

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	38

Bien estructurado, buen trabajo.

1. INTRODUCCIÓN

DEFINICIONES NECESARIAS

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

Una buena práctica. Es más usual un índice de acrónimos, pero está bien.

En este caso como no son acrónimos, está bien. Se suele llamar "glosario" o "glosario de términos"

- **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](#): [REF]
 - 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 $\pm 10\%$.
- **LNRC:** Liga Nacional de Robótica de Competición (1). Es el organismo que organiza la competición en la que tomará parte el robot expuesto en este documento y la normativa sobre la que se basará el mismo. **Indicad que es un organismo español**
- **ESibot:** es la asociación especializada en robótica de la Universidad de Sevilla (2). 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, ~~véase~~ ^{por ejemplo} la automovilística, parte del desarrollo de tecnologías comienza por su implementación en ~~la competición~~ ^{competiciones}, tal y como ocurrió primero con los vehículos híbridos y posteriormente con los eléctricos (3). [1]

Normalmente, si se referencian por número las citas se suelen ordenar por orden de aparición. Además, suelen aparecer entre corchetes.

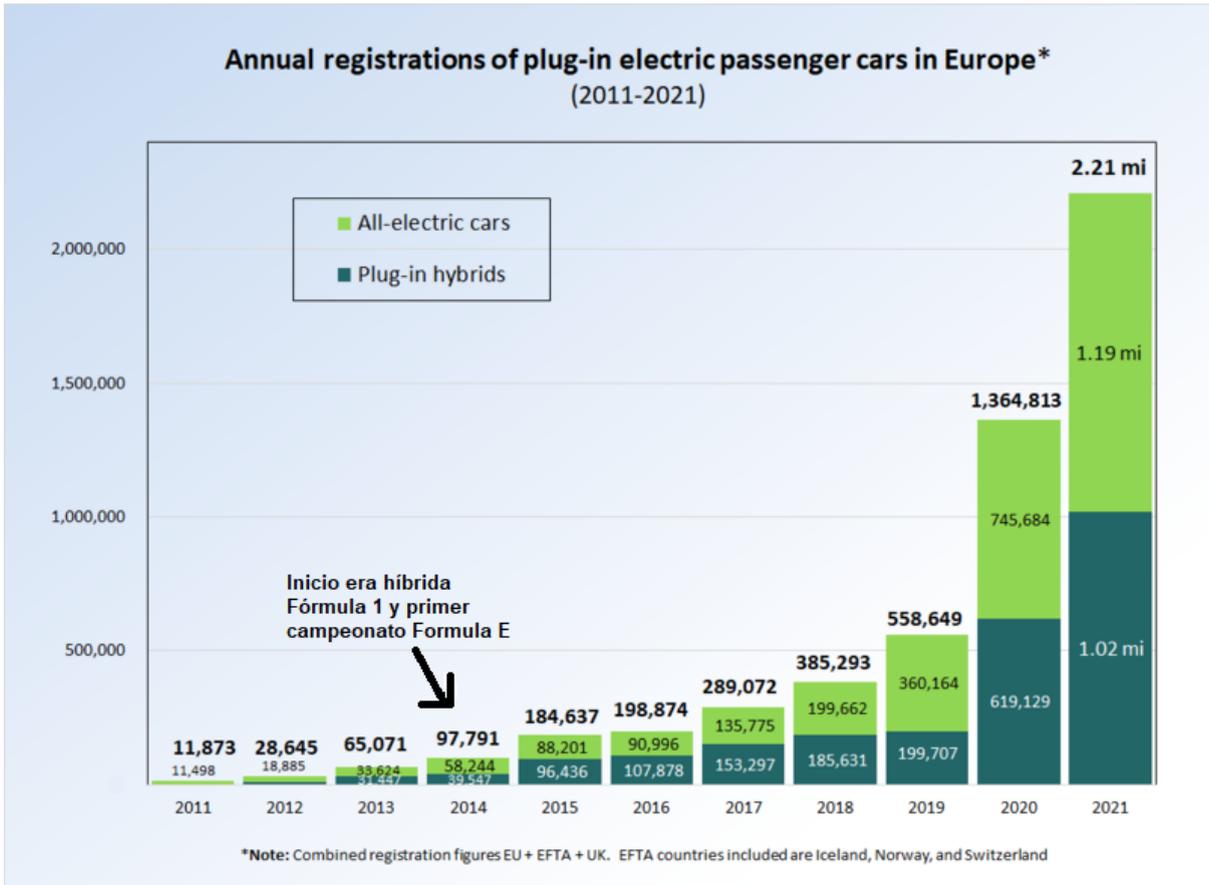


Fig. 1: Ventas de vehículos eléctricos e híbridos en Europa
Indicad fuente y referenciadla en todas las imágenes que no hayáis hecho vosotros. Ej: "... en Europa. Fuente: Whatever Association [3]"

Esto es difícil de creer

Además, como se puede observar en la siguiente gráfica, extraída del periódico *El Español* (7), los espectadores han perdido el interés en el deporte convencional. Por ese motivo, existe una gran oportunidad de mercado para expandir nuevas formas de entretenimiento innovadoras nunca antes vistas. la Robótica de Competición y en especial el minisumo puede ser una opción atractiva por su componente tecnológico y espectacularidad de sus combates, así como su semejanza a deportes de contacto tradicionales.

¿Por qué? ¿Citas?

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

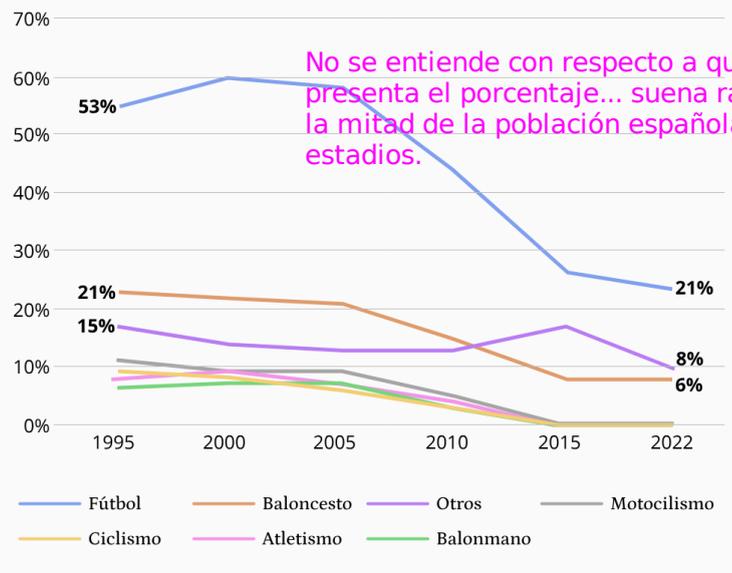


Fig. 2: Evolución espectáculos deportivos
Para todas las figuras: añadid y citad la fuente de la que sale si no la habéis hecho vosotros

Evolución anual consumo TV (minutos persona/día)



Una figura y un pictograma son cosas distintas

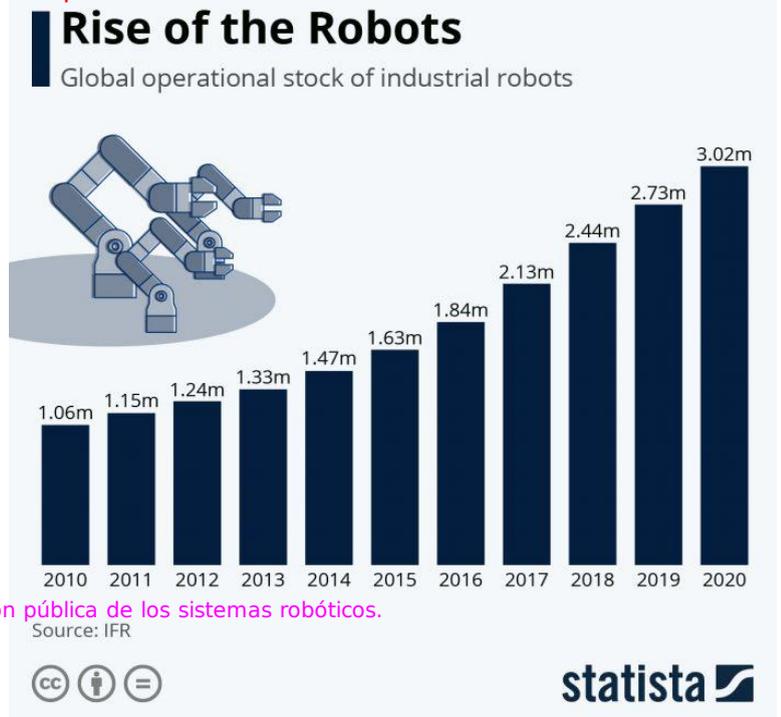
Estáis cometiendo una falacia, porque asumís que la bajada en consumo de TV implica bajada en espectadores de deportes, pero no aportáis ningún dato que apoye esa relación

Mejor citar directamente la figura (en el gráfico de la figura ... [8] se muestra...

Gracias a este pictograma (8) se puede confirmar que el número de espectadores ha disminuido paulatinamente en los últimos años. Por esta razón, se encuentra en la audiencia más joven una oportunidad enorme de instaurar una forma de entretenimiento alternativa. 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. **Suena muy chulo pero no es algo que venga apoyado por lo que habéis comentado anteriormente.**

Por último, históricamente la ciudadanía siempre se muestra 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 **que 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 **podrían producir cambios sin encontrar oposición ciudadana.** 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 (17).

Curiosamente "Rise of the Robots" es un juego de lucha del año 1994 en el que robots prerenderizados se dan de tortas



Quizás demasiado radical. Mejor, podría mejorar la percepción pública de los sistemas robóticos.

Fig. 4: Aumento del stock de robots industriales en todo el mundo

(otra vez, cita directamente la figura, como muestra la figura 4).

Demasiado ambicioso para los datos que aportáis, y tampoco tiene demasiado sentido... robótica de competición en la vida cotidiana?

Es por todo esto que la robótica de competición está dando un gran salto en cuanto a público y apoyo de las empresas, ya que debe ser la próxima industria en incorporarse a la vida cotidiana. Esto es principalmente debido a dos aspectos, en primer lugar por la facilidad de crear proyectos a menor escala para su posterior ampliación y por último debido al gran abanico de posibilidades que ofrece este campo, pudiendo adaptarse a las necesidades de cada persona. Entiendo a dónde queréis llegar pero estáis dando unos saltos de fe en el razonamiento que quedan un poco raros.

Introducción en general bastante buena. Con los datos que aportáis no parece probable que la gente vaya a dejar de ver el fútbol para ponerse a montar robots de competición. Yo tiraría la descripción del problema más por la parte educativa, por la parte de juventud, por el Aprendizaje de por Vida en el Espacio Europeo de Educación Superior...

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 (5), 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.

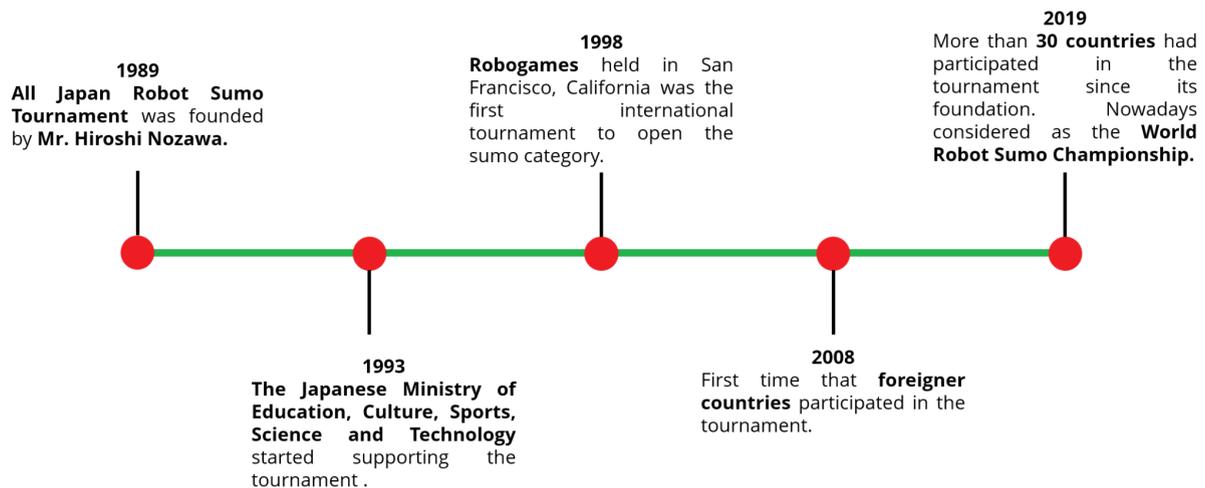


Fig 5: Línea temporal de los eventos más relevantes en torneos de minisumo (5)

Por otro lado, Pete Miles y Tom Carroll en el libro *Build Your Own Combat Robot* (4) 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 (12) 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* (14), *Seattle Robotics Society Robothon* (15), *Northwest Robot Sumo Tournament*, *Portland Area Robotics Society* (16), *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* (4), 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*.

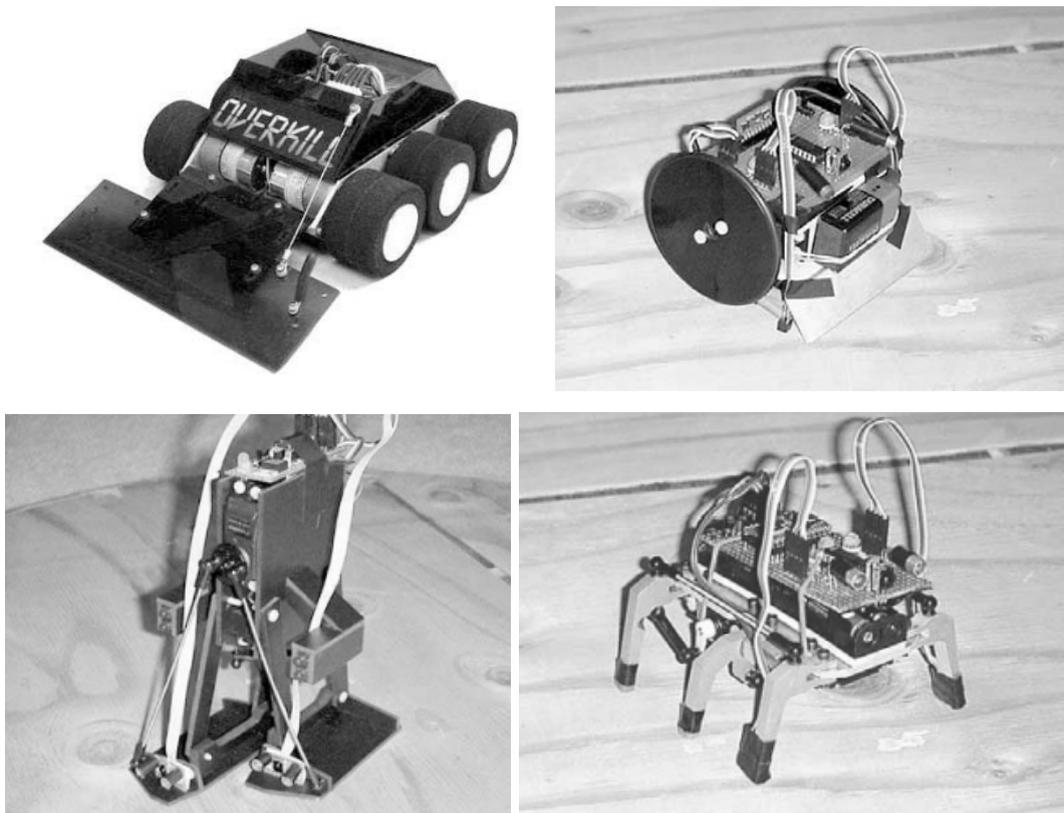


Fig. 6: Imagen del robot Overkill, Mini sumo, Biped Black Marauder y Hexapod Pete's Folly (de izquierda a derecha en orden descendente) (4)

de izquierda a derecha y de arriba a abajo?

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 (1).

Está bien el estado del arte y queda guay y motivador el repaso histórico, pero me falta toda la parte de análisis: qué tiene de bueno/malo/mejorable cada una de las cosas que habéis ido mirando. Por ejemplo, la gracia de la rampa será que el otro robot se suba encima y así se desequilibre, desoriente e incluso vuelque. Pues eso me falta de todo lo que comentáis: ¿por qué ha ganado tanto el Robot Smith Nightmare? Qué hace especial al Arduino Nano? Tamaño? Consumo?

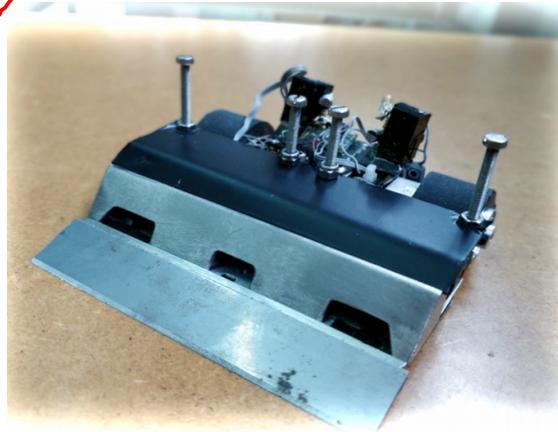


Fig. 7: Robot Smith Nightmare, 5 veces campeón de la LNRC.

¿qué tiene de bueno y de malo cada topología de chasis?

Y finalmente, ¿habéis identificado algún 'hueco' en el estado del arte? ¿Hay algo que vosotros podáis aportar que encaje en dicho hueco?

Además que vuestro objetivo según 1.3 es GANAR la competición, para poder aspirar a eso tenéis que extraer lecciones aprendidas de lo que han hecho otros

En cuanto a los componentes usados por los últimos competidores de la LNRC (9) 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 siguelinea 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 entorno a 300mAh. Finalmente, en cuanto a la morfología 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 ~~pues~~ una pirámide de cuatro caras sin vértice.

Buena labor de documentación.

en este caso, "en torno" iría separado

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 ~~estado del arte~~, además de analizar qué consecuencias dinámicas puede tener cada parámetro del diseño del robot, se ha decidido que los objetivos más importantes a tener en cuenta en el diseño del robot son:

análisis del estado del arte

Ese análisis tendría muchísimo sentido ponerlo en el estado del arte

Esto no son objetivos, son consideraciones de diseño. Si les llamás "objetivos" crea confusión con el apartado 2.1 (Objetivos)

- 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**) cuyo propósito sea el de volcar al 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. *¿Sólo dos ruedas, se podría incluir rueda libre? ¡No habrá mucha fricción?*
- 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 ~~placa~~ **tarjeta o PCB** para facilitar la operación de la misma.

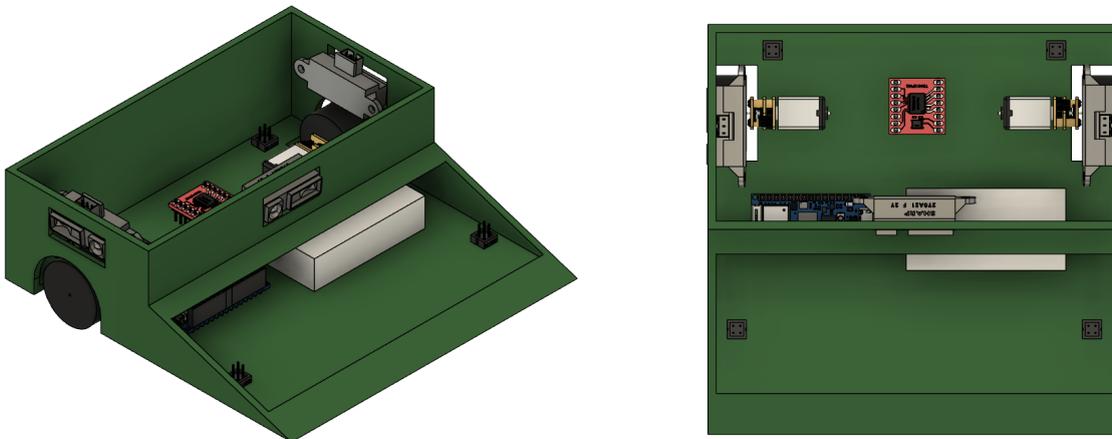


Fig. 8: Diseño provisional del chasis

Aquí vais con motores de bastante potencia (máxima cantidad de par posible), esto os va a implicar requisitos de seguridad de las personas, no queremos que a nadie le pille el robot. Seguramente tendréis que realizar las pruebas en un entorno controlado, manteniendo la distancia con el robot, y tener una forma fácil y rápida de pararlo.

Esta solución propuesta motivaría más si hubiérais dejado más claro en el estado del arte por qué un robot como el vuestro tiene posibilidades de ganar

2. ALCANCE

2.1 OBJETIVOS

- OBJ.1: Desarrollar un robot de sumo conforme a las normativas de la liga LNRC (*Liga Nacional de Robótica de Competición*) 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.

No queda claro cómo este último objetivo está relacionado con vuestra solución propuesta

2.2 REQUISITOS

- **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 autómata **debería** ser de -10 m/s².
 - P.1.4: Las ruedas del robot **deberían** ser capaces de girar a 200 rpm en el aire.
- F.2: El autómata **debe** ser capaz de ejercer fuerza a un contrincante.
 - Prestaciones:
 - P.2.1: 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:
 - P.3.1: 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:
 - P.4.1: La distancia máxima de reconocimiento, a la que **debe** ser capaz de detectar al rival es de 80 cm.
 - P.4.2: 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:
 - P.5.1: El robot **debería** tener un par superior a 0.4 kg*cm de par nominal.

Tenéis muy claros los requisitos de prestaciones, sorprendentemente claros para este momento de la asignatura. ¿De dónde habéis sacado los datos?

Estos requisitos implementan OBJ.1 pero no parecen implementar OBJ.2 ni OBJ.3

- 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 sistema **será capaz** de comportarse de manera autónoma.
 - O.2: El sistema **debe** ser capaz de arrancar en **mínimo** 5 segundos después de recibir la señal de inicialización. **como máximo, no?**
- **Diseño:**
 - D.1: Se **deben** respetar las normas establecidas por la LNRC. **Falta cita al documento de normas**
 - 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.
- **Requisitos (Constraints):**
 - C.1: El presupuesto máximo del proyecto **será** de 80 euros.
Asumo que el robot sólo se debe agarrar cuando está apagado y que no se espera que nadie lo toque mientras está en funcionamiento? No me queda claro
- **Seguridad:**
 - S.1: El robot **debe** ser seguro de agarrar, manejar y transportar.
¿Protección ante calentamiento, sobretensión? Faltan como he comentado en 1.3 consideraciones de seguridad al respecto de que pueda colisionar con personas

Creo que tenéis que darle una pensada extra al tema de la seguridad (aristas y bordes cortantes, y todo lo que se os ocurra)

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.
- **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~~ ^{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.

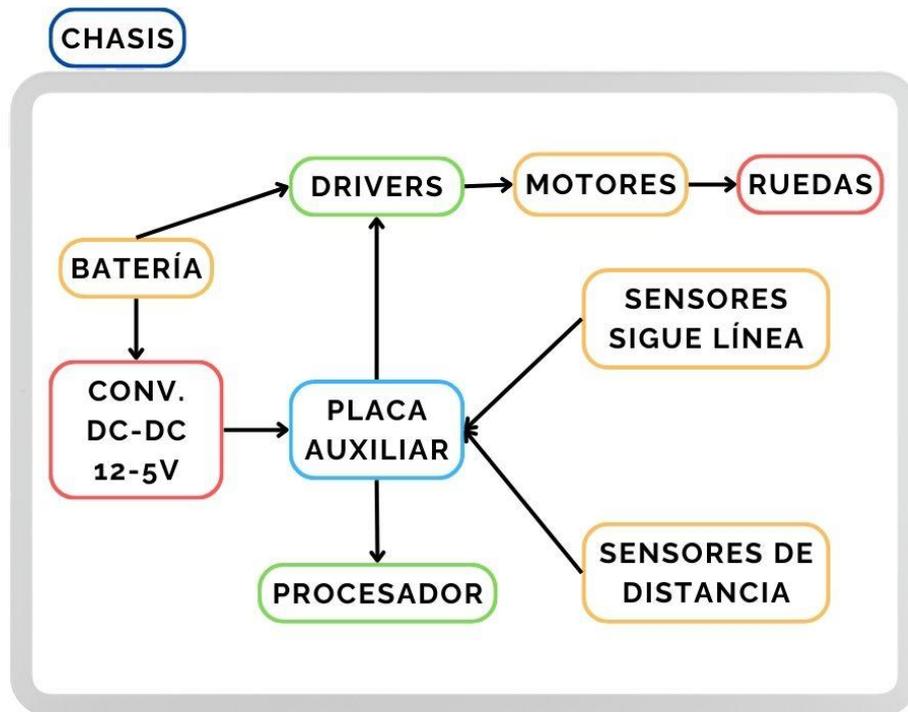
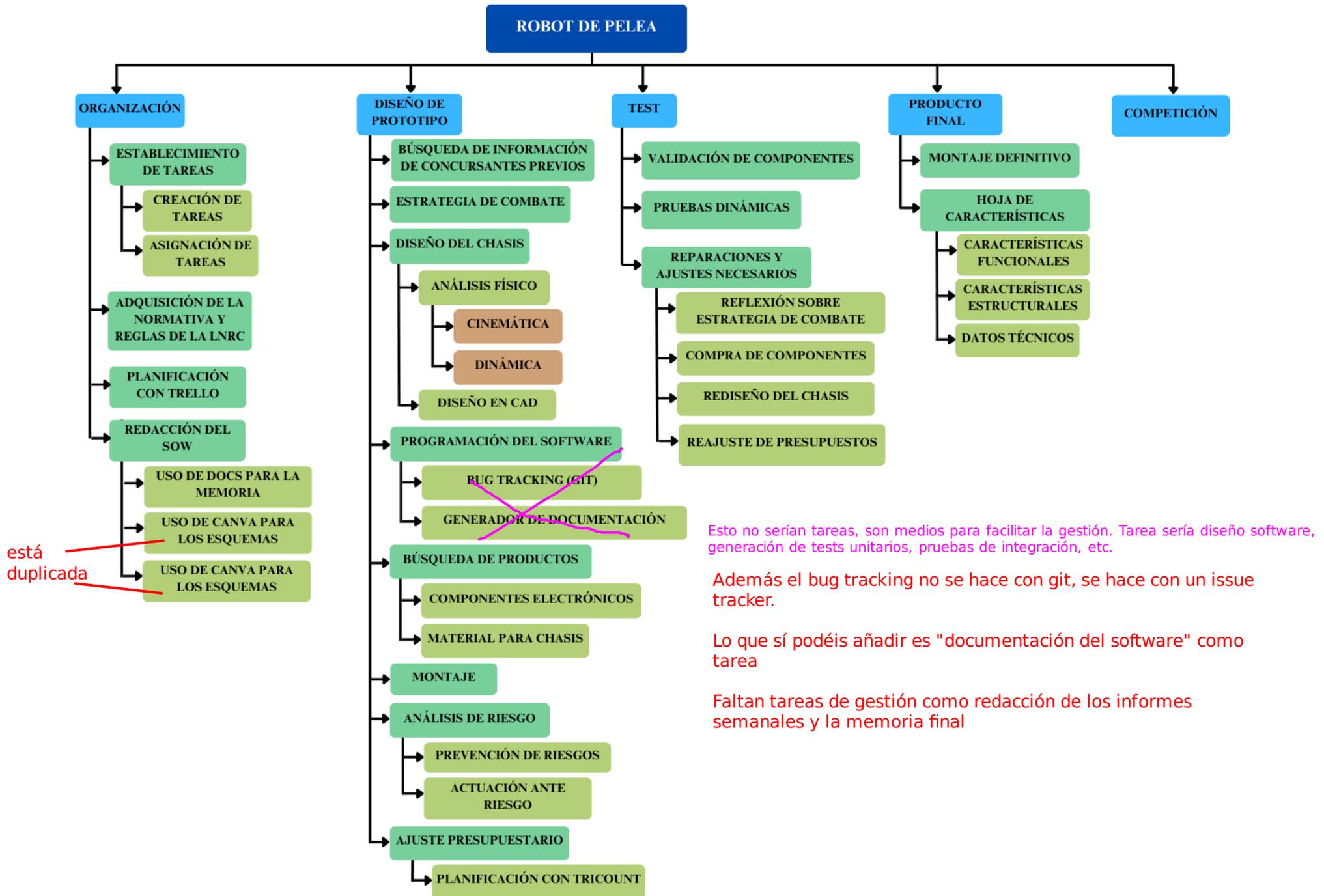


Fig. 9: Diagrama de subsistemas y conexionado

2.4 WBS

1. Organización
 - a. Establecimiento de tareas
 - i. Creación de tareas
 - ii. Asignación de tareas
 - b. Adquisición de la normativa 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)
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. Programación del software
 - i. Bug Tracking (Git)
 - ii. Generador de documentación
 - 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



está duplicada

Esto no serían tareas, son medios para facilitar la gestión. Tarea sería diseño software, generación de tests unitarios, pruebas de integración, etc.

Además el bug tracking no se hace con git, se hace con un issue tracker.

Lo que sí podéis añadir es "documentación del software" como tarea

Faltan tareas de gestión como redacción de los informes semanales y la memoria final

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. El grupo de desarrollo del Robot MiniSumo trata de cumplir con todas las labores y periodos especificados en este documento de forma eficaz y profesional para así alcanzar de forma adecuada los objetivos nombrados anteriormente.

deberíais indicar la duración completa en una unidad apropiada (semanas), desde el día que comenzáis hasta el día de la competición en vuestro caso

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** disponibles para realizar el proyecto, 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.

Restricción muy importante. Prototipo funcional probado p

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 figura posterior aparecen las reuniones grupales que han sido registradas hasta la fecha de entrega de este documento.

Buena labor de organización. ¿Los entregables se redactarán a partir de dichas reuniones?

El hecho de que la competición sea ANTES del 21 de mayo tiene el riesgo de que se os rompa algo del robot y no podáis enseñarlo en clase. Debéis gestionar ese riesgo (así a bote pronto se me ocurre que toméis vídeos de la competición para poder enseñarlos, y que contéis con una reserva de presupuesto para reponer componentes que puedan estropearse durante la competición, pero dadle una pensada)

Agenda de Reuniones.

Fecha	Temas a tratar	Futuro
15/02/2024	Brainstorming	Seleccionar la idea ganadora
19/02/2024	Elección: Robot Minisumo	
27/02/2024	Reparto de <u>subsistemas</u>	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
6/03/2024	1. Revisión final del modelo 3D del chasis. 2. Diseño inicial de la PCB.	

Tabla 1: Reuniones programadas hasta la primera entrega del SoW

Muy interesante

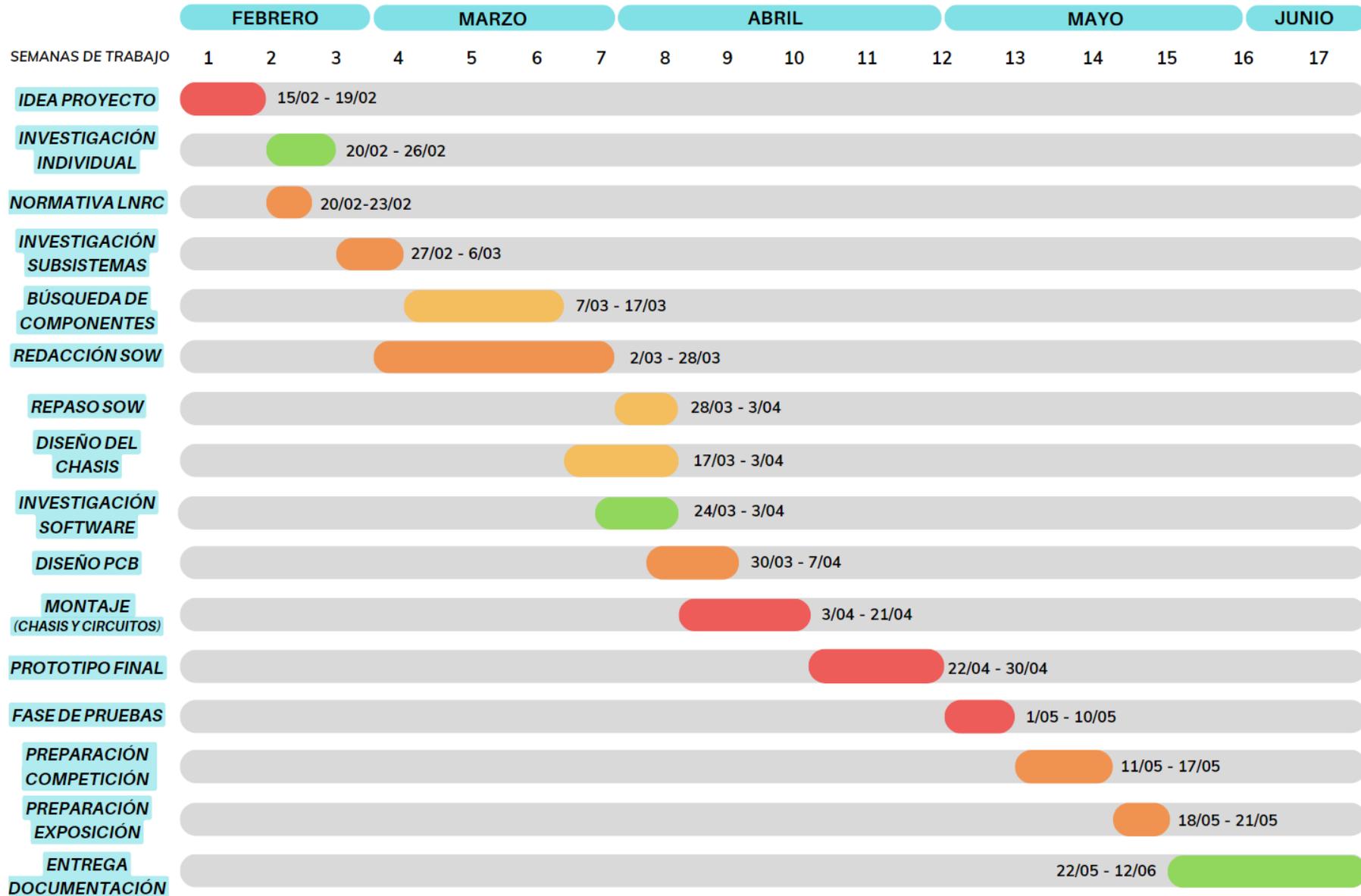
3.2 DIAGRAMA DE GANTT

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.

Diagrama de Gantt

Nivel de importancia:

Muy alta	Media
Alta	Baja



No veo que haya tareas de: desarrollo del software ni de fabricación del chasis. Sólo se aprecian pruebas al final, y sólo tenéis 10 días, lo que es un riesgo.

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 inferior, 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.

Muy bien, habéis considerado los riesgos para las personas y también que el robot se pueda romper antes de la presentación del 21-mayo

Primera noticia que tengo de que el robot tiene CUCHILLAS en la parte delantera! Eso no se aprecia en la sección 1.3 (solución propuesta), y además se supone que en la competición a la que vais no se puede hacer daño intencionadamente a los otros robots. ¿De dónde sale esta inconsistencia?

Posible	- Cortes al manejar el robot debido a las cuchillas en la parte delantera.	- Rotura del robot si se cae del tatami en la competición.	- Retrasos en la llegada de los componentes irremplazables.	- 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

Si el robot tiene cuchillas en la parte delantera cambia muchísimo las cosas, aunque espero que sea una errata O_o. Y no sería un riesgo color verde tampoco.

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.
- **Motores:** si los motores sufrieran daños, se han comprado dos unidades de repuesto y, además, se disponen de otros de menor calidad proporcionados por ESIBot.
- **Chasis:** 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 del [apartado 6.2](#).

Buena planificación ante problemas de componentes físicos.

Para evitar las heridas en la manipulación del robot durante el periodo de testeo, se evitará 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](#). Me sigue sorprendiendo que se puedan usar cuchillas si es mínimo y habéis comentado al principio del documento que en mínimo no se puede dañar al robot contrincante

Siguiendo con temas relacionados con la [normativa](#) de la liga, 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.

Me parece una idea interesante, pero no nos habéis informado, nos acabamos de enterar a través de este documento

- 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.

Normalmente, se pone una almohadilla aislante para que los componentes no toquen.

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. **Esto es correcto pero insuficiente: *además* del material de primeros auxilios hay que tomar medidas para evitar que el daño ocurra, así como utilizar equipo de protección. También tiene sentido evitar que una persona sola haga pruebas, para que siempre haya al menos otra persona que pueda**

4. CALENDARIO DE ENTREGABLES **asistirla, y habría que tener un checklist con las medidas de seguridad para que no se olvide ninguna antes de cada prueba**

La siguiente tabla 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](#). 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.

Bien indicado eso de que cada fecha os viene impuesta desde un sitio diferente

[REF]

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 3: Calendario de entregables

Planificación de acuerdo a lo visto en clase.

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} ~~a el~~ robot.
- **Cuando** el robot quiere evitar el seguir en esa posición.
- **Entonces** se deberá ~~de~~ 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.

Son muy interesantes y apropiados estos criterios para vuestro proyecto. Además os sirven de punto de partida para crear algunos tests.

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:** implican 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		
F.1	Movimiento		X	X	X	test 3, test 8	Pendiente
P.1.1	Velocidad longitudinal		X		X	test 8	Pendiente
P.1.2	Aceleración		X		X	test 8	Pendiente
P.1.3	Deceleración		X		X	test 8	Pendiente
P.1.4	Velocidad angular		X		X	test 3	Pendiente
F.2	Fuerza			X		test 9	Pendiente
P.2.1	Empuje al rival		X	X		test 9	Pendiente
F.3	Percepción				X	test 3	En marcha
P.3.1	Detección del tatami				X	test 3	En marcha
F.4	Percepción		X		X	test 4	Pendiente
P.4.1	Detección máxima		X		X	test 4	Pendiente
P.4.2	Detección mínima		X		X	test 4	Pendiente
F.5	Aguante				X	test 5, test 6	Pendiente
P.5.1	Par de empuje				X	test 5	Pendiente
P.5.2	Par soportable	X			X	test 5	Pendiente
P.5.3	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	X	<u>Normativa LNRC</u>	Pendiente

¿Qué significa que el test es "Normativa LNRC"? No hay ningún test con ese nombre en el plan de pruebas. O bien os falta un test para O.2, u os sobra la X en "T" en O.2

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 4: 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	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.

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	Acercar los sensores al borde del tatami para comprobar el correcto funcionamiento y validar la distancia de lectura.
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	Realizar las primeras medidas de los sensores. Acercar objetos a los sensores para determinar el rango de detección de los mismos. Calibrar los sensores mediante el experimento anterior.
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 5: Tests Está bien que el test 10 os sirve también de test del sistema completo

6. MATERIAL Y PRESUPUESTO

Para la planificación y construcción del prototipo se requiere una atención meticulosa 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 ~~será~~^{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

Sólo con 3 sensores no se os crea un ángulo muerto detrás del robot?

minisumo. 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: Sensor GP2Y0A21YK0F . Fuente: [nombredelfabricante \[REF\]](#)
[Datasheet GP2Y0A21YK0F](#)

- **Sensores siguelineas:** 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 4 de ellos, cada uno ubicado en una esquina del robot.



Fig. 13: Sensor CNY70
[Datasheet CNY70](#)

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

Los enlaces ayudan (aunque no hayan salido en el PDF que habéis generado), pero también hay que poner la referencia, por ejemplo "... los de JSumo [14]" ampliamente empleadas en el minisumo como los de [JSumo](#), 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](#), 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
[Datasheet GA12N20](#)

- **Batería:**

En cuanto a la batería, tras barajar opciones como la alimentación por pila, se ha optado por una batería *LiPo* empleada en drones de 11.1 V y 500 mAh por su bajo peso. La tensión escogida coincide con la nominal de los motores y el amperaje fue calculado 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 $3 \times 3 / 24 = 0.375$ 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: $0.3 \times 0.375 \times 1000 / 3 + 0.09 \times 0.375 \times 1000 \times 2 / 3 = 60$ mAh. Si se supone que el torneo constará de un máximo de 6 combates (3 en fase de grupos, cuartos de final, semifinales y final), se obtiene que el amperaje mínimo requerido es de 360 mAh.

¿¿¿????? Rehacer

mAh no es amperaje, es carga eléctrica

¿No es posible cambiar de batería entre combates o rondas?



¿Peso de la batería?

Fig. 15: Batería LiPo 12V 500 mAh
[Especificaciones batería](#)

- **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.

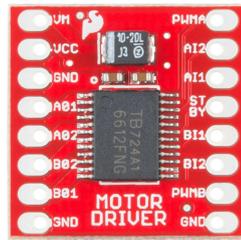


Fig. 16: Driver TB6612FNG
[Datasheet TB6612FNG](#)

- **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. 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 para su posterior impresión 3D en PLA. Tanto el material como la impresora serán proporcionados por *ESibot* (2). Para maximizar el peso del robot dentro de la normativa 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 ~~X~~ PLA es aislante, por lo que no se corre el riesgo de que ante algún golpe los

Fusion 360 ?

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.

Diseño muy interesante. Buen trabajo.

- **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. Si son las típicas rasquetas de limpiar vitrocerámicas, esto puede ser bastante peligroso ¿Cómo sabéis que este elemento no incumple la normativa de la competición?

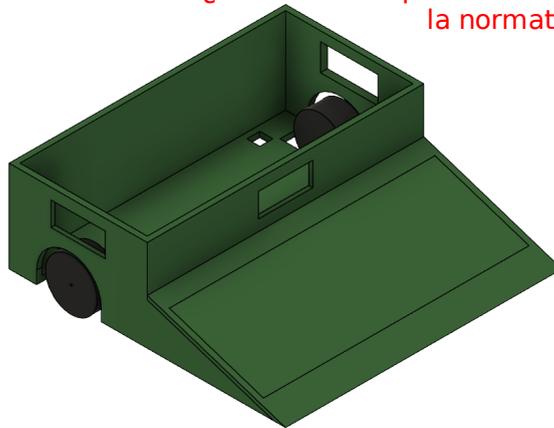


Fig. 17: Prototipo provisional del chasis

- **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 **buena 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](#)

- **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 *ES/robot*. 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 y la imposibilidad de soldar los cables se optó por la primera opción.



Fig. 19: Arduino Nano
[Datasheet Arduino Nano](#)

- **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](#) que cumpliera esta función, sin embargo en España su precio es excesivamente elevado.

- **Conjunto final:**

Este es el prototipo diseñado en *Fusion*, que muestra como 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**.

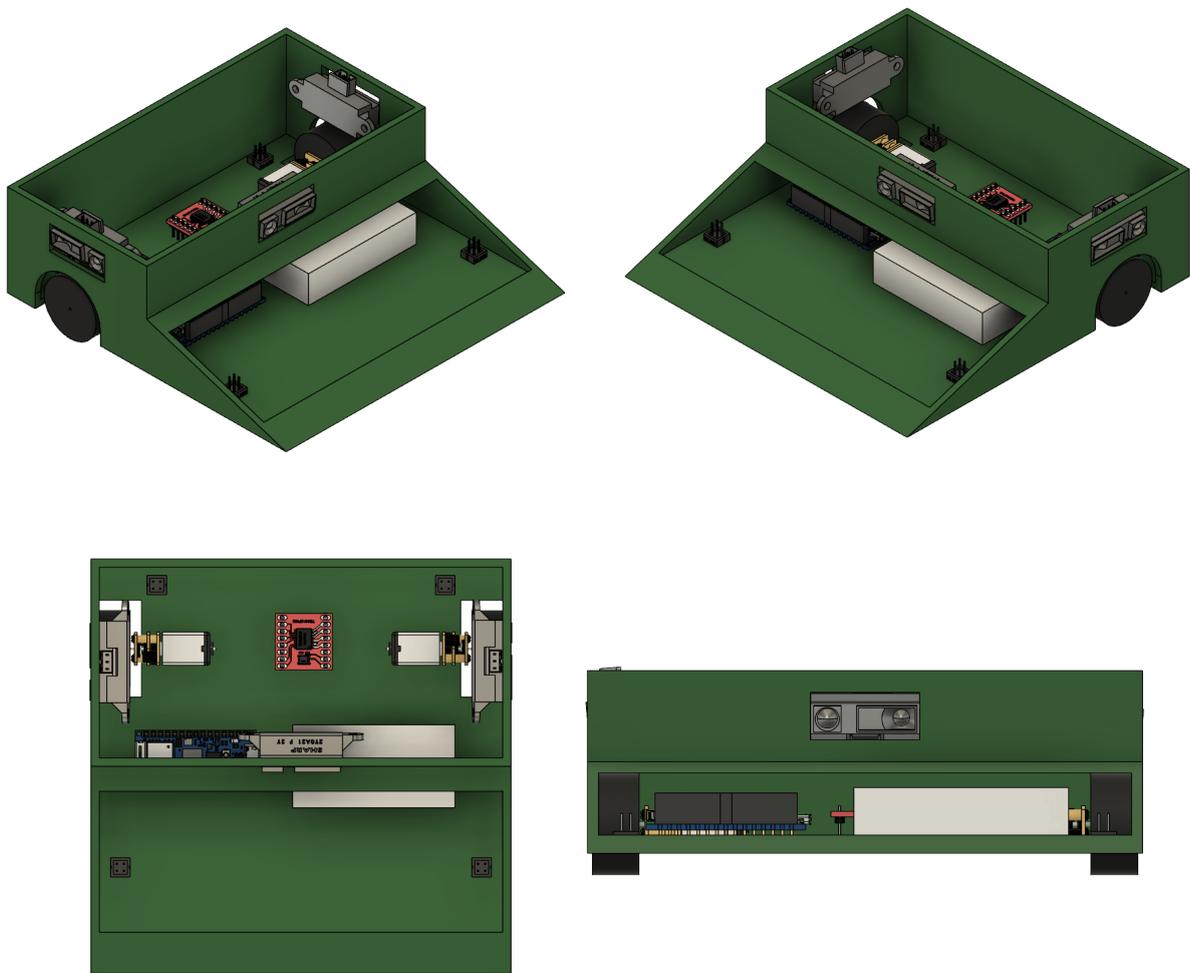


Fig. 20: Diferentes vistas del chasis con la posición de los componentes en su interior

Está muy bien que hayáis hecho tantas consideraciones sobre qué material necesitáis y por qué os decidís por uno o por otro. Buen trabajo

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 *.

En un presupuesto real, también habría que determinar partida para gastos de viaje y estaría bien tener una idea del presupuesto que ha venido a través de otras fuentes de financiación (Esibot)

Ciertamente, tengo curiosidad sobre quién os financia el viaje a la competición, o si vais vosotros por vuestra cuenta

MATERIAL	CANTIDAD NECESARIA	CANTIDAD OBTENIDA	FECHA DE LLEGADA Ó COMPRA	PRECIO
Sensor siguelineas CNY70	4	5	15/04/2024	<u>2,06 €</u>
Sensor distancia GP2Y0A21YK0F	3	4	21/03/2024	<u>2*11.23 €</u>
HC-SR04 (Ultrasonido)	0	3	-	En posesión
Chapa de aluminio	15 cm x 15 cm	X cm x X cm	20/04/2024*	~10 €
PLA	~200 g	X g	-	En posesión
Impresora 3D	1	1	-	En posesión
Cuchillas vitrocerámica	1	10	20/04/2024*	2,12 €
Ruedas	2	2	10/04/2024	<u>12.68 €</u>
Arduino Nano	1	1	-	En posesión
Arduino Uno	0	3	-	En posesión
Drivers TB6612FNG	1	2	26/03/2024	<u>2*1.27 €</u>
Drivers L298N	0	1	-	En posesión
Motor N20	2	4	29/03/2024	<u>4*2.23 €</u>
PCB	1	1	20/04/2024*	0 €
Batería	1	1	08/04/2024	<u>11,30 €</u>
Pesos de plomo	X g	X g	01/05/2024	<u>0.48 €</u>
Estaño de soldadura	-	-	-	En posesión
Soldador	1	1	-	En posesión
Cargador baterías LiPo	1	1	-	En posesión
Cables, tornillería, etc.	-	-	-	Por determinar
TOTAL:				71.54 €

Hay que poner su significado también en la tabla

Quizás el elemento del que menos repuestos de alimentar con pilas como indicasteis.

Tabla 6: Presupuesto y material disponible

7. REFERENCIAS

Demasiado interlineado y espaciado entre referencias. Falta fecha de último acceso.
A ser posible, añadir las fuentes primarias de los gráficos (INE), no artículos asociados.

- [1] 1. Web de la Liga Nacional de Robótica de Competición
<https://robotsleague.com/>
- [2] 2. Web de ESIbot:
<https://etsi.us.es/estudiantes/asociaciones/esibot>
3. Arduino Robot
Warren, J.-David., Adams, Josh., & Molle, Harald. (2011). Arduino Robotics (1st ed. 2011.).
https://fama.us.es/permalink/34CBUA_US/3enc2q/alma991013325120804987
4. Build Your Own Combat Robot
Miles, Pete & Carroll, Tom W. (2002). Build Your Own Combat Robot
5. Hiroshi Nozawa Parece poco probable que esa web tenga ese nombre
<https://www.fsi.co.jp/sumo/robot/en/about.html>
6. Entertainment and society
Sayre, Shay., & King, Cynthia. (2010). *Entertainment and society: influences, impacts, and innovations* (2nd ed.). Routledge.
https://fama.us.es/permalink/34CBUA_US/3enc2q/alma991013155372104987
7. Pérdida de interés en el deporte así como sus autores
Hay que poner el nombre real de los documentos,
https://www.lespanol.com/deportes/futbol/20231103/crisis-deporte-espana-consumo-minimos-delata-clara-perdida-interes/806669804_0.html
8. Disminución en el consumo del contenido televisivo
<https://www.apmadrid.es/2022-el-ano-de-menor-consumo-historico-de-television-tradicional/>
9. Ejemplos de otros robots de la LNRC
<https://github.com/amarsal3/minisumo/tree/master>
<https://robotsleague.com/contenido.jsp?idContenido=blueprints>
10. Otros robots de otras partes del mundo
<https://blog.jsumo.com/category/mini-sumo-robot/>
11. Historia del minisumo
https://asee-ncs.org/proceedings/2016/student_regular_papers/2016_ASEE_NCS_paper_58.pdf

12. GANKER ARENA

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

13. Ventas de vehículos eléctricos en Europa:

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

14. All Japan Robot Tournament

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

15. Seattle Robotics Society Robothon

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

16. Portland Area Robotics Society

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

17. Aumento del uso de Robots Industriales

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

8. ANEXOS Los enlaces no funcionan en el PDF que habéis generado, si además no ponéis la URL completa, le toca buscarlo al lector por internet

En este [enlace](#) se puede encontrar la normativa de la temporada 2023-2024 de la Liga Nacional de Robótica de Competición. En caso de tener problemas con el enlace, en el [drive del equipo](#) se puede encontrar una copia de la última versión de este documento a día 01/04/2024.

Más que un anexo es una referencia (y la más importante)