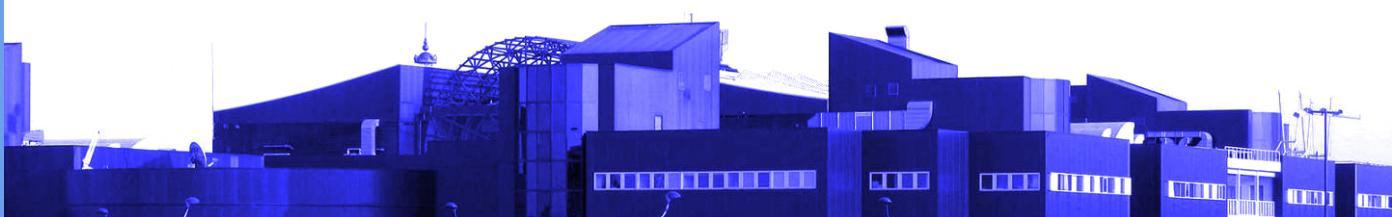


STATEMENT OF WORK

Robot Minisumo

Autores:

Pedro Cabello Pulido
Fernando Román Hidalgo
José Antonio García Campanario
Pablo Ballesteros Delgado
Yara Gutierrez Sánchez
Emilio Cattoni Rojas
José Chaqués Torres
Marta Barroso Infante



3º GIERM
PROYECTOS INTEGRADOS
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla
Universidad de Sevilla



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2 ESTADO DEL ARTE	5
1.3 SOLUCIÓN PROPUESTA	7
2. ALCANCE	9
2.1 OBJETIVOS	9
2.2 REQUISITOS	9
2.3 DESCRIPCIÓN DE SUBSISTEMAS	10
3. PERIODO Y PLANIFICACIÓN	15
3.1 PERIODO DE TRABAJO	15
3.2 DIAGRAMA DE GANTT	16
3.3 ANÁLISIS DE RIESGOS	18
3.3.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS Y RESOLUCIÓN DE DAÑOS	19
4. CALENDARIO DE ENTREGABLES	21
5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	22
5.1 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	22
5.2 MATRIZ DE VERIFICACIÓN	23
5.3 PLAN DE PRUEBAS	25
6. MATERIAL Y PRESUPUESTO	29
6.1 MATERIAL NECESARIO	29
6.2 PRESUPUESTO	35
7. REFERENCIAS	37
8. ANEXOS: NORMATIVA	38

1. INTRODUCCIÓN

GLOSARIO

Con la finalidad de poder realizar una adecuada comprensión de todo el documento, se ha redactado este pequeño glosario que contiene algunos términos poco comunes que se han usado para explicar el contenido del proyecto.

- **Dohyo:** término empleado en Japón para nombrar al espacio destinado a los combates de sumo.
- **Tatami:** tapiz acolchado sobre el que se ejecutan algunos deportes, como el judo o el kárate. Las medidas del tatami serán, por normativa [\[1\]](#):
 - El Tatami será circular, de color negro, de 90 cm de diámetro y situado a una altura de 5 cm respecto al suelo.
 - Señalando el límite exterior del Tatami, habrá una línea blanca circular de 5 cm de ancho.
 - En el centro del Tatami hay dos líneas paralelas separadas 20 cm. Las líneas serán de color negro de 2 cm de ancho y 20 cm de largo. Estas líneas marcarán las posiciones iniciales de los robots.
 - La tolerancia de todas las medidas indicadas anteriormente será del ±10%.
- **LNRC:** Liga Nacional de Robótica de Competición [\[2\]](#). Es el organismo español que organiza la competición en la que tomará parte el robot expuesto en este documento y la normativa [\[1\]](#) sobre la que se basará el mismo.
- **ESibot:** es la asociación especializada en robótica de la Universidad de Sevilla [\[3\]](#). Va a ser un pilar fundamental en cuanto a material para la elaboración de este proyecto.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hoy en día la robótica está ya muy extendida por todo el mundo, especialmente en fábricas, pero a nivel de usuario todavía no se encuentran robots automáticos en la vida cotidiana. Y, como se suele dar en la industria, por ejemplo la automovilística, parte del desarrollo de tecnologías comienza por su implementación en competiciones, tal y como ocurrió primero con los vehículos híbridos y posteriormente con los eléctricos [\[4\]](#).

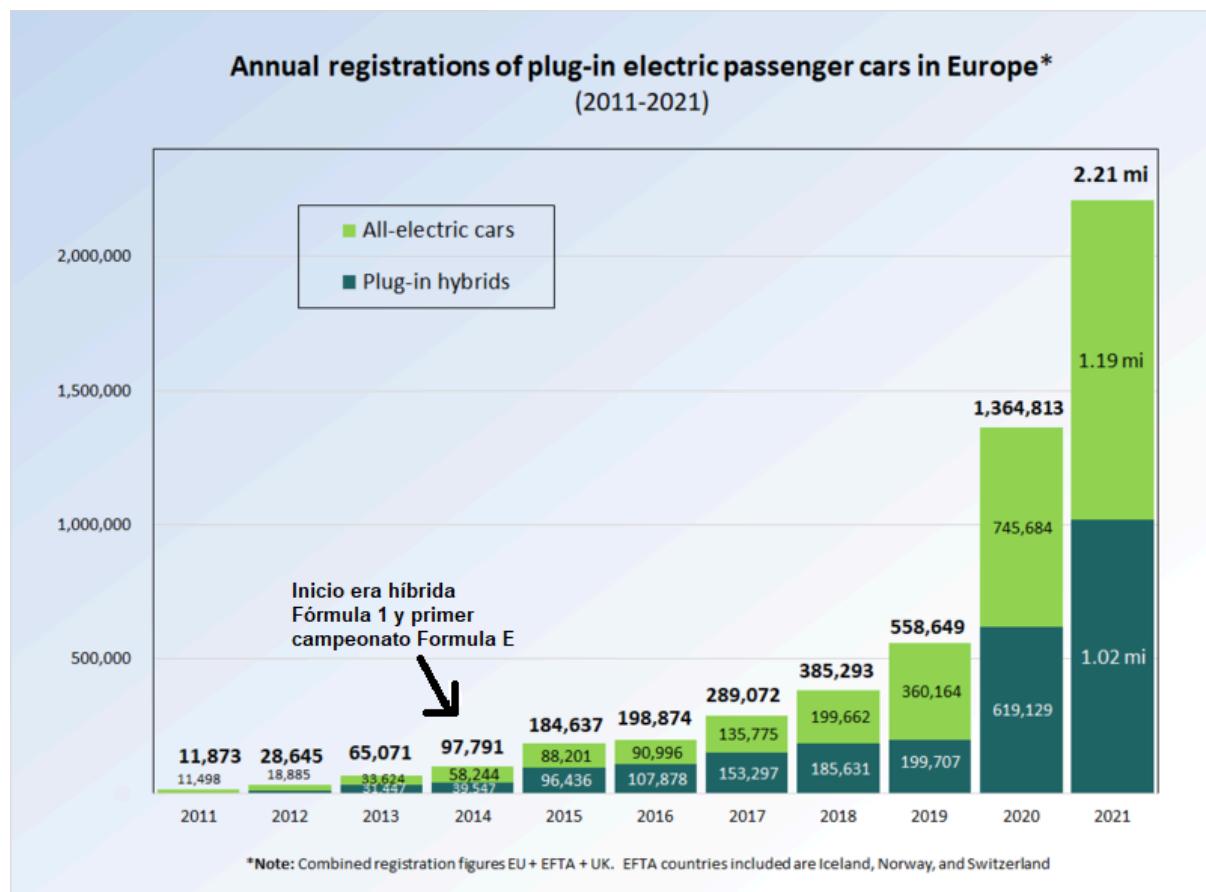


Fig. 1: Ventas de vehículos eléctricos e híbridos en Europa. Fuente: Wikipedia [4].

Además, como se puede observar en la Figura 2, los espectadores cada vez acuden menos a los estadios de fútbol el cual es considerado nacionalmente como el deporte rey. Aunque no se pueda justificar tajantemente el motivo, se podría deber a la pérdida de referentes en la última década o a que España, pese a no ser un país cuyos ciudadanos tengan un alto nivel adquisitivo, es el segundo país a nivel mundial con las entradas más caras [5].

Evolución de la asistencia presencial a espectáculos deportivos en España, según deportes

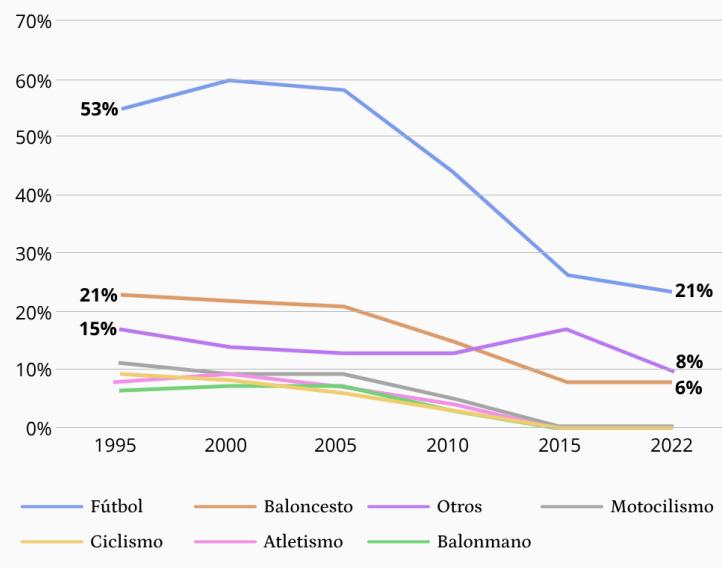


Fig. 2: Evolución de la asistencia presencial en los recintos de espectáculos deportivos. Fuente: el Español [6].

Por ese motivo, existe una gran oportunidad de mercado para expandir nuevas formas de entretenimiento innovadoras nunca antes vistas. La Robótica de Competición puede ser una opción atractiva por su componente tecnológico y espectacularidad de sus combates, así como su semejanza a deportes de contacto tradicionales. En concreto, la modalidad de *Minisumo* puede ser la que resuelva una de las problemáticas anteriormente expuestas debido a que el factor económico corre en su favor al tener un coste de inversión muy inferior a cualquier otro deporte.

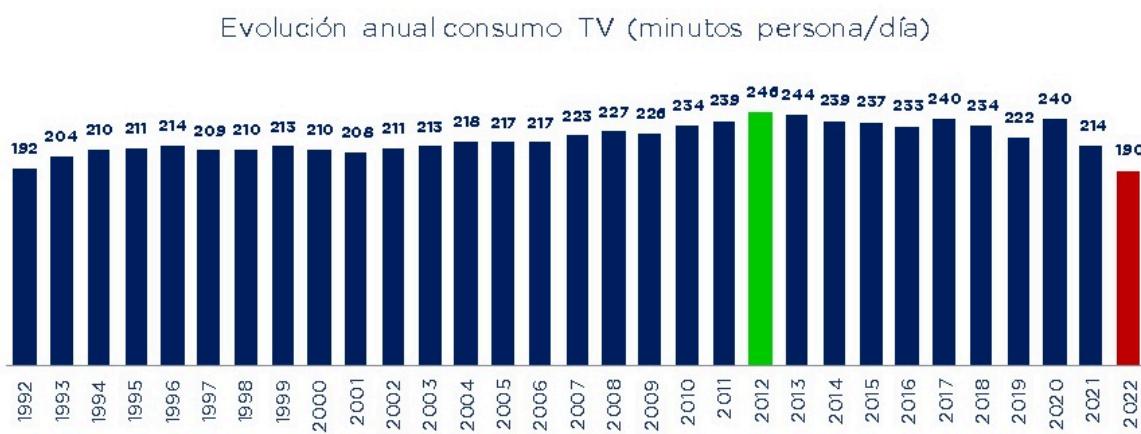


Fig. 3: Evolución de los consumidores de TV. Fuente: Asociación de la Prensa de Madrid [7].

En la Figura 3, se puede visualizar que el número de consumidores de televisión ha disminuido paulatinamente en los últimos años. Es decir, por lo general la gente consume menos la televisión [7] y especialmente la juventud [8]. Por esta razón, se encuentra en la audiencia más joven una oportunidad enorme de instaurar una forma de entretenimiento alternativa ya que la generación Z consume el fútbol por la televisión un 31% menos que los Baby Boomers [9]. Mediante la Robótica de Competición se puede animar a los jóvenes a acercarse a las nuevas tecnologías y, debido a su bajo coste y la gran cantidad de información disponible en internet, que empiecen a desarrollar proyectos propios y a trabajar en equipo en un sector puntero.

Por último, históricamente la ciudadanía siempre se ha mostrado reacia a cambios sociales, especialmente cuando se ven involucradas nuevas tecnologías. Por ejemplo, los últimos progresos en Inteligencia Artificial han hecho que especialmente las personas mayores vean los avances tecnológicos como algo negativo. Otro ejemplo es la implementación de la automatización que ha destruido puestos de trabajo, mayoritariamente precarios, pero se percibe como algo perjudicial sin tener en cuenta los efectos positivos. Sin embargo, con la inclusión de la robótica como una forma de entretenimiento se podría mejorar la percepción pública de los sistemas robóticos. Otro motivo importante para acercar la robótica a la ciudadanía es el de incentivar a los jóvenes a que se adentren en un sector que se encuentra claramente en auge como muestra la Figura 4.

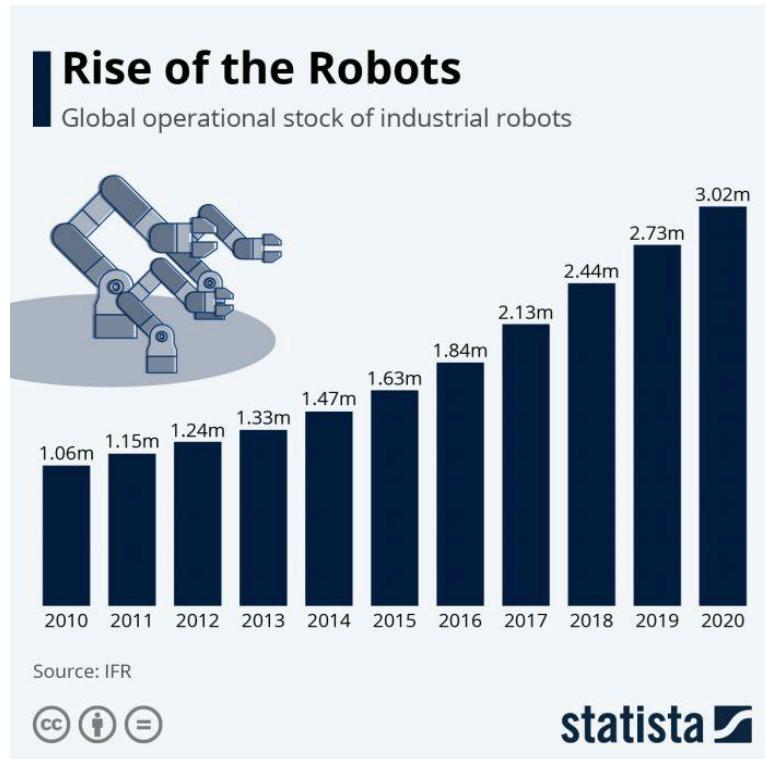


Fig. 4: Aumento del stock de robots industriales en todo el mundo. Fuente: The Logistics World [10]

Es por todo esto que la robótica de competición está dando un gran salto en cuanto a público y apoyo de las empresas. Pese a que desbancar al fútbol y al deporte convencional por lo general parece una tarea muy difícil a corto plazo, aunque no interese tanto como antes; la robótica va a tomar un papel fundamental en la enseñanza obligatoria de los jóvenes. De esta manera se abrirán nuevas puertas a los talentos emergentes que a lo mejor hace décadas no podrían haber tenido acceso a estas tecnologías. A todo esto hay que añadir que la competición dentro de la robótica puede suponer un valor añadido al tener que trabajar en equipo adquiriendo habilidades para obtener el mejor resultado posible. Fomentar a la juventud a adentrarse en la Educación Superior para formar parte de un sector en auge es clave para el correcto funcionamiento económico e industrial del país.

1.2 ESTADO DEL ARTE

La escena de la robótica de competición tiene ya un largo recorrido a sus espaldas [11], especialmente en la categoría de minisumo, en la que hay registros de competiciones celebradas en Japón en 1989 por Hiroshi Nozawa [12], considerado a nivel internacional el creador de las peleas de sumo. Tuvo tal impacto que en 1993 el gobierno nipón empezó a respaldar la competición. Tras los éxitos, en 1998 tuvo lugar en California la primera competición internacional de robots de sumo.

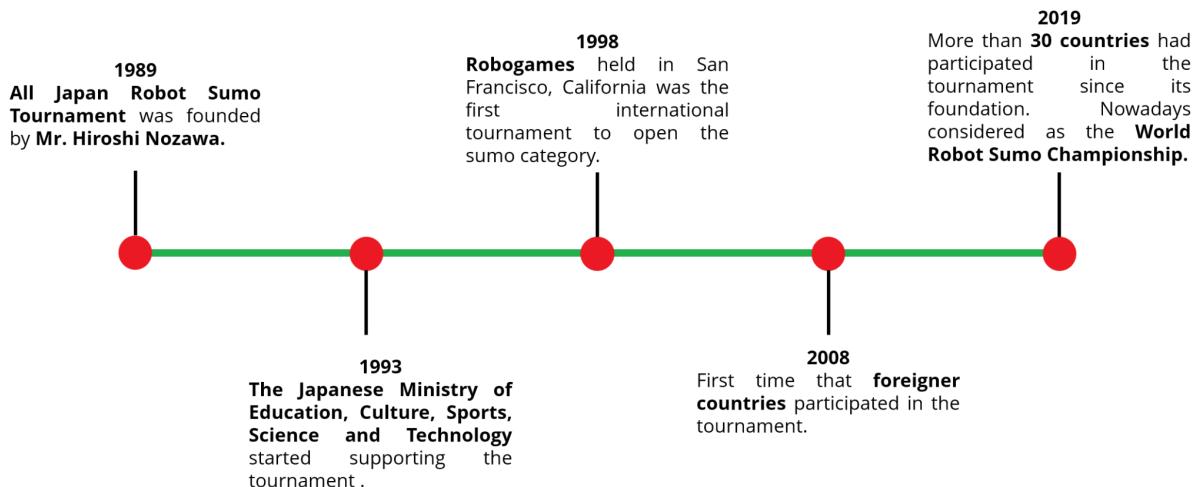


Fig 5: Línea temporal de los eventos más relevantes en torneos de minisumo. Fuente: Fujisoft [12].

Por otro lado, Pete Miles y Tom Carroll en el libro *Build Your Own Combat Robot* [13] comentan que la primera competición en EEUU se remonta a 1994. Además consideran a Marc Thorpe como el padre de las peleas de robot y al Dr. Mato Hattori como la persona que introdujo las peleas de robot de sumo. Hasta finales de los 90 se suceden competiciones como *RobotWars*, *BotBash* o *BattleBots*.

En el presente, a nivel internacional existen competiciones como GANKER ARENA [14] creada por World Cyber Games, torneo inspirado en los JJOO pero de índole tecnológica, y por GJS Robot, empresa dedicada a los Robots de Pelea. Otras competiciones internacionales importantes han sido el *All Japan Robot Tournament* [15], *Seattle Robotics Society Robothon* [16], *Northwest Robot Sumo Tournament*, *Portland Area Robotics Society* [17], *Western Canadian Robot Games*, *Central Illinois Robotics Club*, *San Francisco Robotics Society of America*...

En España, la Liga Nacional de Robótica (LNRC) lleva celebrando competiciones de minisumo desde 2008. A pesar de esta antigüedad, la LNRC ha apostado este año por la vuelta a una liga de estudiantes y ha prohibido la participación a robots que hayan competido de manera profesional previamente.

También en el libro *Build Your Own Combat Robot* [13], se puede leer que hasta principios del siglo XXI los robots de combate con mayor prestigio eran el *Biohazard*, *Vlad the Impaler* y *Blendo* aunque realmente no eran famosos los nombres sino sus creadores Carlo Bertocchini, Gage Cauchois y Jamie Hyneman respectivamente. De los anteriores *Blendo* tiene la fama de ser el más destructivo jamás creado hasta aquel momento. Se pueden destacar participantes como *Mechadon* de Mark Setrakian o *Thumper* de Bob Gross que derrotó a su rival en la *RobotWars* de 1997 en 10 segundos proclamándose campeón del título de la clase autónoma. Cabe destacar que todos estos robots participaban en competiciones que permitían dañar al rival. Sin embargo, en la categoría de mini sumo está prohibida cualquier interacción con el contrario que no sea empujar.

En cuanto a ejemplos de robots de mini sumo está el *Biped Black Marauder* y el *Hexapod Pete's Folly* los cuales disponen de articulaciones móviles para desplazarse. Otros diseños optan por presentar ruedas como el *Overkill* de Jim Frye o el *Mini Sumo Minimum Capacity*. Se pueden ver todos estos robots en la Figura 6.

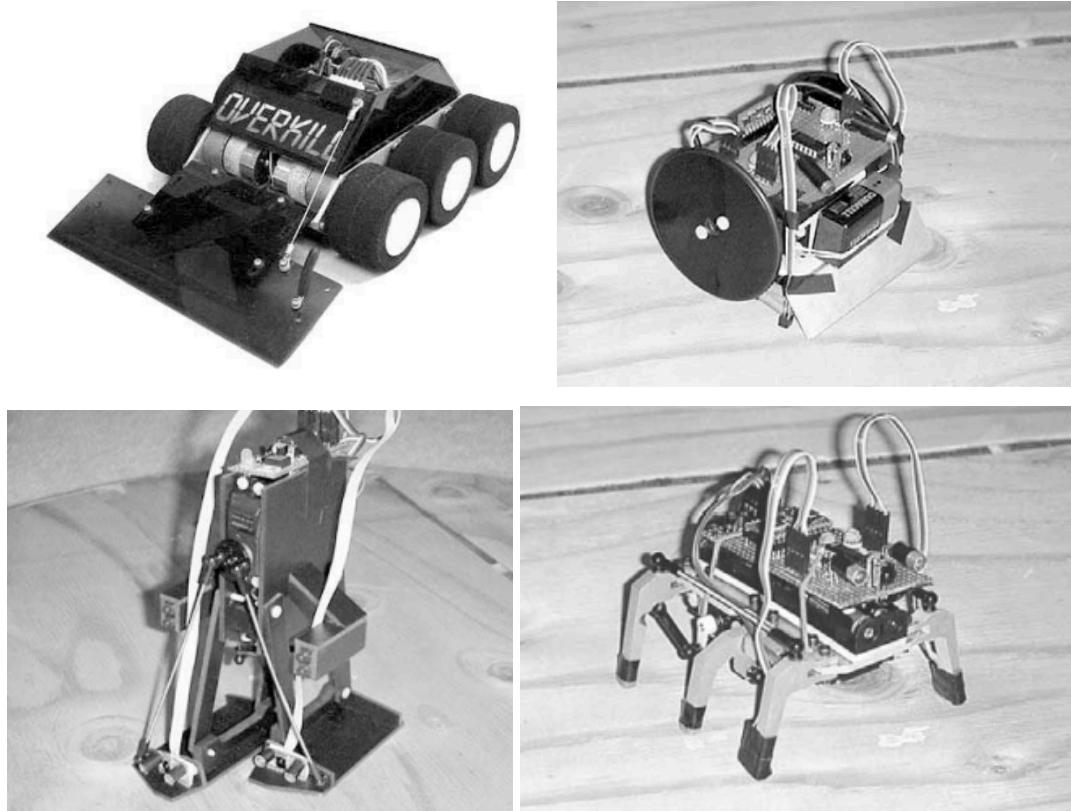


Fig. 6: Imagen del robot Overkill, Mini sumo, Biped Black Marauder y Hexapod Pete's Folly (de izquierda a derecha y de arriba a abajo). Fuente: Build Your Own Combat Robot [13].

Acercándonos más a la LNRC, hasta el 2018 el robot más laureado es el pentacampeón *Smith Nightmare* seguido del *DPEBots* con un par de campeonatos. *PumaPride*, *K2-Robotics*, *Gadget Lleida* y *ACKStorm* han sido otros participantes que han logrado ambos en una ocasión el primer puesto [2].



Fig. 7: Robot Smith Nightmare, 5 veces campeón de la LNRC. Fuente: GitHub [18].

En cuanto a los componentes usados por los últimos competidores de la LNRC [18] se puede decir que en el ámbito de los procesadores el más común es el *Arduino Nano* siendo usado en menor medida el *LPC2138* y el *PICAXE 40X2*. Respecto a los drivers el más utilizado es el *TB6612FNG* y algo menos el *MC33926*. En el campo de los sensores sigue linea se suele hacer uso del *QRE1113* mayoritariamente y el *CNY-70* algo menos. Por otro lado, *Gp2y0d340k* son los sensores de distancia más frecuentes. Las baterías empleadas suelen ser del tipo 2S o 3S pero todas tienen una autonomía de en torno a 300-400 mAh. Finalmente, en cuanto a la fabricación del chasis se puede comentar que la gran mayoría de participantes tienen un exterior de forma prismática fabricado al completo en impresión 3D y cuentan con una pequeña rampa metálica en la zona frontal. No obstante, otros han optado por incluir esa rampa en todas las caras formando una pirámide de cuatro caras sin vértice.

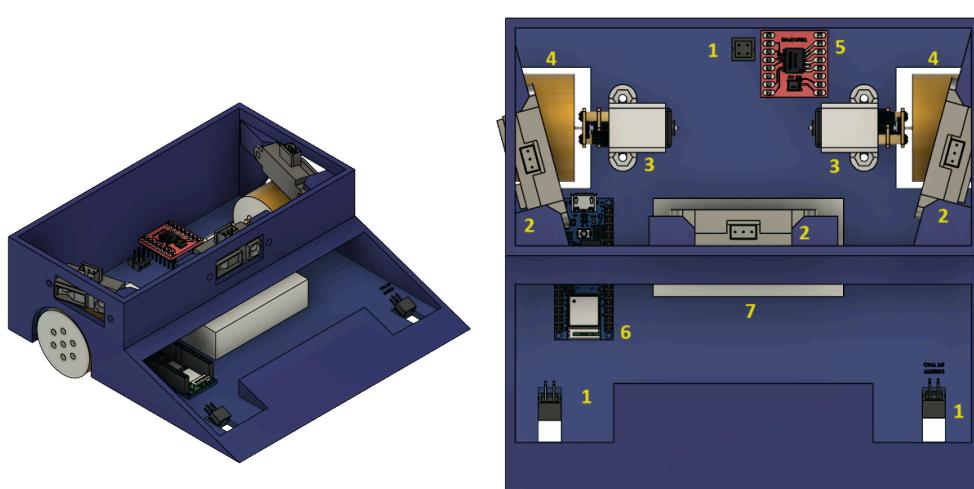
Analizando tanto los robots más antiguos como los robots semiprofesionales de los últimos años de la liga [18] y del extranjero [19], queda claro que el concepto de robot más extendido es aquel que cuenta con dos ruedas motrices en la parte trasera, de forma que el robot sea muy ágil y además tenga la menor altura posible en la parte frontal, para evitar ser levantado. Además, con este mismo objetivo, la mayoría de robots cuentan con algún tipo de cuchilla metálica muyafilada en la parte delantera. La cuchilla suele estar colocada con un gran ángulo y en posición lo más vertical posible para que, cuando el robot rival esté empujando, se pierda parte de la fuerza que ejerce en esa componente vertical. Por último, queda claro en consecuencia que también será beneficioso tener un centro de gravedad lo más bajo y repartido en el eje longitudinal posible, de manera que las ruedas tengan mucha tracción pero además sea difícil levantar la parte delantera.

Las ruedas parecen una parte fundamental de la competición ya que son la única parte en contacto con el tatami por lo que se deberá destinar gran parte de los recursos a las mismas para tener el mayor agarre posible. En cuanto a los motores, hay dos conceptos de prototipo. En primer lugar, aquellos que se basan en la velocidad eligen una relación de transmisión de 1:50 o incluso menor y los que se basan en la fuerza optan por una relación algo mayor, en torno a 1:100 o hasta 1:200. También se ve necesario disponer de al menos 3 sensores empleados para medir distancia y no parece importar demasiado tener una zona muerta en la parte posterior del robot ya que la estrategia más común cuando no se detecta al robot rival es girar hasta hacerlo. Estos sensores deben ser infrarrojos y no de ultrasonidos debido a la mayor velocidad de medición de los primeros, crucial para aplicaciones de velocidades tan altas como esta. Por último, para detectar las líneas blancas del tatami se debería contar con al menos 2 sensores en la parte delantera, uno en cada esquina ya que por estas será por donde salga el robot primero al ser el tatami un círculo. También se podría contar con otro sensor en la parte posterior para el caso en el que estuviera siendo empujado por el contrincante.

1.3 SOLUCIÓN PROPUESTA

Para tomar parte en la competición, se ha decidido crear un robot propio de minisumo autónomo, con el objetivo de ganar el torneo de la temporada 2023/2024 de la LNRC. Tras realizar el análisis del estado del arte, además de analizar qué consecuencias dinámicas puede tener cada parámetro del diseño del robot, se ha decidido que las consideraciones de diseño más importantes a tener en cuenta en el robot son:

- Un **chasis** que vaya pegado al suelo para reducir la posibilidad de ser volcado y con un centro de gravedad lo más bajo posible con el mismo objetivo. En la parte frontal contará con un plano inclinado (**rampa**) terminado con una **cuchilla** cuyo propósito sea el de volcar el robot adversario.
- Dos **ruedas** que soporten la máxima cantidad de par posible para poder empujar al rival con fuerza y en cualquier circunstancia.
- Dos **motores** en el eje trasero, para reducir la altura al máximo en la parte delantera, que estén optimizados en cuanto a par máximo transmisible, pero sin comprometer en exceso su velocidad de giro.
- Dos **drivers** que sean capaces de alimentar a los motores a su tensión y corriente máximas y que permitan la bipolaridad.
- Una **batería** ligera, compacta y con suficiente energía como para alimentar al robot durante todo el combate.
- **Sensores para detectar las líneas** del tatami con el objetivo de evitar la salida del robot del mismo.
- **Sensores que detecten al rival** y calculen la distancia al mismo para tener capacidad de decisión en la estrategia a llevar a cabo.
- Un **procesador** de reducido tamaño pero rápido, fácil de programar y con numerosas entradas para los distintos sensores y selectores de modo del robot.
- Una **placa auxiliar** que incorpore toda la electrónica empleada en el proyecto en una sola PCB para facilitar la operación de la misma. Esta irá colocada en la parte superior del robot.



COMPONENTES

1. **Sensores siguelíneas**
2. **Sensores de distancia**
3. **Motores**
4. **Ruedas**
5. **Driver**
6. **Arduino Nano**
7. **Batería**

Fig. 8: Diseño provisional del chasis.

2. ALCANCE

2.1 OBJETIVOS

- OBJ.1: Desarrollar un robot de sumo conforme a la normativa de la liga LNRC [1] y competir en dicha liga.
- OBJ.2: Desarrollar una forma de entretenimiento no convencional pionera a nivel nacional.
- OBJ.3: Acercar a la ciudadanía la robótica de manera deportivizada.

2.2 REQUISITOS

Gracias al análisis realizado del estado del arte, se ha llegado a la siguiente lista de especificaciones en función de las características de los robots presentados a la competición en años anteriores, aunque teniendo en cuenta de que durante esos años en la liga se competía de forma profesional mientras que este año es una competición estudiantil, por lo que los robots serán, a priori, algo peores.

- **Funcionalidades:**

- F.1: El robot **debe** ser capaz de desplazarse en el plano horizontal.
 - Prestaciones:
 - P.1.1: El robot **debería** poder desplazarse a una velocidad de 2.5 m/s.
 - P.1.2: La aceleración máxima del robot **debería** ser de 10 m/s².
 - P.1.3: La deceleración máxima del robot **debería** ser de -10 m/s².
 - P1.4: Las ruedas del robot **deberían** ser capaces de girar a 200 rpm en el aire.
- F.2: El robot **debe** ser capaz de ejercer fuerza a un contrincante.
 - Prestaciones:
 - P2.1: La fuerza de empuje del robot **debería** ser de X N o más (X a determinar).
- F.3: El robot **debe** ser capaz de reconocer el *tatami*.
 - Prestaciones:
 - P3.1: El robot **debe** ser capaz de detectar las líneas blancas que delimitan el *tatami* cuando esté sobre ellas.
- F.4: El robot **debe** ser capaz de detectar a su contrincante.
 - Prestaciones:
 - P4.1: La distancia máxima de reconocimiento, a la que **debe** ser capaz de detectar al rival es de 80 cm.
 - P4.2: La distancia mínima a la que **debe** poder detectar a su contrincante es de 5 cm.

- F.5: El robot **debe** resistir los empujones de su rival.
 - Prestaciones:
 - P5.1: El robot **debería** tener un par superior a 0.4 kg*cm de par nominal.
 - P5.2: Las ruedas **no deberían** deslizarse cuando estén sometidas hasta a 4 kg*cm par.
 - P5.3: El chasis **no debería** deformarse al ser sometido a X N de fuerza puntuales (X por determinar).
- F.6: El robot **debe** tener energía suficiente para resistir la duración entera de un combate.
 - Prestaciones:
 - P6.1: El robot **debe** aguantar 3 rondas de hasta 3 minutos a pleno rendimiento. Esta energía necesaria dependerá de los motores y el procesador empleados.

- **Operaciones:**
 - O.1: El robot **será capaz** de comportarse de manera autónoma.
 - O.2: El robot **debe** ser capaz de arrancar en mínimo 5 segundos después de recibir la señal de inicialización.
- **Diseño:**
 - D.1: Se **deben** respetar las normas establecidas por la LNRC [1].
 - D.2: El robot **debe** tener como dimensiones máximas 15x15 cm de base.
 - D.3: El robot **debe** tener un peso máximo de 500 gramos.
 - D.4: Toda la información necesaria para reproducir el robot **será publicada** en un repositorio de Github.
- **Requisitos (Constraints):**
 - C.1: El presupuesto máximo del proyecto **será** de 80 euros.
- **Seguridad:**
 - S.1: El robot **debe** ser seguro de agarrar, manejar y transportar.
 - S.2: El robot **debe** ser seguro ante sobretensiones y/o calentamientos.
 - S.3: El robot tan solo **debe** agarrarse cuando esté apagado.

2.3 DESCRIPCIÓN DE SUBSISTEMAS

Teniendo en cuenta todo lo expuesto en la introducción de este documento, se ha decidido dividir el proyecto en los siguientes subsistemas:

- **Sensorización:**
Esta parte se encarga de toda la percepción del vehículo autónomo, desde el reconocimiento del tatami y los límites del mismo hasta la detección del rival.

- **Sensores de distancia:** Serán los encargados de detectar la presencia del contrincante y de medir la distancia al mismo.
- **Sensores sigue línea:** Se usarán sensores de luminosidad infrarrojos para detectar las líneas exteriores del tatami, que serán de color blanco. Su importancia recae en que el robot sólo será descalificado si se sale por completo del tatami, pero las líneas pueden ser pisadas sin ningún problema.

- **Modelo físico:**

Es el subsistema responsable del diseño y fabricación del chasis, así como la elección de las ruedas del robot.

- **Chasis:** El chasis es una parte fundamental tanto a la hora de hacer el *packaging* de los componentes, optimizando su posición dentro del robot tanto para obtener las mejores propiedades dinámicas como para resistir las embestidas rivales.
- **Ruedas:** Las ruedas son la única parte del robot en contacto con el suelo y, por lo tanto, será necesario conseguir el mayor agarre posible.

- **Tren de potencia:**

En este subsistema se estudian, eligen y testean todos los componentes del circuito de "Alta tensión" del robot, que aunque en este caso sean tan sólo 12 V debe estar separado de cualquier componente que sea alimentado a una tensión menor.

- **Motores:** Proporcionan el par a las ruedas y son uno de los pilares fundamentales del proyecto ya que deben tener a la vez una alta velocidad de giro, un alto par transmisible y un bajo consumo. Esto hace que sea necesario emplear motores muy concretos para este tipo de aplicación y que tengan que ser operados con extremo cuidado.
- **Batería:** La batería es la encargada de alimentar a todo el robot para que este se pueda comportar de forma autónoma sin estar conectado a ningún dispositivo externo tal y como marca la normativa de la LNRC [1].
- **Drivers:** Son los responsables de controlar los motores, por lo que su elección irá directamente relacionada con la elección de los motores.

- **Controladores:**

Se encargan tanto de la programación como del montaje del circuito de "Baja tensión" del robot.

- **Procesador:** Es el cerebro del proyecto y al que irán conectados todos los subsistemas del robot. Los sensores conformarán la entrada del sistema, estos datos se tratarán en el procesador y se obtendrá una señal de salida para los motores.

- **Placa auxiliar:** Es la encargada de albergar y conectar todas las partes electrónicas del prototipo para mayor limpieza y optimización del prototipo.

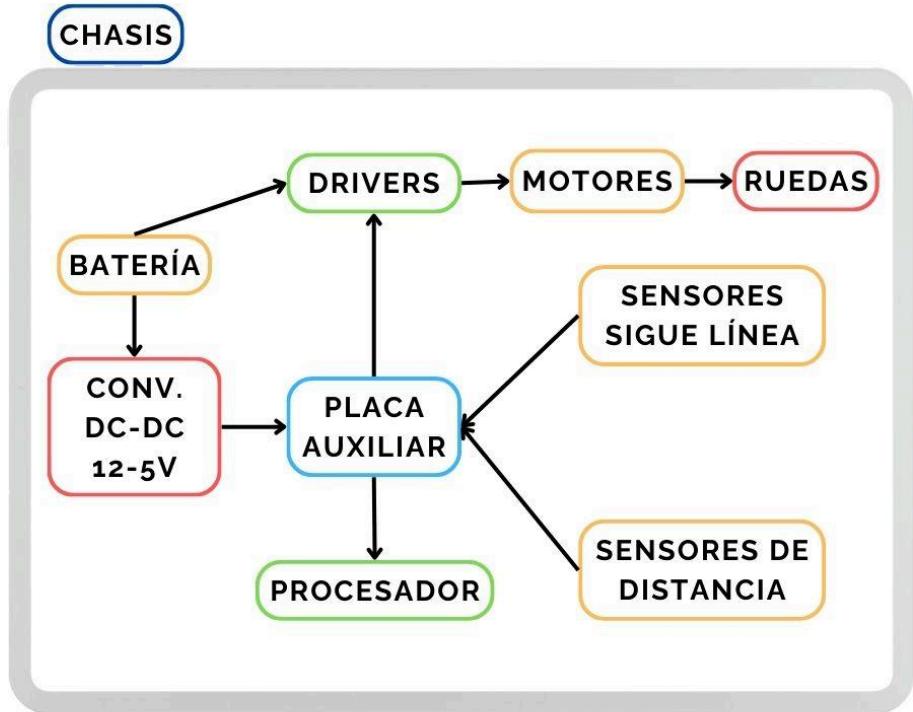


Fig. 9: Diagrama de subsistemas y conexionado.

2.4 WBS

1. Organización
 - a. Establecimiento de tareas
 - i. Creación de tareas
 - ii. Asignación de tareas
 - b. Adquisición de la normativa y reglas de la LNRC
 - c. Planificación con Trello
 - d. Redacción del SoW
 - i. Uso de Docs para memoria
 - ii. Uso de Canva para esquemas
 - iii. Planificación temporal (diagrama de Gantt)
 - e. Elaboración de informes semanales
 - f. Informe final
2. Diseño del prototipo
 - a. Búsqueda de información de concursantes previos.
 - b. Planificación de estrategia de combate
 - c. Diseño del chasis
 - i. Análisis físico
 1. Cinemática
 2. Dinámica
 - ii. Diseño en CAD
 - d. Documentación y desarrollo del Software
 - e. Búsqueda de productos
 - i. Componentes electrónicos
 - ii. Material para chasis
 - f. Montaje
 - g. Análisis de riesgo
 - i. Prevención de riesgos
 - ii. Actuación ante riesgo
 - h. Ajuste presupuestario
 - i. Planificación con Tricount
3. Test
 - a. Validación de componentes
 - b. Pruebas dinámicas
 - c. Reparaciones y ajustes necesarios
 - i. Reflexión sobre estrategia de combate
 - ii. Compra de componentes
 - iii. Rediseño del chasis
 - iv. Reajuste de presupuestos
4. Producto final
 - a. Montaje definitivo
 - b. Hoja de características
 - i. Características funcionales
 - ii. Características estructurales
 - iii. Datos técnicos
5. Competición

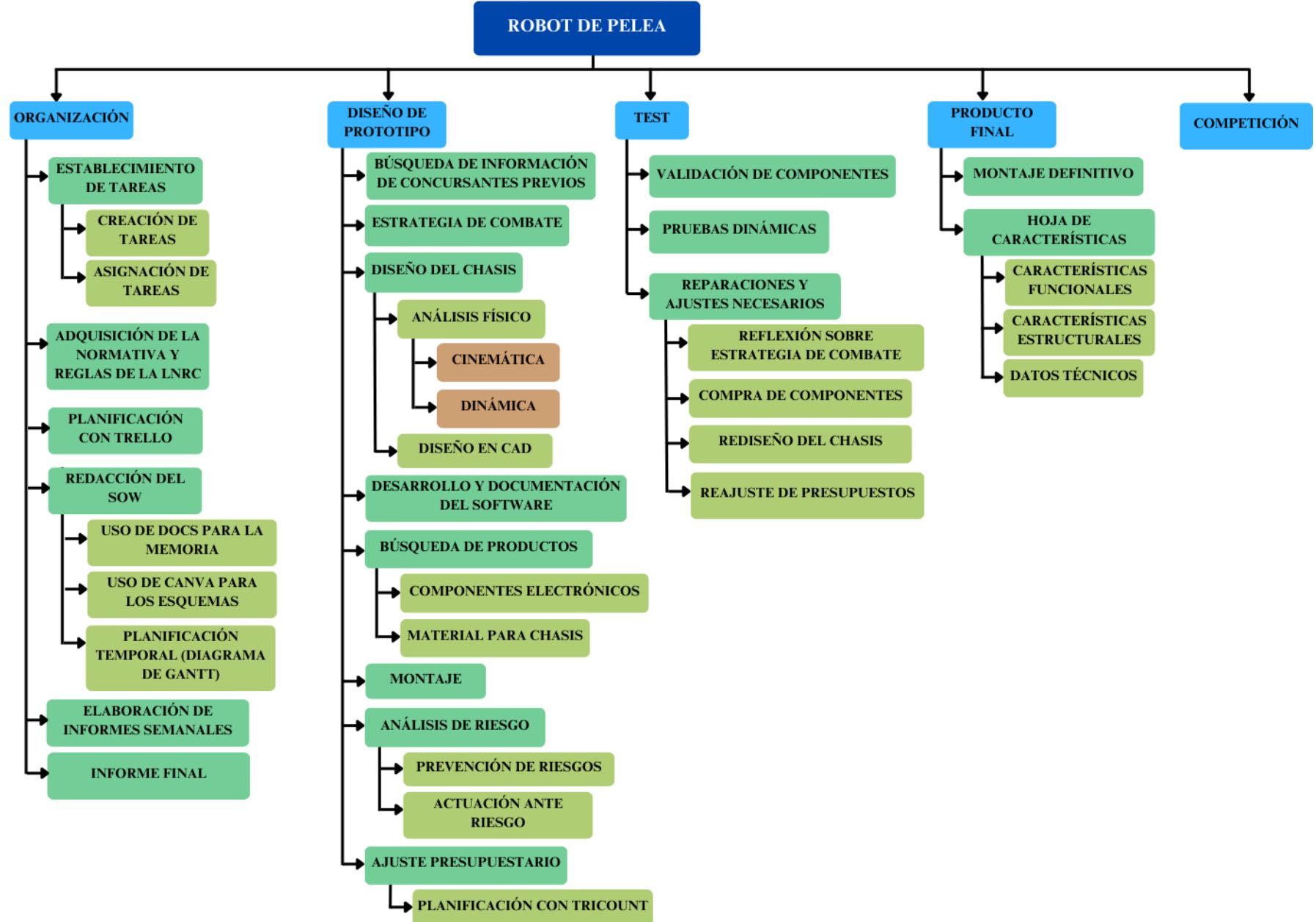


Fig. 10: Work Breakdown Structure.

3. PERIODO Y PLANIFICACIÓN

3.1 PERIODO DE TRABAJO

El periodo de trabajo comenzó el **15 de febrero** y finalizará el **12 de junio** con la entrega de la documentación, en total aproximadamente **17 semanas** desde el **comienzo de la asignatura** hasta la fecha de la **primera convocatoria ordinaria**, como se puede ver de forma esquemática en la *Figura 11*. Sin embargo, realmente el número de semanas que se corresponden a la elaboración del robot son **14**, ya que la **competición** tiene lugar casi un mes **antes** que la entrega final de la documentación. El grupo de desarrollo del Robot MiniSumo trata de cumplir con todas las labores y períodos especificados en este documento de forma eficaz y profesional para así alcanzar de forma adecuada los objetivos nombrados anteriormente.

Es importante destacar que las fechas de **inicio y finalización** son **definitivas**, ya que fueron impuestas por la asignatura de *Proyectos Integrados*. Sin embargo, las planificaciones y **fechas intermedias** podrían ser **modificadas** dependiendo de la evolución del proyecto y de cualquier imprevisto que pueda surgir.

Durante los **cuatro meses**, que corresponden a las 14 semanas de trabajo disponibles para realizar el proyecto mencionadas anteriormente, se realizan diferentes actividades relacionadas con la planificación, investigación, fabricación, validación y construcción del robot. Es importante destacar que las últimas tres semanas de ese periodo están exclusivamente dedicadas a la finalización de la documentación a entregar al profesorado, ya que la presentación en clase del proyecto tiene lugar el 21 de mayo. A diferencia de otros trabajos, este equipo ha decidido inscribirse en una **competición nacional** para ponerlo a prueba en una situación real, por lo que es necesario apuntarse antes del **30 de abril** y que el robot esté finalizado el **18 de mayo**, día que tiene lugar el torneo en Madrid.

El equipo ha sido dividido en diferentes departamentos relacionados con los distintos subsistemas del robot para agilizar el proceso de trabajo. Sin embargo, con la finalidad de que todos los integrantes estuvieran informados de todas las novedades se realizan **reuniones semanales** a lo largo de todo el periodo de trabajo para tomar decisiones de forma conjunta. En cada una de ellas se ha hecho un seguimiento a través de la **redacción de actas**, incluyendo los temas tratados, las soluciones acordadas y los puntos a investigar para la próxima reunión. De esa forma se tiene una organización adecuada de todas las ideas y el grupo puede revisar cualquier duda sobre su labor de cada semana y así trabaja de forma eficaz. Además, todo esto ha sido plasmado en *Trello*, un organizador web de tareas. En la *Tabla 1* aparecen las reuniones grupales que han sido registradas hasta la fecha de entrega de este documento. Además, en estas reuniones se redactarán los **informes de progreso** exigidos por parte del profesorado de la asignatura.

El resto de documentos a entregar, mostrados en el apartado relacionado con el calendario de entregables, se realizarán mediante **documentos compartidos** por todos los integrantes para avanzar de forma más eficaz, no solamente de forma presencial en las reuniones, sino **telemáticamente** también, sobretodo para la redacción de documentos extensos como el Statement of Work y la memoria final. Como se ha mencionado anteriormente, el equipo se divide en departamentos para agilizar el trabajo. Por lo tanto, cada investigación sobre los subsistemas será realizada por su departamento. Finalmente, el miembro encargado de que se cumplan los plazos será el responsable de preparar la documentación necesaria a entregar a la liga para realizar la inscripción.

Agenda de Reuniones.

[Proyecto Robot MiniSumo]

Fecha	Temas a tratar	Futuro
15/02/2024	Brainstorming	Seleccionar la idea ganadora
19/02/2024	Elección: Robot Minisumo	
27/02/2024	Reparto de subsistemas	Plazo de 2 días para realizar propuestas de cada uno
1/03/2024	1. Lista de sensores finalizada. 2. Selección más detallada del resto de componentes.	1. Primera versión presupuesto. 2. Primera versión listado de componentes.
6/03/2024	Discusión sobre la primera versión de componentes.	1. Segunda versión listado de componentes. 2. Planear el diagrama de Gantt.
11/03/2024	Diagrama de Gantt y planificación	1. Listado final de componentes. 2. Idear el chasis.
14/03/2024	Elección final de la mayoría de componentes	Compra de componentes
29/03/2024	1. Revisión del SoW. 2. Programación de las próximas reuniones.	Finalización del diseño del chasis con las sugerencias dadas
6/04/2024	1. Revisión final del modelo 3D del chasis. 2. Diseño inicial de la PCB.	Prueba de motores
11/04/2024	1. Reparto de tareas modificaciones del SoW. 2. Elección final batería	1. Prueba de sensores 2. Repaso esquema conexiónados 3. Avances del chasis
17/04/2024	Segunda revisión del SoW	

Tabla 1: Reuniones programadas hasta la segunda entrega del SoW.

3.2 DIAGRAMA DE GANTT

Esta herramienta propia de la gestión de proyectos es esencial para tener una **vista general** de la evolución del trabajo. En el eje horizontal aparecen los meses de trabajo divididos por semanas, y en el lateral izquierdo aparecen las principales tareas desarrolladas. Es de vital importancia que la planificación se adecúe a los plazos impuestos por la LNRC y por el profesorado, y que sea consensuada por todos los componentes del equipo.

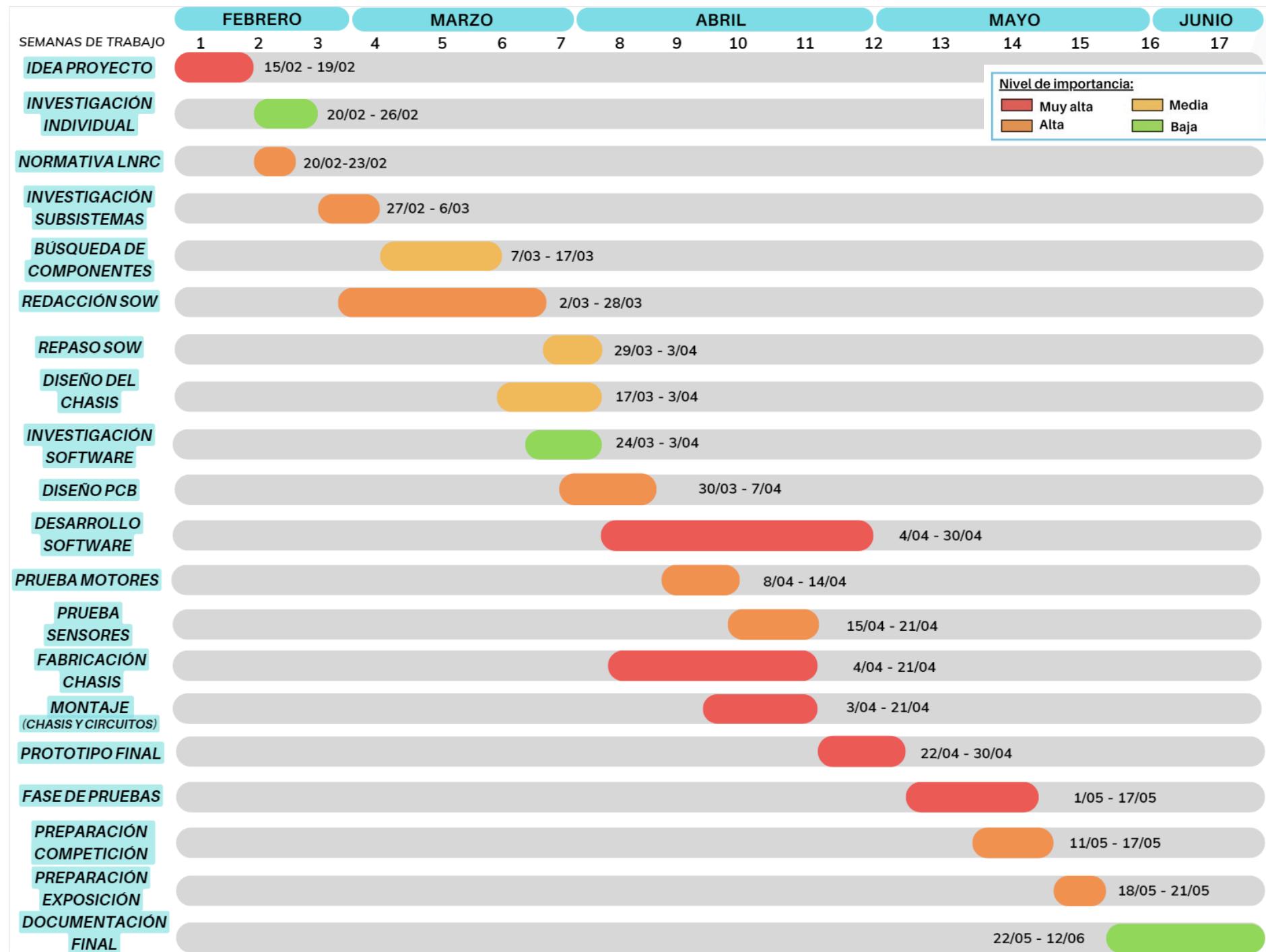


Fig. 11: Diagrama de Gantt

3.3 ANÁLISIS DE RIESGOS

En esta sección se tratarán las **posibles amenazas** que se puedan presentar en el transcurso del proyecto. Una buena gestión de riesgos es fundamental para el éxito del objetivo principal del trabajo. Estas dificultades pueden suponer un impacto negativo en diferentes ámbitos, tales como la seguridad humana o la calidad del robot.

Los diagramas de riesgos muestran visualmente la **probabilidad** con la que pueden suceder, además de la **criticalidad**, es decir, la importancia del daño que suponen. Son esenciales para tomar decisiones adecuadas y para posteriormente poder determinar las áreas que requieren soluciones, y poder redactar un plan de contingencia eficaz.

En la *Tabla 2*, se muestran los **peligros clasificados**. Se han tenido en cuenta la seguridad de las personas y del robot, como se ha mencionado anteriormente, además de riesgos técnicos del robot, sociales, de planificación, financieros y legales.

Probabilidad / Criticalidad	Baja	Media	Alta	Muy alta
Constante	- Exceder el presupuesto .	- Fallos de funcionamiento de los componentes .	- Daños del robot durante la competición que no puedan ser solucionados antes de la presentación en el aula .	- Incumplimiento de la normativa .
Moderado	- Dificultades de programación	- Lesiones en la construcción del robot . - Prestaciones de los componentes menores a las del datasheet .	- Heridas a personas de la organización o de otros equipos. - Cortocircuitos debidos al chasis de metal.	- No tener el robot listo a tiempo para la competición. - Cortes al manejar el robot debido a las cuchillas en la parte delantera.

Possible	- Los integrantes del equipo no cuentan con las herramientas necesarias para el montaje.	- Rotura del robot si se cae del tatami en la competición.	- Retrasos en la llegada de los componentes irreemplazables.	- No pasar las inspecciones técnicas previas a la competición.
Muy poco probable	- Descargas eléctricas por mala manipulación.	- Quemaduras por cortocircuito. - No poder realizar el desplazamiento al lugar de la competición.	- Sobrealimentación a los componentes.	- No realizar la inscripción a tiempo. - Cambios en la normativa mientras se está desarrollando el prototipo.

Tabla 2: Diagrama de riesgos.

3.3.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS Y RESOLUCIÓN DE DAÑOS

Como se ha explicado anteriormente, en el diagrama de riesgos quedan recogidas las amenazas más probables y más críticas. Para los riesgos con **mayor severidad** (naranja y rojo en la *Tabla 2*) se ha recogido una forma de actuación con el objetivo de no poner en riesgo la finalización del proyecto.

En el plan de contingencia se tratará de plantear sus **posibles soluciones**, o de cómo **reducir la probabilidad** de ocurrencia. Se plantean las resoluciones en orden de importancia.

- ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN:

Este tipo de estrategias tratan de **prever** las dificultades, para poder ponerles solución antes de que ocurran.

Por un lado, para hacer frente a los **riesgos técnicos** del robot, se deben tener herramientas que permitan reparar cualquier desperfecto, además de tener material de repuesto suficiente. Para prevenir muchos de estos problemas, es necesario consultar todos los datasheets necesarios, además de tener localizadas aquellas páginas webs o tiendas en las que se pueda obtener fácilmente el material de trabajo necesario. No obstante, se realizarán numerosos tests para comprobar el correcto funcionamiento del robot:

- **Batería:** en el caso de que la batería sufra daños, se podrán emplear pilas. Además, para los tests en los que no sea necesario el movimiento del robot, se empleará una fuente de alimentación externa para reducir su uso.
- **Motores:** si los motores sufrieran daños, se han comprado dos unidades de repuesto y, además, se disponen de otros de menor calidad proporcionados por ESlbot.
- **Cáscara:** si ocurren los cortocircuitos u otros daños externos, se tendrán realizadas con impresión 3D otras partes del robot para sustituirlas por las dañadas. Para evitar estos cortocircuitos se envolverá el subchasis metálico en cinta aislante.
- **Sensores:** en caso de fallo de los sensores infrarrojos de distancia, se podrá hacer uso de los ultrasonidos proporcionados en los kits de Arduino, de los cuales ya se disponen.
- **Procesador:** se ha decidido que el Arduino Nano es el más óptimo para el proyecto debido a su reducido tamaño, pero se cuenta con varios Arduino Uno de repuesto de forma que el código pueda ser completamente reutilizable en caso de la rotura de la primera opción.
- De todos los componentes y materiales hay unidades de repuesto. Esto se detalla más en la *Tabla 7*.

Para garantizar la seguridad de los integrantes del grupo se hace necesaria la creación de una **checklist** [20] o lista de comprobación que contenga los **requisitos previos a revisar** al realizar cualquier **prueba** en el periodo de testeo.

INICIO		MOTORES Y BATERÍA		Herramientas	Check	Incidencia
Número de test		Motores correctamente sujetos al chasis		Tornillos, llave	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Componente a probar		Motores correctamente sujetos a las ruedas		?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Personas		Batería correctamente sujetada al chasis		Cinta de doble cara y aislante	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Lugar		Batería conectada a la PCB			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Duración estimada		Motores conectados a los drivers			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Los motores giran correctamente		Código de prueba	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FIN		SENSORES		Herramientas	Check	Incidencia
Duración real		Infrarrojos conectados a sus pines			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
¿Incidencias?	<input checked="" type="checkbox"/>	Siguielineas conectados a sus pines			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Los infrarrojos mandan señal		Código de prueba	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Los siguielineas mandan señal		Código de prueba	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PCB		Herramientas		Check	Incidencia	
		PCB correctamente colocada		Cinta de doble cara y aislante	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		El procesador está alimentado		?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		El procesador tiene subida la versión del código necesaria para el test		USB-C	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		El robot no se mueve hasta pasados 5 segundos de su encendido			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Chasis		Herramientas		Check	Incidencia	
		Las cuchillas no están colocadas si no es necesario			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Solo si fuera necesario, las cuchillas están debidamente colocadas		Cinta de doble cara ¿y tornillos?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		No hay grietas ni daños en el chasis			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Equipamiento		Herramientas		Check	Incidencia	
		Hay al menos dos personas en el test			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Se llevan zapatos cerrados y pantalones largos			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Se llevan guantes anticorte			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		La zona donde va a rodar en robot está a baja altura			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		La zona donde va a rodar el robot está limitada por paredes			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		El botón de emergencia está preparado			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Se guarda distancia de al menos un metro con la zona de test			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabla 3: Checklist para la realización de tests [20]

Un resumen de los puntos más importantes de seguridad personal son los siguientes:

- Se evitara siempre que sea posible realizar el test pertinente con las cuchillas montadas en el robot. En caso de que no sea posible, se mantendrá una distancia de al menos un metro al lugar de operación del robot. Durante la competición esta distancia es obligatoria por normativa [1].
- Será necesaria la participación de al menos dos personas cada vez que se realice un test, ya que en caso de fallos o lesiones, siempre habrá un participante al auxilio.
- Se contará con unos EPI (Equipos de Protección Individual) para evitar posibles lesiones físicas durante la manipulación del robot y realización de pruebas. Constan, entre otros elementos, de guantes, gafas protectoras y calzado y vestimenta que cubra las extremidades superiores e inferiores.

Siguiendo con temas relacionados con la normativa de la liga [1], es necesario que al menos un miembro del equipo esté constantemente informado sobre toda la nueva información que se proporcione por parte de la competición. De este modo, se evita la descalificación, ya que no se incumplirá ninguna de las normas existentes. Esto también incluye todos los plazos que sean necesarios cumplir de forma adecuada, como la propia inscripción, o aquellos impuestos por parte de la asignatura. Es crucial hacer revisiones semanales para evitar que pase desapercibida toda nueva información. Por último, para evitar que no se pasen las inspecciones técnicas previas a la competición, se hará un simulacro lo más cercano a la realidad posible de las mismas una vez que el robot al completo esté montado.

Finalmente, es de gran importancia la **consulta** con el profesorado, además de con la propia liga, para resolver cualquier tipo de duda. Debido a los posibles daños que sufra el robot durante los combates, se ha informado previamente al profesorado para que exista la posibilidad de enseñarles el proyecto final que irá a la competición, debido a que la exposición en el aula ocurre tres días después de la competición.

- PLAN DE CONTINGENCIA:

Para poder solucionar aquellos contratiempos que **hayan sucedido** en el periodo de trabajo, se ha realizado este plan de contingencia.

Si algún **componente** importante no ha llegado a tiempo, o ha sido deteriorado durante las pruebas, se tendrán componentes de repuesto, o provisionales, que sirvan para sustituir a los que haya que retirar. En el apartado 6, dedicado al material y presupuesto, se explican detalladamente todos los elementos extras de los que se disponen.

En cuanto al **montaje del circuito**, mientras no se disponga de la PCB durante su diseño y fabricación se tendrá una protoboard para ir haciendo las primeras pruebas del circuito, así como si ocurre algún problema con la PCB siempre se podrá acudir a la protoboard como segunda opción si no se puede construir otra PCB a tiempo.

Por otro lado, aunque el objetivo es que el subchasis esté formado por una placa metálica, se tiene en cuenta la posibilidad de que se produzcan **cortocircuitos** por este hecho y su complejidad de fabricación, y se podrá tanto cubrir la placa conductora con cinta aislante como realizar el prototipo al completo en PLA mediante impresión 3D. Se dispondrá además de almohadillas aislantes para así evitar el contacto entre componentes.

A su vez, si se produce algún fallo que impida coger el robot con las manos ya sea porque los motores no paren de girar o porque algún componente se haya sobrecalentado o deteriorado se dispondrá de una **seta de emergencia** (en un dispositivo remoto) conectada a través de un módulo bluetooth que irá en la PCB.

Finalmente, en relación con la seguridad humana, es necesario tener **material de primeros auxilios** para el equipo siempre que se vaya a realizar un test o a soldar algún nuevo componente.

4. CALENDARIO DE ENTREGABLES

La *Tabla 4* recoge todas las **fechas** correspondientes a las **entregas** que el equipo debe cumplir para alcanzar de forma exitosa los objetivos y gestionar el tiempo de manera adecuada, además de superar la asignatura.

Algunas de ellas, tales como la entrega del Statement of Work, la demostración del proyecto y la entrega de la documentación vienen **impuestas por el profesorado**. Además hay que cumplir con aquellas fechas indicadas en la **normativa de la LNRC [1]**. Por último, el equipo debe cumplir otros **plazos impuestos por los propios integrantes**, tales como fechas provisionales para finalizar de redactar la documentación o las investigaciones de cada subsistema, para poder perfeccionar y terminar de forma correcta cada entregable.

Nombre tarea	Entregable	Fecha
Versión preliminar SoW	SoW	03/04/2024 Internamente: 28/03/2024
Versión definitiva SoW	SoW	19/04/2024
Versión de los subsistemas	Documento interno de avances	Internamente: semanal
Informe de progreso 1	Documento de avances para el profesorado	26/04/2024
Informe de progreso 2	Documento de avances para el profesorado	03/05/2024
Informe de progreso 3	Documento de avances para el profesorado	10/05/2024
Entrega documentación LNRC	Inscripción	30/04/2024
Competición	Proyecto final	18/05/2024
Presentación del proyecto	Proyecto final	21/05/2024
Entrega documentación proyecto	Memoria del trabajo	12/06/2024

Tabla 4: Calendario de entregables.

5. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

5.1 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

Escenario 1: Llegada a los bordes del tatami

- **Dado que** el robot llega al borde del tatami.
- **Cuando** el robot quiere evitar salirse del tatami.
- **Entonces** los sensores deberán detectar la línea de color blanco, provocando una serie de movimientos para evitar que el robot cambie de dirección sin salirse del tatami.

Escenario 2: Choque con el rival cara a cara con empuje a favor

- **Dado que** el robot está empujando al robot rival.
- **Cuando** el robot quiere mantener el empuje.
- **Entonces** los motores deberán seguir manteniendo el mismo ritmo, y los sensores deberán detectar si el robot rival consigue huir.

Escenario 3: Choque con el rival cara a cara con empuje en contra

- **Dado que** el rival está empujando al robot.
- **Cuando** el robot quiere evitar seguir en esa posición.
- **Entonces** se deberá ejecutar una secuencia de movimientos determinada para intentar evitar seguir en esa posición intentando flanquear al robot rival en el proceso.

Escenario 4: Flanqueo al rival

- **Dado que** el robot está empujando al robot rival por el costado.
- **Cuando** el robot quiere echar al rival de pista manteniendo el empuje desde el lateral.
- **Entonces** el robot deberá mantener el empuje, intentando no alterar el posicionamiento en el flanco.

Escenario 5: El robot es flanqueado por el rival

- **Dado que** el rival está empujando desde un costado al robot.
- **Cuando** el robot quiere evitar seguir siendo empujado por ese lado.
- **Entonces** se deberá de ejecutar una secuencia determinada de movimientos para zafarse del robot rival sin caerse del tatami.

Escenario 6: El robot no detecta al rival

- **Dado que** el contrincante no es detectado por el robot.
- **Cuando** el robot quiere detectar la posición del rival.
- **Entonces** el robot comenzará a girar sobre su propio eje hasta conseguir encontrar al rival.

5.2 MATRIZ DE VERIFICACIÓN

Hay varias herramientas y técnicas que se pueden utilizar en la matriz de verificación, incluidas las inspecciones, demostraciones, análisis y pruebas.

- **Inspecciones:** son revisiones de los requisitos realizadas por expertos. El propósito de una inspección es identificar errores, omisiones o inconsistencias en el documento de requisitos.
- **Análisis:** consisten en la verificación de requisitos mediante modelos teóricos y simulaciones.
- **Demostraciones:** implica verificar la funcionalidad del sistema de forma práctica normalmente usando prototipos.
- **Tests:** se utilizan para verificar que el sistema cumple con sus requisitos funcionales bajo condiciones, configuraciones, entradas, etc. controladas.

Requisito	Nombre de Requisito	Verificación				Nombre prueba	Estado
		I	A	D	T		
F1	Movimiento		X	X	X	test 3, test 8	Pendiente
P1.1	Velocidad longitudinal		X		X	test 8	Pendiente
P1.2	Aceleración		X		X	test 8	Pendiente
P1.3	Deceleración		X		X	test 8	Pendiente
P1.4	Velocidad angular		X		X	test 3	Pendiente
F2	Fuerza			X		test 9	Pendiente
P2.1	Empuje al rival		X	X		test 9	Pendiente
F3	Percepción				X	test 3	En marcha
P3.1	Detección del tatami				X	test 3	En marcha
F4	Percepción		X		X	test 4	Pendiente
P4.1	Detección máxima		X		X	test 4	Pendiente
P4.2	Detección mínima		X		X	test 4	Pendiente
F5	Aguante				X	test 5, test 6	Pendiente
P5.1	Par de empuje				X	test 5	Pendiente
P5.2	Par soportable	X			X	test 5	Pendiente
P5.3	Fuerza a resistir	X			X	test 6	Pendiente

F.6	Energía			X	test 6	Pendiente
P.6.1	Energía por combate		X		Durabilidad en combate	Pendiente
O.1	Autonomía			X X	test 10	Pendiente
O.2	Tiempo de arranque			X	Normativa LNRC	Pendiente
D.1	Normativa de la competición	X			Normativa LNRC	En marcha
D.2	Tamaño	X			Medida de las dimensiones	Pendiente
D.3	Peso	X			Medida del peso	Pendiente
C.1	Presupuesto	X			Presupuesto	En marcha
S.1	Seguridad de operación	X			Seguridad	Pendiente

Tabla 5: Matriz de verificación.

5.3 PLAN DE PRUEBAS

Número de Test	1
Tipo de Test	Prueba sensores
Instalaciones donde se prueba	Cualquier lugar con una pared vertical
Item probado	Sensores ultrasonidos
Procedimiento y duración del test	Realizar un montaje simple de un sensor de ultrasonidos a un coche de radio control y comprobar cómo de fiable es su medida para decidir si se adecúan a la aplicación.
Duración de la campaña de test	20 minutos
Fecha de la campaña de test	07/04/2024
Test completado	NO

Número de Test	2
Tipo de Test	Pruebas motores
Instalaciones donde se prueba	Cualquier lugar
Item probado	Motores+Drivers+Batería
Procedimiento y duración del test	<i>Probar el conexionado de la batería con los drivers y estos a su vez con los motores. Primer acercamiento a su control mediante un PWM.</i>
Duración de la campaña de test	20 + 25 minutos
Fecha de la campaña de test	12/04/2024
Test completado	NO

Número de Test	3
Tipo de Test	Calibración de sensores
Instalaciones donde se prueba	Recreación del tatami
Item probado	Sensores siguelineas
Procedimiento y duración del test	<i>Acercar los sensores al borde del tatami para comprobar el correcto funcionamiento y validar la distancia de lectura.</i>
Duración de la campaña de test	25 minutos
Fecha de la campaña de test	13/04//2024
Test completado	NO

Número de Test	4
Tipo de Test	Calibración de sensores
Instalaciones donde se prueba	Cualquier lugar con una pared vertical
Item probado	Sensores de proximidad
Procedimiento y duración del test	<i>Realizar las primeras medidas de los sensores. Acercar objetos a los sensores</i>

	<i>para determinar el rango de detección de los mismos. Calibrar los sensores mediante el experimento anterior.</i>
Duración de la campaña de test	30 minutos
Fecha de la campaña de test	26/03/2024
Test completado	<u>Sí</u>

Número de Test	5
Tipo de Test	Pruebas ruedas
Instalaciones donde se prueba	Lugar recreando un tatami
Item probado	Ruedas
Procedimiento y duración del test	Comprobar que las ruedas no deslicen ni con los motores propios ni ante una fuerza externa similar a la que pueda ejercer otro robot.
Duración de la campaña de test	15 minutos
Fecha de la campaña de test	15/04/2024
Test completado	NO

Número de Test	6
Tipo de Test	Resistencia a golpes
Instalaciones donde se prueba	Lugar recreando un tatami
Item probado	Chasis
Procedimiento y duración del test	Recrear un sparring y someter el chasis del robot a golpes, vueltas y caídas.
Duración de la campaña de test	20 minutos
Fecha de la campaña de test	22/04/2024
Test completado	NO

Número de Test	7
Tipo de Test	Pruebas estrategias
Instalaciones donde se prueba	Lugar recreando un tatami
Item probado	Robot completo
Procedimiento y duración del test	Simular combates contra un coche de radiocontrol, probando distintos tipos de estrategia y su utilidad frente a robots más rápidos, más lentos, etc.
Duración de la campaña de test	60 minutos
Fecha de la campaña de test	Se realizarán numerosos tests de este estilo a partir del 30/04/2024
Test completado	NO

Número de Test	8
Tipo de Test	Medición prestaciones robot
Instalaciones donde se prueba	Lugar recreando un tatami
Item probado	Robot completo excepto sensorización
Procedimiento y duración del test	Medir la velocidad, aceleración, deceleración y capacidad de giro del robot.
Duración de la campaña de test	40 minutos
Fecha de la campaña de test	05/05/2024
Test completado	NO

Número de Test	9
Tipo de Test	Capacidad de empuje
Instalaciones donde se prueba	Lugar recreando un tatami
Item probado	Robot completo excepto sensorización
Procedimiento y duración del test	Hacer que el prototipo empuje cada vez

	cargas más pesadas para medir la fuerza máxima transmisible del robot.
Duración de la campaña de test	25 minutos
Fecha de la campaña de test	06/05/2024
Test completado	NO

Número de Test	10
Tipo de Test	Consumo del robot
Instalaciones donde se prueba	Lugar recreando un tatami
Item probado	Batería
Procedimiento y duración del test	Simular un combate completo (3 rondas de hasta 3 minutos) para probar la duración de la batería.
Duración de la campaña de test	20 min
Fecha de la campaña de test	01/05/2024
Test completado	NO

Tabla 6: Tests.

6. MATERIAL Y PRESUPUESTO

Para la planificación y construcción del prototipo se requiere una atención meticolosa a los materiales necesarios y los costos asociados a ellos, así como con los procesos de fabricación de las piezas. La elaboración de un documento detallado que aborde tanto los materiales como los presupuestos es esencial para garantizar una gestión eficiente y efectiva del proyecto.

6.1 MATERIAL NECESARIO

Este es el listado de componentes y materiales finales que han sido seleccionados para construir el robot:

- **Sensores:**

Estos sirven para proporcionar al robot la información del exterior. Se colocan por fuera del chasis para garantizar una buena obtención de información. Se precisan dos tipos:

- **Sensores de distancia:** sirven para detectar el robot del adversario. Se han elegido **sensores de infrarrojos** en vez de los de ultrasonido debido a que son menos sensibles a perturbaciones y más rápidos (usan luz en vez de sonido). Los del modelo GP2Y0A21YK0F presentan una buena relación calidad precio, tienen un rango de medición de **10 a 80 cm**, que es muy conveniente teniendo en cuenta que el dohyo tiene 90 cm de diámetro y tienen un tamaño óptimo para el robot. Harán falta 3 de ellos, uno en el frente y otro a cada lado del minisumo. Aunque es cierto que en la parte trasera del robot se crea un punto muerto, no será relevante dado el tamaño del dohyo y la capacidad del robot de pivotar en caso de no detectar al robot adversario. Otros sensores de infrarrojos estudiados fueron los G340K, muy utilizados en el minisumo por su alta velocidad de lectura y su gran precisión, sin embargo no es posible obtenerlos en España por un precio razonable ya que son principalmente empleados en Latinoamérica. El equipo también baraja la posibilidad de emplear los sensores de ultrasonidos HC-SR04 en caso de que pudieran suponer una ventaja competitiva. Sin embargo, por el alto tiempo de lectura de los mismos y su baja precisión contra superficies inclinadas, se duda de su utilidad en esta aplicación.



Fig. 12: Global.Sharp Sensor GP2Y0A21YK0F [21].

- **Sensores siguielineas:** sirven para **detectar los bordes** del dohyo. Se usan los CNY70, por su bajo precio, su diseño compacto y su precisión en la lectura. Harán falta al menos 3 de ellos, dos en la parte delantera y uno en la trasera.



Fig. 13: Sensor Vishay CNY70 [22].

- Podría ser necesario **otro sensor** para el comienzo del combate que todavía debe ser aclarado por la LNRC. Por este motivo el equipo se reservarán varias entradas analógicas en el Arduino en caso de que sea de éste tipo.

- **Motores:**

Serán los encargados de **mover las ruedas**. Están sujetos a la parte baja del chasis, alineados en el mismo eje. La configuración elegida finalmente constará de dos motores 12GAN20-100 a 12 voltios, que producen 300 rpm en vacío, 0.6 kg*cm de par nominal y 4 kg*cm de par en stall. Estos motores destacan por su alto par manteniendo un valor de revoluciones alto. En el mercado existen otras opciones ampliamente empleadas en el minisumo como los de JSUMO [\[23\]](#), para el equipo es, claramente, la mejor opción que existe debido a su alto par de más de un orden de magnitud superior a los de la competencia; o los Pololu [\[24\]](#), que son motores de una marca muy reconocida en el mercado y empleados en todo tipo de aplicaciones. Sin embargo, estos motores se alejan mucho del presupuesto máximo de la asignatura y no permitirían tener motores de repuesto en caso de que algo saliera mal, por lo que se ha optado por la primera opción nombrada.



Fig. 14: Motor GA12N20-100 [\[25\]](#).

- **Batería:**

En cuanto a la batería, tras barajar opciones como la alimentación por pila, se ha optado por una batería LiPo 2s empleada en drones de 7.4 V y 600 mAh por su bajo peso (~40g). Aunque ninguno de los sistemas del robot funciona a 7'4 V, se empleará un regulador de tensión a 5 V para alimentar el arduino y un booster [\[26\]](#) hasta los 12 V para el motor. De esta manera se ahorra peso (~40 - 60 g), tamaño (~3 cm en cada lado) y precio (~5 - 8 €). La carga eléctrica fue calculada haciendo una estimación de lo que consumiría el robot en una competición completa. Los combates son de 3 asaltos de un máximo de 3 minutos cada uno, lo que hace que cada combate dure como máximo $3 \cdot 3/60 = 0.15$ horas. Resulta complejo aproximar el consumo de los motores ya que su comportamiento durante una pelea es desconocido para el equipo actualmente, pero tras observar ejemplos de combates en internet, se considerará, como aproximación y para contar con un gran coeficiente de seguridad que el motor va a estar durante tres minutos completos en stall (es decir, dando el par máximo que puede, pero con velocidad igual a 0, lo que supondría estar empujando contra un muro inamovible y sin deslizar las ruedas), y todo el tiempo restante con su corriente nominal. Realizando los cálculos: $0.3 \cdot 0.15 \cdot 1000/2 + 0.09 \cdot 0.15 \cdot 1000 \cdot 2/3 = 24$ mAh. Vemos que es un valor

relativamente bajo. Sin embargo, no se ha querido arriesgar a quedarse corto y ha optado por el valor más alto de capacidad eléctrica que se ha podido encontrar y que entrara dentro del presupuesto.



Fig. 15: Batería Brainergy LiPo 7.4V 600 mAh [27].

- **Driver:**

Permite **controlar** de forma precisa la **tensión suministrada** a los motores para así regular su velocidad y sentido. El driver de motor empleado es el *TB6612FNG* de Toshiba, que soporta hasta 1.2 A de media y 3.2 A de pico, así como hasta 15 V de alimentación, por lo que los motores entran dentro de su rango de operación. Además, cuenta con 4 modos de operación (CW, CCW, short brake y stop) que permiten tener un control completo de los motores de forma independiente desde un mismo driver. También se han valorado otras opciones más comunes en la robótica convencional como las series L293D y L298N, pero finalmente se decidió optar por la opción previa del equipo (el driver TB6612FNG) por su diseño más compacto y mejores prestaciones.

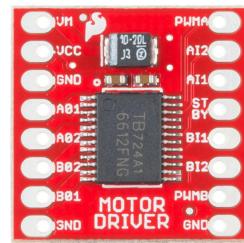


Fig. 16: Driver Toshiba TB6612FNG [28].

- **Chasis:**

Es lo que da **estructura al robot** y **soporte** al resto de componentes. Se necesita que esté formado por un material que tenga **buenas propiedades mecánicas** para que aguante los empujones y choques con el robot adversario, y a su vez que no pese demasiado, ya que es importante que el centro de gravedad esté lo más bajo posible y el conjunto del robot **no pese más de los 500 gramos** que marca la normativa [1]. El chasis se divide en:

- **Cuerpo principal:** El chasis del prototipo está formado por una plancha de **acero/aluminio** que aporta la rigidez necesaria al conjunto, además de que

baja el centro de gravedad del robot. La parte superior del robot es diseñada en *Fusion 360* para su posterior impresión 3D en PLA. Tanto el material como la impresora serán proporcionados por *ESibot* [3]. Para maximizar el peso del robot dentro de la normativa [1] se colocarán plomos empleados en scalextric de competición en el subchasis. Las principales ventajas de este método de fabricación frente a construir el chasis exclusivamente en un sólo material son: una mayor dureza, durabilidad y peso del metal frente al plástico, ideal para la zona inferior del chasis, así como la ligereza, facilidad de diseño y fabricación y adaptabilidad que ofrece la impresión 3D. Esto permite rehacer la parte superior del chasis tantas veces como se quiera, pudiendo probar distintas configuraciones tanto como para optimizar el packaging como para optimizar el rendimiento de los demás componentes del robot. Además, el PLA es aislante, por lo que no se corre el riesgo de que ante algún golpe los componentes sufran daño eléctrico. Para evitar esto, en el subchasis se envolverá la placa metálica con cinta aislante en su totalidad. Por último, la plancha inferior metálica resistirá mucho mejor la temperatura de la batería tras un largo uso y evitará que se deteriore el plástico.

- **Rampa:** será la **parte frontal** del robot. Este será el lugar donde se van a producir los choques con los adversarios, por lo que interesa que esté a ras de suelo y tenga una pendiente poco pronunciada para que el robot logre arrasar con el contrincante, facilitando así el echarlo del tatami. Al ser la parte más expuesta a choques se le añadirá un *revestimiento metálico (aluminio)* para proporcionarle mayor **resistencia y dureza**. Además, en la parte baja de la rampa se colocarán *cuchillas de vitrocerámica* para que el robot quede completamente a ras de suelo.

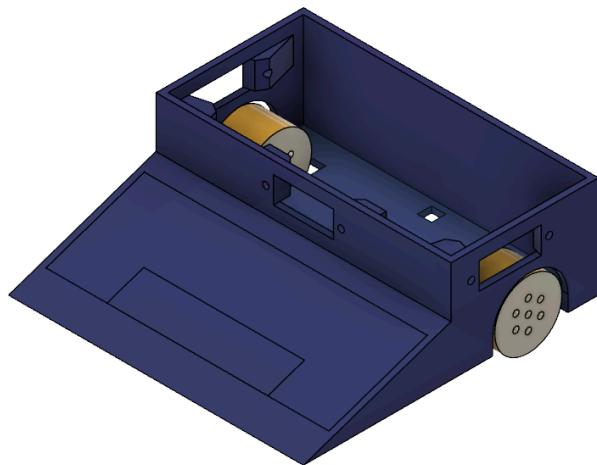


Fig. 17: Prototipo provisional del chasis.

- **Ruedas:**

Son el **punto de apoyo** del robot con el tatami y el elemento que **transmitirá el par** generado por los motores. Deben ser **resistentes** al igual que el chasis, y deben tener

una **buenas tracción** (coeficiente de rozamiento alto y buena superficie de apoyo). Estas serán dos ruedas de silicona, especialmente diseñadas para el minisumo. Como repuesto, se dispone de más ruedas de repuesto gracias a *ESIbot*, aunque estas tienen otras medidas y peores especificaciones.



Fig. 18: Ruedas empleadas en el robot [\[29\]](#).

- **Procesador:**

Es el cerebro del MiniSumo, ya que se encarga de **interpretar la información** obtenida con los sensores y **actuar** acorde a la estrategia seleccionada previo al combate. Se requiere que sea de un tamaño reducido, pero con gran velocidad de procesamiento y accesibilidad a la hora de programarlo. La opción elegida ha sido el *Arduino Nano* con procesador *ATMega328P*, este procesador satisface todas las necesidades y ha sido proporcionado por *ESIbot*. También se ha barajado la posibilidad de utilizar un *Arduino Uno* del que también se dispone en el equipo, sin embargo, por su tamaño mucho más elevado, la imposibilidad de soldar los cables y la presencia de dos convertidores analógico-digitales más en el *Arduino Nano*, se optó por esta opción.



Fig. 19: Arduino Nano [\[30\]](#).

- **Placa auxiliar:**

Será el punto de unión entre el procesador y el resto del circuito (sensores, driver, etc). Esta contará con un zócalo para el arduino nano, la placa de los drivers de los motores, todas las resistencias y/o condensadores que necesiten los sensores, el **convertidor DC-DC** que hace falta para suministrar los **5V que necesita el Arduino**, un interruptor de encendido y un switch de 8 posiciones para seleccionar la estrategia de combate. Se estudió la posibilidad de comprar una placa ya fabricada [\[31\]](#) que cumpliera esta función, sin embargo en España su precio es excesivamente elevado. En la figura 20 se puede ver una versión ya avanzada del diagrama de conexiónados.

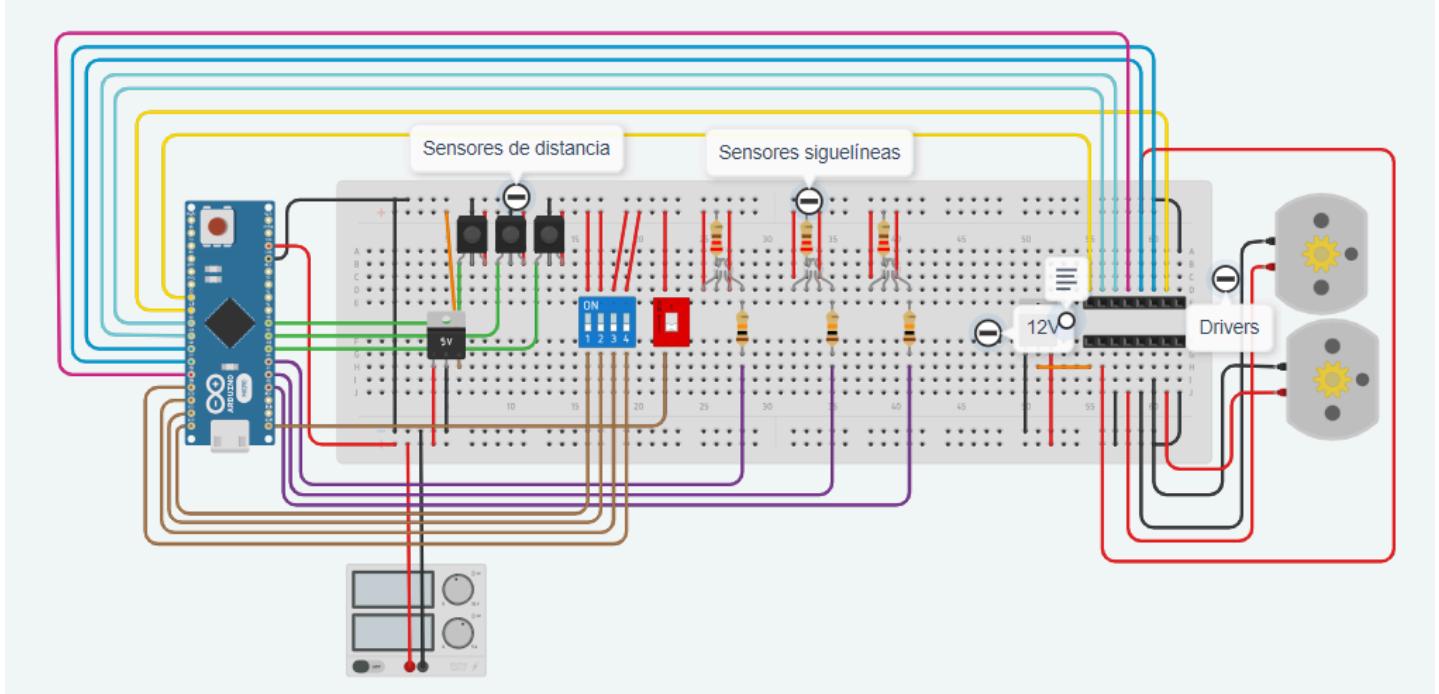


Fig. 20: Conexión de la placa auxiliar [32].

- **Conjunto final:**

Este es el prototipo diseñado en *Fusion 360*, que muestra cómo será el minisumo y la disposición de todos sus componentes a falta de la PCB de conexionado, que aparecerá en las siguientes versiones del prototipo. Se ofrecen varias vistas en las imágenes inferiores, necesarias para tener una **visión general** del robot. Además, se ha proporcionado una vista del interior quitando la pieza de la rampa, para aportar mayor claridad sobre la **disposición de componentes**.

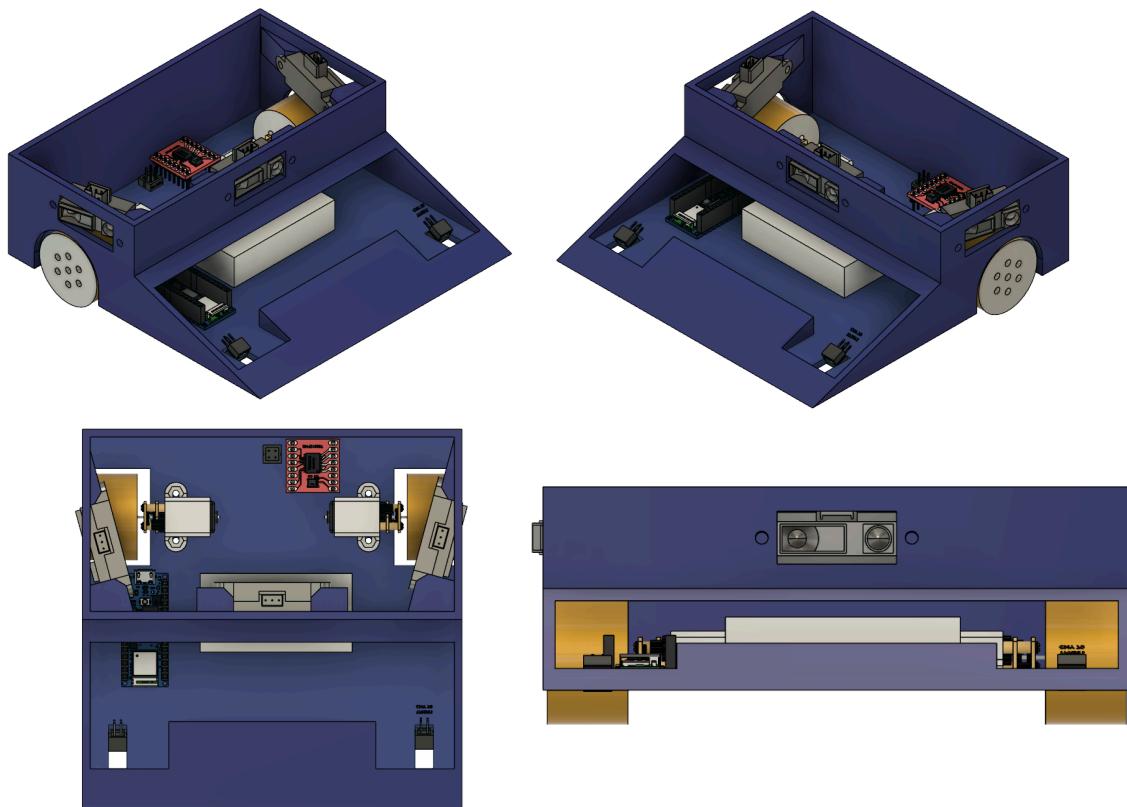


Fig. 21: Diferentes vistas del chasis con la posición de los componentes en su interior.

6.2 PRESUPUESTO

El presupuesto inicial para el proyecto está desglosado a continuación. Se ha decidido dejar un margen de en torno al 15% para financiar posibles gastos por imprevistos. En la columna de fecha de llegada ó compra, se establece cuando han llegado o deberían llegar aquellos componentes o materiales que son pedidos por internet o su fecha de compra en caso de que sean adquiridos en una tienda física. Las fechas pasadas a día 02/04/2024 son componentes que ya se poseen con sus fechas de llegada reales y las futuras son componentes en camino o la fecha límite en la que deberían llegar para no sufrir retrasos con respecto a nuestra planificación, estos últimos marcados con un *.

MATERIAL	CANTIDAD NECESARIA	CANTIDAD OBTENIDA	FECHA DE LLEGADA Ó COMPRA	MODO DE OBTENCIÓN	PRECIO
<i>Sensor siguelineas CNY70</i>	3	5	15/04/2024	Compra online	2.06 € [33]
<i>Sensor distancia GP2Y0A21YK0F</i>	3	4	21/03/2024	Compra online	2*11.23 € [34]
<i>HC-SR04 (Ultrasonido)</i>	0	3	-	En posesión	0.5€/ud [35]
<i>Chapa de aluminio</i>	15 cm x 15 cm	X cm x X cm	20/04/2024*	Compra física	~10 €
<i>PLA</i>	~200 g	X g	-	En posesión	10€/kg [36]
<i>Impresora 3D</i>	1	1	-	En posesión	200€ [37]
<i>Cuchillas vitrocerámica</i>	1	10	26/04/2024*	Compra online	2.12 € [38]
<i>Guantes anticortes</i>	1	1	-	En posesión	5.99 € [39]
<i>Ruedas</i>	2	2	10/04/2024	Compra online	12.68 € [40]
<i>Arduino Nano</i>	1	1	-	En posesión	2.90€ [41]
<i>Arduino Uno</i>	0	3	-	En posesión	3.70€ [42]
<i>Drivers TB6612FNG</i>	1	2	22/04/2024	Compra online	2*1.27 € [43]
<i>Drivers L298N</i>	0	1	-	En posesión	1.75€ [44]
<i>Motor N20</i>	2	4	29/03/2024	Compra online	4*2.23 € [45]
<i>PCB</i>	1	1	29/05/2024*	Fabricada manualmente	0 €
<i>Batería</i>	1	1	22/04/2024	Compra física	9.99 € [46]

Booster	2	1	29/04/2024*	Compra online	0.99 € [47]
Convertidor DC-DC	1	1	-	En posesión	0.76 € [48]
Pesos de plomo	X g	X g	01/05/2024	Compra física	0.48 € [49]
Estaño de soldadura	-	-	-	En posesión	1€ [50]
Soldador	1	1	-	En posesión	5.33€ [51]
Cargador baterías LiPo	1	1	-	En posesión	35.89€ [52]
Cables, tornillería, etc.	-	-	-	En posesión/ Compra	Por determinar
Viaje a Madrid	8	8		Compra	Por determinar
TOTAL COMPRADO:					72,24 €
TOTAL ESTIMADO (materiales + herramientas):					86.9 € + 247,21 €

Tabla 7: Presupuesto y material disponible.

7. REFERENCIAS

[1] Normativa LNRC.

Versión oficial actualizada:

<https://docs.google.com/document/d/1Sim4H4GCRkOr0-dlh6NTxahG8dVWz0eu/edit#heading=h.qphvshvg11m1>

Versión en el drive del equipo para acceso profesores (01/04/2024):

<https://docs.google.com/document/d/1CXJr3nr4sbPJOUoAoN1GoXRBBIWq05nk/edit#heading=h.gjdgxs>

[2] Web de la Liga Nacional de Robótica de Competición.

<https://robotsleague.com/>

[3] Web de ESibot.

<https://etsi.us.es/estudiantes/asociaciones/esibot>

[4] Ventas de vehículos eléctricos en Europa.

https://es.wikipedia.org/wiki/Autom%C3%B3viles_el%C3%A9ctricos_en_Europa

[5] Precios de las entradas en el fútbol internacionalmente.

<https://www.elmundo.es/economia/2015/09/29/5604367e268e3eb3738b45d1.html>

[6] La crisis del deporte en España: consumo en mínimos que delata “una clara pérdida de interés”.

https://www.elespanol.com/deportes/futbol/20231103/crisis-deporte-espana-consumo-minimos-delata-clara-perdida-interes/806669804_0.html

[7] 2022, el año de menor consumo histórico de televisión tradicional.

https://www.apmadrid.es/2022-el-ano-de-menor-consumo-historico-de-television-tradicional_L

[8] Los jóvenes ven casi siete veces menos la televisión que los mayores de 65.

<https://www.sport.es/es/noticias/tecnologia/jovenes-ven-siete-veces-television-14303177>

[9] La Generación Z pierde interés en el fútbol

<https://www.20minutos.es/deportes/noticia/4611080/0/generacion-z-pierde-interes-futbol-redes-netflix-esports-mira/>

[10] Aumento del uso de Robots Industriales.

<https://thelogisticsworld.com/tecnologia/robots-industriales-en-cifras-asi-ha-aumentado-su-stock-mundial-y-densidad-por-region/>

[11] Historia del minisumo.

https://asee-ncs.org/proceedings/2016/student_regular_papers/2016_ASEE_NCS_paper_58.pdf

[12] Fujisoft.

<https://www.fsi.co.jp/sumo/robot/en/about.html>

[13] Build Your Own Combat Robot.

Miles, Pete & Carroll, Tom W. (2002). Build Your Own Combat Robot

[14] GANKER ARENA.

<https://www.marca.com/videojuegos/esports/2019/05/29/5cee2efd22601df75d8b4579.html>

[15] All Japan Robot Tournament.

<https://www.fsi.co.jp/sumo-e>

[16] Seattle Robotics Society Robothon.

<https://www.seattlerobotics.org/>

[17] Portland Area Robotics Society.

<https://www.portlandrobotics.org/>

[18] Ejemplos de otros robots de la LNRC.

<https://github.com/amarsal3/minisumo/tree/master>

<https://robotsleague.com/contenido.jsp?idContenido=veloEDU>

[19] Otros robots de otras partes del mundo.

<https://blog.jsumo.com/category/mini-sumo-robot/>

[20] Checklist de test

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1u6l_wm5cbLgR6JhiRDdzRyeYFhb-O1tIUIHKj4PzZOM/edit#gid=0

[21] Datasheet sensor Sharp GP2Y0A21YK0F.

https://global.sharp/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y0a21yk_e.pdf

[22] Datasheet sensor Vishay CNY70.

<https://www.vishay.com/docs/83751/cny70.pdf>

[23] Datasheet motores JSumo

<https://drive.google.com/file/d/1pA3TKh8SAIZNPx6ic4cDgH5Pz572IJRE/view>

[24] Datasheet motores Pololu

<https://drive.google.com/file/d/12tmW-a36MXPRVxf3QpMFB1uHlwr8SJlr/view>

[25] Datasheet motor GA12N20-100.

<https://drive.google.com/file/d/1YG91Dz2mHjEvgfdvnr1ifQqu86tm3gY2/view>

- [26] Datasheet XL6009 booster
<https://www.haoyuelectronics.com/Attachment/XL6009/XL6009-DC-DC-Converter-Datasheet.pdf>
- [27] Especificaciones batería.
<https://iha-race.com/producto/bateria-lipo-kryptonium-2s-450-mah-30c-3-3wh-jst/>
- [28] Datasheet driver de motores Toshiba TB6612FNG.
<https://drive.google.com/file/d/1yyAhr87XfK4qHL8jDXcmsx3uZiktKcak/view>
- [29] Especificaciones ruedas empleadas en el robot.
<https://eu.robotshop.com/es/products/slt20-aluminum-silicone-wheel-33-x-20-mm-pair>
- [30] Datasheet Arduino Nano.
<https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000005-datasheet.pdf>
- [31] Link de compra placa auxiliar
<https://eu.robotshop.com/es/products/ardupro-robot-controller-w-arduino-nano>
- [32] Conexionado placa auxiliar (TinkerCad)
https://www.tinkercad.com/things/9mU9b0qqbyn-fantabulous-turing/edit?sharecode=by4aD4Bu3psv1PtEhqA-9-NokL6e5uZRX1_6RWh0f4o
- [33] Link de compra Sensor *siguelineas* CNY70
<https://www.ebay.es/itm/141975948032?itmmpmeta=01HR58PVVE5CB0VVD9NDDZXM51&hash=item210e6d0b00:g:DoEAAOSwnDZT5KVz&itmprp=enc%3AAQAIAAAA4Pk0EUo%2BdYzN4MnrC8jxxhZKsoX5St6TmVeIKbtON%2BAW%2F38lIncpSmMcxZZ2gpmAVnu81DDoNibsFHw9Zi59pDU3vJAaR4ugQHmcKAdEoxBsob9S4N3tY%2Bln52qFnWRdNbEuKnk%2FBBzD6xWjhryP3eAvF5tXDF0sdTRxqqBDQ9QuR0bgrTKzsBIY6zkCCSaN9%2Bw9vaHtY%2FP0GBAVwE77NSAht%2B1kLweoLs0zLOXRmzs890%2BljdPC9PCKJ8xrH1OZAMPK2LSIgp7VlpkseSSCFBi6%2BXc%2F5QsFssHi%2B05Bw%7Ctkp%3ABk9SR-i926jBYw>
- [34] Link de compra Sensor *distancia* GP2Y0A21YK0F
https://www.ebay.es/itm/322515486011?_trkparms=amclksrc%3DITM%26aid%3D1110006%26algo%3DHOMESPlice.SIM%26ao%3D1%26asc%3D20200818143230%26meid%3Db7f491ffdaa2421db1341aa8d6a2f343%26pid%3D101224%26rk%3D3%26rkt%3D5%26sd%3D162514698508%26itm%3D322515486011%26pmt%3D0%26noa%3D1%26pq%3D4429486%26algv%3DDefaultOrganicWebV9BertRefreshRanker&_trksid=p4429486.c101224.m-1
- [35] Link de compra HC-SR04 (*Ultrasonido*)
https://es.aliexpress.com/item/1005005744914423.html?spm=a2g0o.productlist.main.19.45db6xt66xt6P7&algo_pvid=df80a1f6-7499-4b01-a998-b11bd22528b6&algo_exp_id=df80a1f6-7499-4b01-a998-b11bd22528b6-9&pdp_npi=4%40dis%21EUR%210.50%210.50%21%21%213.78%213.78%21%40211b617b17134421157393013eee46%2112000034190889402%21sea%21ES%210%21AB&curPageLogUid=iMv1IPX2UtuL&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

[36] Link de compra PLA

https://es.aliexpress.com/item/1005006789688300.html?spm=a2g0o.productlist.main.3.67eeZQI4ZQI4UK&algo_pvid=4807ac47-91c6-4950-9ed4-d43f9225ffef&algo_exp_id=4807ac47-91c6-4950-9ed4-d43f9225ffef-1&pdp_npi=4%40dis%21EUR%2117.06%2110.65%21%21%21128.86%2180.43%21%40211b617b17134423991342854eee8f%2112000038307842219%21sea%21ES%210%21AB&curPageLogUid=mvT70YYy6E9J&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

[37] Link de compra Impresora 3D

https://store.creality.com/eu/products/ender-3-v3-se-3d-printer?variant=8dff4d18-8806-4d98-abf0-fda112e3a7c3&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwrlxBhBbEiwACEqDJQlsUwkS4KXVo1vMY4fcIqbMrkDDPT8hYKJBg_OvM9cOHdnED521MBoCxNUQAvD_BwE

[38] Link de compra Cuchillas vitrocerámica

https://www.amazon.es/Silverline-427668-Cuchillas-doble-filo/dp/B000NC0NA2/ref=sr_1_7_m_k_es_ES=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=36V52EBLYW785&dib=eyJ2ljoMSJ9.Pf0MEU9iKyBmtRSjfSBFz0SE9ur1mWBXDKh6m_fUOMRKzDfCYOxQb0rndfkusd4Yeo4anUTaBe403F3sWcmGwqyjUW59AMn1M3mBw0naImpHxFTe8RBDMmtQaleMyOhvoXBa/NSVxn2TPPASpCf3glqAF5j0lsdEv-8_8qD4ZRjATFNolXSkl-I7L30NRFJZl1urFIRRjGbjt2bf-sqlXclieVT4qTsIT1AYySk-r8uf81632bbdmwboFzCFmjGPBqY97U2BMlny6UAt1CqLFKL9p9WzpPgXnV9taYzynA.hEmJn0NDcbKTnE2e3Miz99g6tGCh5m-DvV2Qo8UR6OU&dib_tag=se&keywords=cuchillas+vitroceramica&qid=1713699407&sprefix=cuchillas+vitroceramica%2Caps%2C142&sr=8-7

[39] Link de compra Guantes anticortes

https://www.amazon.es/flintrinsic-Anticortes-Resistentes-Alimentaria-Protecci%C3%B3n/dp/B09XB73F93/ref=sr_1_15?dib=eyJ2ljoMSJ9.clIT0mGgxMXIbi6SzwmG0cBLVOqkOLDE1JLSKw8jvGGuLlz6v7qoFwNBUzyP6CaYmq2twq653Ji9HdsiCojs20Jr_LrtmfWmB9RggasLHRM7XgVIB9hPfnh9K0EyOxk9XeswQhxOcHF5cylIsE4R6zo8A7a1yoQXDHCFKYWNh20FoC8U030V36kdykzcUgZDqRVG25G2iyZmxn4E56MKH40BikjKgWbgrj0qZr4N0LzDuSCg7dtW6frrKomFyv8BdHxP6WaUonEeSLj4kkBvKPJKnpgv2IEfSHi40p7GjE.ZQTV4YboNOR5t3WQ6uoQwy4IC9xk7D1S49L4-7FvNHY&dib_tag=se&keywords=GUANTES%2BANTICORTE&qid=1713694473&sr=8-15&th=1

[40] Link de compra Ruedas

<https://eu.robotshop.com/es/products/slt20-aluminum-silicone-wheel-33-x-20-mm-pair>

[41] Link de compra Arduino Nano

https://es.aliexpress.com/item/1005006424382832.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=439-079-4345&sInk=&plac=&mtctp=&albbt=Google_7_shopping&albagn=888888&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&albcp=18928172568&albag=&trgt=&crea=es1005006424382832&netw=x&device=c&albpg=&albpd=es1005006424382832&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwiY0xBhC5ARIsAlvdH53kvto4orKXXtWXmbz7ma9Y2KDLhkhYpl5qhIGvu5X8Ji_rn-Q-018aAuy2EALw_wcB&gclsrc=aw.ds&aff_fcid=70de487f75c8461cb64559e7aa8d0a81-1713442901035-00594-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=70de487f75c8461cb64559e7aa8d0a81-1713442901035-00594-UneMJZVf&terminal_id=3d04e4f64d7482eacbdbb3a09c8b855&afSmartRedirect=y

[42] Link de compra Arduino Uno

https://es.aliexpress.com/item/4000046733104.html?spm=a2g0o.productlist.main.17.b84765b2p2yd9a&algo_pvid=1dcc1b7c-958a-4cf3-9c59-6e50ebd45d97&algo_exp_id=1dcc1b7c-958a-4cf3-9c59-6e50ebd45d97-8&pdp_npi=4%40dis%21EUR%213.70%210.99%21%21%213.86%211.04%21%40211b81b117134429358212071e4f20%2110000000104338603%21sea%21ES%210%21AB&curPageLogUid=eJ3nll88TbMq&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3AA

[43] Link de compra Drivers TB6612FNG

https://es.aliexpress.com/item/1005006239804077.html?spm=a2g0o.productlist.main.7.332bo9mko9mkcD&algo_pvid=542f18e6-a6a2-4076-874c-92ce998d4973&algo_exp_id=542f18e6-a6a2-4076-874c-92ce998d4973-3&pdp_npi=4%40dis%21EUR%210.45%210.45%21%21%213.42%21%40211b600217108753715584815ee16d%2112000036424574198%21sea%21ES%210%21AB&curPageLogUid=Wa1bykOaYmX5&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

[44] Link de compra Drivers L298N

https://es.aliexpress.com/item/32392774289.html?spm=a2g0o.productlist.main.1.62d510c3q0oZEn&algo_pvid=e82c8919-f3f9-4be4-840d-47d8d1c7f05b&algo_exp_id=e82c8919-f3f9-4be4-840d-47d8d1c7f05b-0&pdp_npi=4%40dis%21EUR%211.75%210.99%21%21%211.82%211.03%21%40211b441e17134431160993934e7dd9%2157692613834%21sea%21ES%210%21AB&curPageLogUid=42A9xOwmiiwo&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

[45] Link de compra Motor N20

https://es.aliexpress.com/item/32910935772.html?spm=a2g0o.productlist.main.1.9bd152a1Muj0W3&algo_pvid=911f9f01-1f08-4b25-941b-c005d5595591&aem_p4p_detail=20240319120429124614437149800000284433&algo_exp_id=911f9f01-1f08-4b25-941b-c005d5595591-0&pdp_npi=4%40dis%21EUR%215.48%214.82%21%21%215.82%215.12%21%40211b618e17108750689802766e36fa%2112000037580391922%21sea%21ES%210%21AB&curPageLogUid=vjMu4XI9SU9p&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=20240319120429124614437149800000284433_1

[46] Link de compra Batería

<https://modelexpertrc.com/product/brainergy-2s1p-7-4v-600mah-45c/>

[47] Enlace de compra XL6009 booster

https://es.aliexpress.com/item/1005005964689229.html?src=google&src=google&albch=shopping&acnt=439-079-4345&slnk=&plac=&mtcp=&albbt=Google_7_shopping&albagn=88888&isSmbAutoCall=false&needSmbHouyi=false&albcn=18928172568&albag=&trgt=&crea=es1005005964689229&netw=x&device=c&albpq=&albpd=es1005005964689229&qad_sourc_e=1&gclid=Cj0KCQjw8pKxBhD_ARIsAPrG45kQmtoAC4P7fZG7_ivqEYoVrgBdQX_sRdLIOYxp6mRncxMz7ybamSkaAg9NEALw_wcB&gclsrc=aw.ds&aff_fcid=a23e212ad62d4877a0ffaeba45d67d4-1713737324998-08610-UneMJZVf&aff_fsk=UneMJZVf&aff_platform=aaf&sk=UneMJZVf&aff_trace_key=a23e212ad62d4877a0ffaeba45d67d4-1713737324998-08610-UneMJZVf&terminal_id=26025007ebea4485aee5389ee5fd76e0&afSmartRedirect=y

[48] Enlace de compra convertidor DC-DC

<https://es.aliexpress.com/item/4001317890417.html>

[49] Link de compra *Pesos de plomo*

https://microlog.es/metales/393-1148-50-lamina-de-plomo-120x1x20mm.html#/27-cantidad-1_ud

[50] Link de compra *Estaño de soldadura*

https://es.aliexpress.com/item/1005006487273223.html?spm=a2g0o.productlist.main.21.23946a0czF3KWh&algo_pvid=d887a7af-fcd9-4793-8a2a-e8b53d30fb2f&algo_exp_id=d887a7af-fcd9-4793-8a2a-e8b53d30fb2f-10&pdp_npi=4%40dis%21EUR%211.18%210.99%21%21%211.23%211.03%21%40211b600417134437152804274e8799%2112000037387622290%21sea%21ES%210%21AB&curPageLogUid=xBtTl8xL17bK&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

[51] Link de compra *Soldador*

https://es.aliexpress.com/item/1005005237920472.html?spm=a2g0o.productlist.main.91.15305ac5rOchMY&algo_pvid=5abbf4f6-6757-4245-bb72-f419d1003708&algo_exp_id=5abbf4f6-6757-4245-bb72-f419d1003708-45&pdp_npi=4%40dis%21EUR%215.33%210.99%21%21%215.55%211.02%21%40211b80e117134432401012888edd9e%2112000032319091735%21sea%21ES%210%21AB&curPageLogUid=ZWjpmkSQBtX1&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

[52] Link de compra *Cargador baterías LiPo*

<https://www.rcmodelstore.com/en/carica-batterie-e-accessori/9858-himoto-b450ac-charger-balancer-dual-power-12v-220v.html>

8. ANEXOS: NORMATIVA

Normas generales

Normas #reboot

1. El objetivo es que NUEVOS constructores diseñen sus PROPIOS robots
2. Los robots deben ser construcciones de estudiantes de FP, de universidad o de niveles inferiores de estudios.
3. Si vas a usar un diseño preexistente como base para el tuyo
 - a. tiene que haber sido subido a Internet antes del 01/02/2024
 - b. tienes que avisar en liganacionalderobotica@gmail.com no más tarde del 31/03/2024 indicando
 - i. Qué diseño vas a usar y en qué URL se encuentra el material,
 - ii. Qué software base vas a usar y que vas aportar al respecto
 - iii. Qué cambios mecánicos y electrónicos vas a introducir
4. Es decisión de la LNRC permitir o no la participación en casos de diseños preexistentes y se tendrá en cuenta el trabajo novel.
5. Cada vez que un diseño sea admitido serán notificados todos los competidores de que dicho diseño base será admitido para que estos puedan plantear oposición y puedan también aprovecharlo. En caso de debate se someterá a votación entre los inscritos la aceptación de un diseño preexistente.

Inscripción

No hace falta pertenecer a un club competitivo para competir, sólo necesitas enviar a liganacionalderobotica@gmail.com los siguientes datos

- Nombre y apellidos de los constructores
- Edades de los constructores
- Centro de estudios y estudios cursados
- Categorías en las que van a presentar robots: Minisumo y/o velocistas
- Información mencionada en el artículo 2 en caso de usar diseños preexistentes
- NO indicar nombre del robot, se pedirá el día del evento

Normativa minisumo

Artículo S1. Tatami de Sumo

- El Tatami será circular, de color negro, de 90 cm de diámetro y situado a una altura de 5 cm respecto al suelo.
- Señalando el límite exterior del Tatami, habrá una línea blanca circular de 5 cm de ancho.
- En el centro del Tatami hay dos líneas paralelas separadas 20 cm. Las líneas serán de

color negro de 2 cm de ancho y 20 cm de largo. Estas líneas marcarán las posiciones iniciales de los robots.

- La tolerancia de todas las medidas indicadas anteriormente será del ±10%.

Artículo S2. Tipos de rondas empleadas

- Competición tipo grupos:
 - La puntuación que se otorgará será la siguiente:
 - Vencedor del combate: 3 puntos.
 - Perdedor del combate: 0 puntos.
 - En caso de empate a puntos en el total de los tres asaltos se otorgará un punto a cada uno de los robots.
- Competición eliminatoria:
 - Ganará el combate el robot con más puntos en el total de los tres asaltos.
 - En caso de empate a puntos, se realizará un asalto extra donde el ganador será el primero que consiga un punto. La duración máxima de este asalto será de 3 minutos.
 - Si continuase el empate los árbitros decidirán el ganador ateniéndose a los siguientes criterios:
 - Méritos técnicos en los movimientos y la operación del robot (actitud de lucha del robot).
 - Actitud deportiva de los jugadores durante el combate.
 - El robot que gana el combate si el criterio seguido es por eliminatoria, lo hace como máximo con 2 puntos. Estos puntos podrán ser tenidos en cuenta para la realización de sorteos, y selección de cabezas de serie.

Artículo S3. Especificación de los robots.

- Los robots deberán tener unas dimensiones tales que quepan dentro de una caja de 15x15 cm con los sensores de contacto (microinterruptores) plegados en caso que fuera necesario. La altura podrá ser cualquiera. No se permite diseñar el robot de forma que cuando empiece el juego se separe en diferentes piezas; el robot que lo haga, perderá el combate. Sí que se permite desplegar estructuras una vez iniciado el combate.
- Los robots no pueden haber competido anteriormente en categorías superiores de la liga (división Profesional)
- El peso máximo de los robots será de 500 gramos incluyendo todas las partes.
- Los robots deberán ser completamente autónomos durante el combate no permitiéndose comunicación bidireccional alguna con el exterior durante el desarrollo del combate.
- Los robots deberán diseñarse de forma que comiencen a moverse una vez pasados 5 segundos desde la activación de los mismos.
- Se pueden usar:
 - piezas comerciales o licencia CC para partes específicas del robot
 - kits de motor y reductora
 - placas de sensores comerciales
- No se pueden usar

- kits completos de robot sean licencia CC o comerciales.
- En caso de duda sobre el uso de un componente consultelo con la LNRC y se añadirá una aclaración en la normativa.

Artículo S4. Homologación

- La no asistencia implica la descalificación del robot. Se realizará durante la celebración del concurso, y siempre antes de que comience la competición de sumo.
- Cada robot deberá cumplir las siguientes especificaciones el día de la presentación:
 - Tendrá que cumplir los requisitos de peso y tamaño (ver artículo 5).
 - Será necesario que tenga la misma apariencia externa que en el momento que comience la competición.
 - El robot tendrá que ser capaz de moverse, no caer de la tarima y sacar fuera de la misma una caja de cartón pequeña. En caso de no poder realizar esta prueba, los jueces pueden descalificar el robot antes del comienzo de la competición.
- Al menos uno de los constructores del robot debe ser capaz de describir cada componente del robot tanto a nivel de software como de hardware, sin necesidad de entrar en el detalle de cada elemento pasivo de electrónica pero sí conociendo su finalidad en general.
- En este acto se realizarán los sorteos de grupo.

Artículo S5. Desarrollo de la prueba

- Los combates consistirán en 3 asaltos de 3 minutos cada uno. Entre asalto y asalto habrá un tiempo máximo de 1 minuto.
- Ganará el combate el robot con más puntos en el total de los tres asaltos.
- Puntuación del combate. En la competición se pueden establecer dos sistemas de puntuación, que se comunicará previamente a los participantes: liga y eliminatoria.

Artículo S6. Grupos y modo de juego

- La frase de grupos es opcional a criterio de la LNRC.
- El número de robots por grupo y las clasificaciones que dan derecho a pasar a la fase final, se decidirán en función del número de inscritos, y se comunicarán durante la presentación oficial.
- Los grupos y turnos de combate se sortearán durante la presentación oficial.
- Dependiendo del número de rondas que se realicen (fases previas, octavos, cuartos, etc) se podrán establecer cabezas de serie, de forma que sea mayor la competitividad.
- La clasificación de los grupos, así como el establecimiento de los cabezas de serie se realizará a criterio de la LNRC (habitualmente teniendo en cuenta el palmarés de cada robot)
- La fase final será del tipo eliminatoria.
- Si el número de participantes es muy elevado se eliminará la fase previa.

Artículo S7. Rutina de Combate

- Siguiendo las indicaciones de los jueces, los constructores se saludarán en el Área Exterior, seguidamente sólo entrará el responsable del robot en el Área de Combate y situará el robot inmediatamente detrás de la línea de inicio. El resto de miembros se

mantendrá fuera.

- La posición de arranque será indicada por la organización al empezar las competiciones. La distancia entre los robots será aproximadamente de 30 centímetros en el arranque.
- Cuando el juez lo indique se activarán los robots, debiendo ponerse éstos en marcha pasados 5 segundos después de la activación.
- El robot que arranque por debajo de los 5 segundos será eliminado automáticamente.
- Cuando los robots están compitiendo en un asalto nadie podrá entrar en el Área de Combate. Únicamente se podrá acceder dentro de esta Área cuando el combate esté paralizado. Durante todo el combate sólo el responsable podrá entrar en el Área de Combate (incluido el minuto entre asaltos).
- Los jueces podrán parar el combate cuando lo consideren necesario, para permitir, si fuera necesario, la entrada de los responsables de cada robot al Área de Combate.
- Cuando el árbitro dé por finalizado el combate, los dos responsables del robot retirarán los robots del Área de Combate.

Artículo S8. Parada del combate.

El combate se parará cuando:

- Los dos robots permanezcan 20 segundos sin moverse.
- Los dos robots permanezcan 20 segundos sin tocarse.
- Los dos robots permanezcan 20 segundos empujándose pero sin que el movimiento favorezca a ninguno de los robots
- A decisión de los jueces se podrá tomar cualquier tipo de medida como interrumpir el combate si se teme una rotura de puentes de potencia.