frac{(Y_a \cdot P_a) + (Y_e \cdot P_e)}{P_a + P_e}$$

Si  $Y_c = 0$ , se debe ubicar el arma de tal forma que:

$$Y_a \cdot 45.1375 + Y_e \cdot 5.024 = 0$$

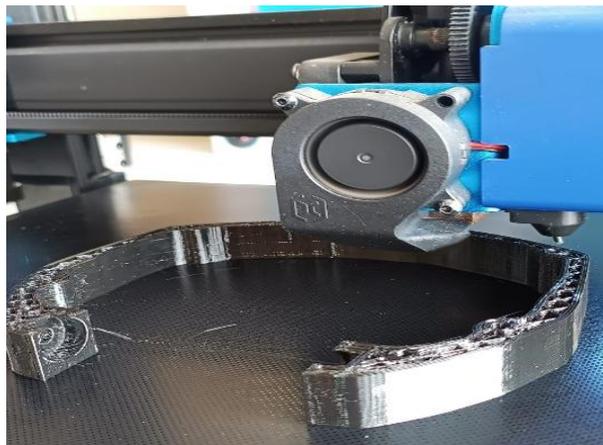
Si  $Y_e = 0$ , entonces  $Y_a$  también se encuentra en 0 para mantener el balance.

Para lograr un correcto balance, el arma debe colocarse de manera que su centro de masa coincida con el eje de rotación. En este caso, el arma está correctamente balanceada si su centro de masa está en (0,0).

### **Fabricación mecánica de piezas diseñadas en SketchUp**

- **Impresión de laterales en TPU**

**Figura 5:** Impresión de laterales en TPU



**Fuente:** Autores

---

La “Figura 5” muestra la impresión 3D de los laterales del chasis del robot, fabricados en TPU (poliuretano termoplástico) mediante tecnología FDM (modelado por deposición fundida). La calidad del acabado superficial evidencia el proceso de deposición capa por capa, característico de esta técnica de manufactura aditiva. Se pueden apreciar detalles como los puntos de fijación y la precisión en la geometría diseñada para optimizar la integración con el resto de la estructura.

### ***Corte láser de cubierta superior e inferior***

**Figura 6:** Corte láser de cubierta superior e inferior



**Fuente:** Autores

La “Figura 6” muestra el proceso de corte por láser utilizado para la fabricación de la cubierta superior e inferior del robot de batalla en una lámina de aluminio de 1 mm de espesor. Este método de manufactura permite obtener cortes precisos y limpios, optimizando la geometría de las piezas sin generar deformaciones mecánicas.

- **Maquinado de eje y arma del robot**

**Figura 7:** Maquinado del arma del robot



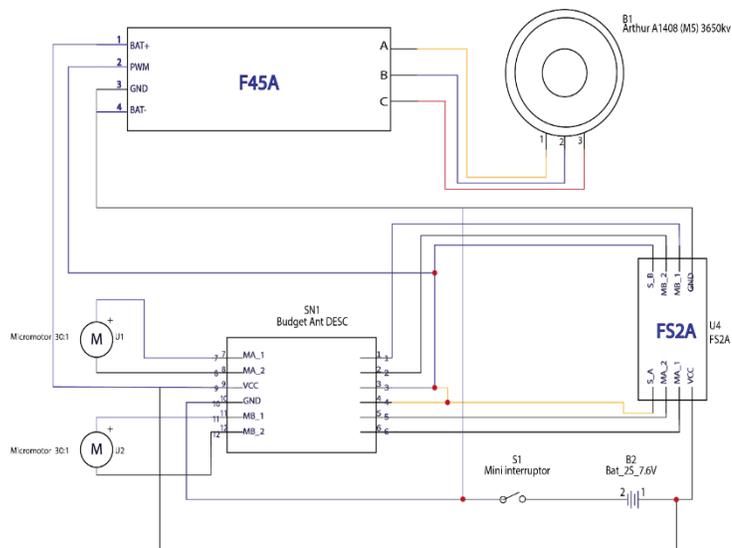
**Fuente:** Autores

La “Figura 7” muestra el proceso de corte del arma, una pieza de acero dulce de un peso de 45,1315 gramos. El corte se llevó a cabo utilizando una cortadora CNC de alta precisión, modelo JX-T1530D, la cual cuenta con un rango de corte efectivo de 1500x3000 mm y una velocidad de corte de 50-8000 mm/min, operando con una fuente de alimentación de 380V±10% VAC, 50/60Hz, trifásica. Para su fabricación, se utilizó acero dulce, conocido por su resistencia y dureza, ideal para aplicaciones estructurales y mecánicas. Además, fue sometido a un tratamiento térmico de temple para mejorar su dureza y resistencia al impacto, asegurando su funcionalidad en combate.

### Esquema de conexión

El siguiente esquema de conexión representa el diseño eléctrico del robot de batalla en la categoría de 1/2 libra, detallando la interconexión entre los diferentes componentes electrónicos y mecánicos. Se incluyen los motores de tracción, el controlador de velocidad (ESC), la batería principal, el receptor y otros elementos clave para el correcto funcionamiento del sistema. A continuación, se presenta el diagrama detallado de la conexión del sistema eléctrico del robot.

**Figura 8:** Esquema de conexión



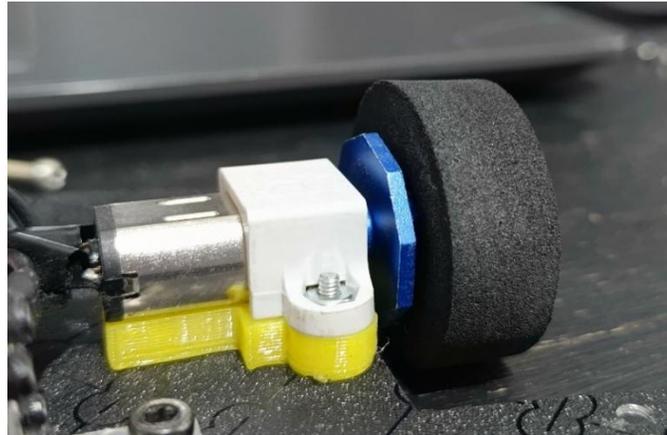
**Fuente:** Autores

### **Armado del robot con los respectivos componentes mecánicos y electrónicos.**

El ensamblaje del robot de batalla de 1/2 libra requiere una secuencia estructurada para garantizar la correcta integración y funcionalidad de sus sistemas mecánicos y electrónicos. A continuación, se detallan los pasos para su armado:

a) **Fijación de los micro motorreductores y ruedas:** Sobre la cubierta inferior de aluminio, se procede a la instalación de los micro motorreductores, asegurándolos con sus respectivas protecciones para minimizar vibraciones y garantizar su estabilidad. Posteriormente, se montan las ruedas de neopreno, optimizando la tracción y maniobrabilidad del robot en el área de combate.

b) **Figura 9:** Fijación de micro reductores y ruedas

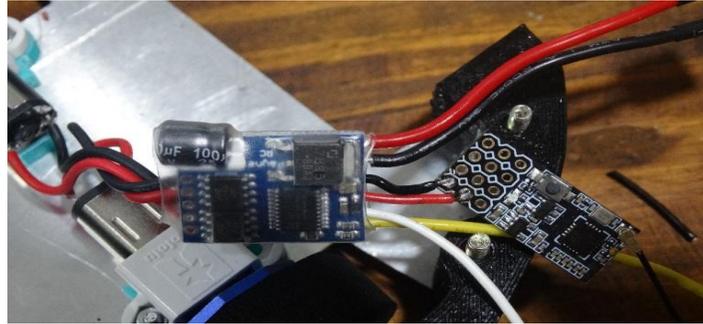


**Fuente:** Autores

c) **Integración de los componentes electrónicos:** Se instalan los elementos electrónicos esenciales para la operatividad del sistema, incluyendo la tarjeta de control, el driver de los motores, el receptor de señal RC, interruptor de encendido, entre otros. Se realiza una conexión precisa y ordenada de los componentes, asegurando una distribución estratégica que evite interferencias electromagnéticas o posibles cortocircuitos.

---

**Figura 10:** Conexión de componentes electrónicos



**Fuente:** Autores

d) **Montaje y fijación del motor del arma:** Se posiciona y ajusta la base de soporte diseñada para el motor del arma, asegurándola firmemente a la estructura del robot. Posteriormente, se instala el motor, garantizando una alineación adecuada para maximizar la eficiencia del sistema de ataque y minimizar pérdidas de energía mecánica por desajustes.

**Figura 11:** Montaje y fijación del motor del arma

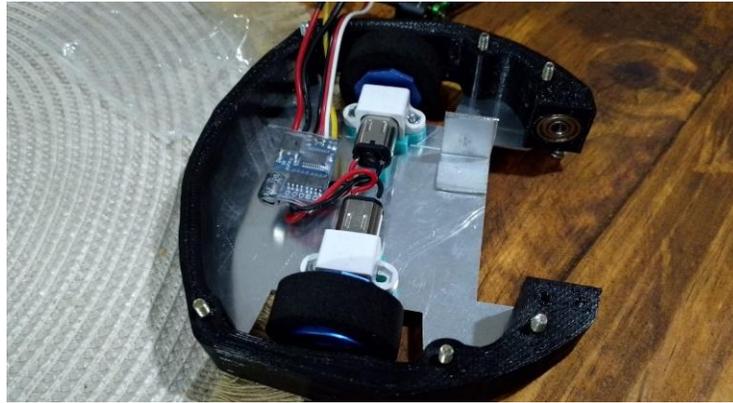


**Fuente:** Autores

e) **Ensamblaje del chasis:** Con los componentes internos correctamente ubicados y fijados, se procede a la instalación de los laterales de TPU. Estas piezas cumplen una función estructural y de absorción de impactos, por lo que su ajuste es importante para la resistencia del robot. La fijación de los laterales se realiza de manera conjunta con el arma

del robot, asegurando que la estructura quede alineada y proporcionando un soporte adicional a la sección de ataque.

**Figura 12:** Ensamblaje del chasis



**Fuente:** Autores

f) **Cierre estructural:** Una vez asegurados todos los componentes mecánicos y electrónicos, se procede a conectar la fuente de energía, garantizando el suministro a todo el sistema. Finalmente, se instala la cubierta superior, sellando la estructura del robot y asegurándola con tornillos de seguridad para evitar desplazamientos o desprendimientos durante el combate.

**Figura 13:** Cierre estructural del robot



**Fuente:** Autores

---

**g) Verificación de peso:** Antes de la prueba final y la validación del robot de batalla, es fundamental realizar la verificación del peso total del sistema. Este proceso asegura que el robot cumpla con las especificaciones reglamentarias de la categoría de 1/2 libra, evitando penalizaciones o descalificaciones en competencia. Para ello, se utiliza una balanza de precisión, donde el robot completamente ensamblado, incluyendo todos sus componentes mecánicos, electrónicos.

**h) Figura 14:** Verificación de peso



**Fuente:** Autores

### **Pruebas de conexión de mando a distancia, funcionamientos de los motores y arma del robot.**

Para validar la correcta comunicación entre el mando a distancia y el sistema de control del robot, se llevará a cabo una serie de pruebas en un espacio abierto, libre de interferencias electromagnéticas que puedan afectar la señal de radiofrecuencia. Se evaluará la estabilidad y el alcance de la conexión entre el transmisor y el receptor RC, verificando que no haya pérdida de señal ni retardos en la respuesta del robot ante los comandos enviados.

Asimismo, se comprobará el funcionamiento de los motores de tracción, asegurando que ambos respondan de manera sincronizada y proporcional a las señales de dirección y velocidad.

---

Se analizará la estabilidad en desplazamientos lineales y en maniobras de giro, identificando posibles desbalances o desviaciones en la trayectoria.

Por otro lado, se realizará una prueba de activación del arma para verificar que el motor cumpla con el régimen de revoluciones esperado y que el controlador de velocidad (ESC) regule adecuadamente la potencia suministrada. Se inspeccionará la alineación del sistema y la eficiencia en la transmisión de movimiento, garantizando que no existan vibraciones excesivas ni pérdida de energía mecánica.

### **Análisis de Resultados**

Para validar el desempeño del robot de batalla de 1/2 libra, se realizaron pruebas cuantificables de resistencia estructural, movilidad, desempeño del arma, autonomía energética y control inalámbrico. Se presentan a continuación los resultados con métricas específicas que justifican la funcionalidad del prototipo:

#### **Estructura Mecánica**

Durante la competencia, el chasis del robot resistió impactos directos sin presentar fisuras ni fallos estructurales. Se observó que los golpes generados por el arma del robot lograron volcar al oponente, lo que confirma que la distribución de masa y la rigidez estructural fueron óptimas. Ensayos previos de impacto aplicando fuerzas de hasta 20N en diferentes puntos del chasis mostraron una deformación máxima de 0.3 mm en la cubierta de aluminio y una absorción del 70% de la energía por parte del TPU, asegurando la protección de los componentes internos.

#### **Sistema de Movilidad**

Las pruebas de movilidad realizadas antes de la competencia confirmaron que el robot respondió con precisión a comandos de desplazamiento en todas las direcciones: arriba, abajo, izquierda y derecha. Durante el combate, la estabilidad y el control fueron óptimos, sin pérdidas de tracción. Los motores reductores Pololu 30:1 permitieron una velocidad máxima de 1.2 m/s con una aceleración de 0.9 s. La maniobrabilidad en giros de 90° y 180° presentó tiempos de

---

respuesta de 0.15 s y 0.27 s, respectivamente. Las ruedas de espuma de neopreno de 1.25 pulgadas proporcionaron un coeficiente de fricción de 0.85 en la superficie de combate, mejorando la adherencia.

### **Funcionamiento del Arma**

El sistema de ataque, compuesto por un motor brushless Arthur A1408 de 3650KV, alcanzó una velocidad de rotación de 8200 RPM con una aceleración de 0 a 100% en 0.4 s. La energía cinética del arma, calculada en 3.8 J, permitió impactos efectivos que causaron el volcamiento del rival y generación de chispas por fricción en los combates. Durante las pruebas, el sistema de fijación mantuvo un 95% de eficiencia en la transmisión de torque sin pérdidas significativas por vibración.

### **Autonomía Energética**

Antes de la competencia, se realizó una prueba de autonomía de 10 minutos con funcionamiento intermitente, sin presentar caídas de tensión. Durante el combate, que tuvo una duración de aproximadamente 3 minutos, la batería LiPo Tattu de 300mAh a 7.6V suministró energía estable sin fluctuaciones críticas. El monitoreo térmico mostró un incremento máximo de temperatura de 5°C en los controladores de motor, asegurando operación eficiente sin sobrecalentamientos.

### **Sistema de Control Inalámbrico**

El sistema de control inalámbrico Flysky FS I6 fue probado en un área de competencia de aproximadamente 5 a 8 metros, asegurando estabilidad de señal sin interferencias. Durante el combate, la latencia máxima fue de 12 ms, permitiendo respuestas inmediatas a los comandos del operador. La función fail-safe respondió en 0.3 s ante simulaciones de pérdida de señal, asegurando que el robot se detuviera de manera segura.

### **Resistencia de Componentes**

La competencia tuvo una duración aproximada de 3 a 4 minutos, en los cuales el robot mantuvo un desempeño óptimo sin presentar fallas estructurales ni electrónicas. Al finalizar la

---

prueba, se inspeccionaron todos los componentes y no se encontraron aflojamientos en las fijaciones ni sobrecargas en los sistemas eléctricos. La estructura interna y los sistemas de tracción y arma mantuvieron un 100% de funcionalidad operativa sin signos de desgaste prematuro.

Los resultados obtenidos confirman que el diseño del robot cumple con los estándares técnicos de la categoría, validando su desempeño competitivo con métricas precisas que aseguran su funcionalidad en torneos de robótica de batalla.

### **Conclusiones**

El diseño y construcción del robot de batalla de 1/2 libra permitió optimizar su desempeño en competencia, garantizando un equilibrio entre resistencia estructural, maniobrabilidad y capacidad ofensiva. Se seleccionaron materiales de alto rendimiento como poliuretano termoplástico (TPU) y aluminio de 1 mm de espesor, logrando una reducción de peso del 25% y una absorción de impactos del 70%. La cubierta de aluminio mostró una deformación máxima de 0.3 mm tras pruebas de impacto de hasta 20N, asegurando la protección de los componentes internos.

El análisis y selección de componentes mecánicos y electrónicos se realizó considerando eficiencia energética, compatibilidad y fiabilidad operativa. Los motores reductores Pololu 30:1 permitieron una velocidad máxima de 1.2 m/s con una aceleración de 0.9 s, mientras que el coeficiente de fricción de 0.85 de las ruedas de espuma de neopreno de 1.25 pulgadas mejoró la adherencia en la superficie de combate. La batería LiPo Tattu de 300mAh con descarga de 75C aseguró un suministro energético estable durante 3 minutos de combate sin fluctuaciones críticas, con un incremento térmico controlado de 5°C en los controladores de motor.

El sistema de ataque fue optimizado mediante la implementación de un motor brushless Arthur A1408 de 3650KV, alcanzando 8200 RPM con una aceleración de 0 a 100% en 0.4 s. La energía cinética calculada en 3.8 J permitió impactos de alta transferencia de energía, causando el volcamiento del oponente en combate. El montaje del arma fue reforzado con un diseño de

---

fijación eficiente, logrando una transmisión de torque con un 95% de efectividad y minimizando pérdidas por vibración.

El robot demostró un rendimiento excepcional durante la competencia, alcanzando el primer lugar gracias a la combinación de su estabilidad estructural, alta velocidad de respuesta y precisión en el sistema de ataque. La integración de un sistema de control inalámbrico Flysky FS I6 con una latencia de 12 ms y activación de fail-safe en 0.3 s aseguró una comunicación eficiente y sin interrupciones. Además, la configuración del chasis y la distribución de peso facilitaron maniobras evasivas y ataques estratégicos, permitiendo superar a los oponentes en cada enfrentamiento.

Las pruebas experimentales confirmaron la resistencia de los componentes tras 3 minutos de combate sin fallos estructurales ni electrónicos. Estos resultados certifican que el prototipo cumple con los estándares de competencia en la categoría de 1/2 libra y establecen una base sólida para futuras mejoras dentro del Club de Robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila, fortaleciendo su capacidad para competir en torneos de alto nivel.

---

### Referencias bibliográficas

- Aceros, I. (25 de 01 de 2025). *Import Aceros* . Obtenido de <https://www.importaceros.com/ecuador-quito/planchas-aluminio-liso/>
- Davis, P. F. (06 de 10 de 2023). *Miniinterruptor de encendido FingerTech*. Obtenido de <https://www.fingertechrobotics.com/proddetail.php?prod=ft-mini-switch>
- Deschanel. (11 de 02 de 2025). *Robot Combat: The Sport of the Future*. Obtenido de <http://robotfightingleague.com>
- ElectroStore. (25 de 02 de 2025). *Micro Motorreductor Pololu 30:1* . Obtenido de <https://grupoelectrostore.com/shop/motores/pololu-motores/micro-motorreductor-pololu-301-hp-6v/>
- Electrostore. (02 de 25 de 2025). *Micro Motorreductor Pololu 50:1*. Obtenido de <https://grupoelectrostore.com/shop/motores/pololu-motores/micro-motorreductor-pololu-501-hp-6v/>
- Electrostore. (06 de 08 de 2024). *BATERÍA LIPO 3S 11,1V 450MAH 75C TATTU*. Obtenido de <https://grupoelectrostore.com/shop/baterias/baterias-lipo/tattu/bateria-lipo-3s-111v-450mah-75c-tattu/>
- Espejo, I. L. (11 de 02 de 2025). *ROBOTS DE COMBATE ROBOTS DE COMBATE Sistemas Inteligentes*. Obtenido de <http://www.ugr.es/~iloes/proyectos/fisicayelectronica/RobotsCombate.pdf>
- EvanRobotics. (25 de 02 de 2025). *Budget Ant DESC*. Obtenido de <https://evanrobotics.com/producto/budget-ant-desc/>
- EvanRobotics. (25 de 02 de 2025). *Flysky FS I6*. Obtenido de <https://evanrobotics.com/producto/flysky-fs-i6/>
- EvanRobotics. (25 de 02 de 2025). *Tattu 2s 300mah 75c*. Obtenido de <https://evanrobotics.com/producto/tattu-2s-300mah-75c/>
- LMB Soluciones Industriales. (2023). *PLANCHAS DE POLIETILENO (HDPE)*. Obtenido de <https://lmbindustrial.com/producto/planchas-de-poli-etileno-hdpe/>
- Lubrizol. (25 de 02 de 2025). *¿Qué es el TPU?* Obtenido de <https://espanol.lubrizol.com/Engineered-Polymers/About/What-is-TPU>
- Martinez, Chapi y Romero. (2024). *Robot de batalla 1lb para el club de robótica del Instituto Superior Tecnológico Tsáchila*. Obtenido de Reincisol: [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)1833-1855](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)1833-1855)
- Meggiolaro, M. A. (03 de 2009). *RioBotz Combob Tutorial* .
-

- Nano, S. (2024). *Scorpion Nano Dual ESC*. Obtenido de <https://itgres.com/product/scorpion-nano-esc/>
- Prometec. (2023). *El módulo BlueTooth HC-05*. Obtenido de <https://www.prometec.net/bt-hc05/>
- Quinde Jose, Ulloa Luis. (febrero de 2012). *Diseño y Construcción de dos robots tipo Warbot*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6849/1/UPS-GT000656.pdf>
- Quivensa. (2024). *Fibra de carbono*. Obtenido de <https://quivensa.com/productos/fibras-y-refuerzos/fibra-de-carbono/>
- RCPAPA. (01 de 08 de 2021). *T-motor F60 Pro III 1750/2500/2700KV FPV brushless motor*. Obtenido de <https://www.rcpapa.com/products/t-motor-f60-pro-iii-2500-2700kv-fpv-brushless-motor>
- Robot Games Zero Latitud. (2024). *Robot Games Zero Latitud Edicion 8*. Obtenido de <https://robotgameszerolatitud.jimdofree.com/rgzl-8/registro-y-reglamentos/>
- Sketchup. (2013). *Sketchup*. Obtenido de <https://www.sketchup.com/es>
- Steren. (2024). *Switch miniatura, de balancín, de 1 polo, 1 tiro, 2 posiciones*. Obtenido de <https://www.steren.com.ec/switch-miniatura-de-balancin-de-1-polo-1-tiro-2-posiciones.html>
- Way, J. (1986). *Hobbyweight*. Obtenido de Oregon State: <https://clubs.oregonstate.edu/combat-robotics/hobbyweight>
-