



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Diseño del layout de los componentes en moto eléctrica: proyecto MotoStudent

MEMORIA PRESENTADA POR:
Daniel Pumar Rebollo

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Convocatoria de defensa: [Febrero 2021]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

RESUMEN

En este trabajo se recogen y organizan los diferentes componentes de la moto eléctrica del proyecto de la competición MotoStudent de la categoría eléctrica de los alumnos de la Universidad Politécnica de Valencia del campus de Alcoy del curso 2019-2020.

El principio de este trabajo se basa en conseguir una distribución óptima de los componentes y subestructuras de soporte de estos dentro del chasis de la moto.

La primera razón por la que este problema supone un desafío es el limitado espacio disponible dentro de la moto, pues dependemos de su tamaño y geometría. Otra característica importante en una moto a tener en cuenta es la respuesta dinámica, la cual habrá que intentar que no sea desequilibrada para un correcto uso.

Y por último algunos problemas propios de la moto eléctrica como el calor provocado por el motor, las baterías y el controlador, que se intentará tratar con una aerodinámica que permita una buena refrigeración, y todo ello tratando de conservar una buena accesibilidad a los diversos componentes para que el mantenimiento de estos sea lo más cómodo posible.

Los primeros requisitos para la realización de este proyecto son los exigidos por la competición MotoStudent, en mi caso, de la Categoría "MotoStudent Electric".

Se analizarán distintas opciones y se optará por la más óptima basándome en los requisitos antes mencionados.

Una vez hayamos finalizado se procederá a calcular un presupuesto estimado de los gastos de este diseño.

Palabras clave: Moto eléctrica, anclajes, distribución, MotoStudent, SolidWorks



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

RESUM

En aquest treball es recullen i organitzen els diferents components de la moto elèctrica del projecte de la competició MotoStudent de la categoria elèctrica dels alumnes de la Universitat Politècnica de València de campus d'Alcoi de el curs 2019-2020.

El principi d'aquest treball es basa en aconseguir una distribució òptima dels components i subestructures de suport d'aquests dins de l'xassís de la moto.

La primera raó per la qual aquest problema suposa un desafiament és el limitat espai disponible dins de la moto, ja que depenem de la seva mida i geometria. Una altra característica important en una moto a tenir en compte és la resposta dinàmica, la qual haurà d'intentar que no sigui desequilibrada per a un correcte uso.

Y finalment alguns problemes propis de la moto elèctrica com la calor provocat pel motor, les bateries i el controlador, que s'intentarà tractar amb una aerodinàmica que permeti una bona refrigeració, i tot això intentant conservar una bona accessibilitat als diversos components perquè el manteniment d'aquests sigui el més còmode possible.

Els primers requisits per a la realització d'aquest projecte són els exigits per la competició MotoStudent, en el meu cas, de la Categoria "MotoStudent Electric" .

Es analitzaran diferents opcions i s'optarà per la més òptima basant-me en els requisits abans mencionats.

Una cop haguem finalitzat es procedirà a calcular un pressupost estimat de les despeses d'aquest disseny.

Paraules clau: Moto elèctrica, ancoratges, distribució, MotoStudent, SolidWorks



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

ABSTRACT

In this work the different components of the electric motorcycle of the project of the MotoStudent competition of the electric category of the students of the Polytechnic University of Valencia of the Alcoi campus of the 2019-2020 academic year are collected and organized.

The principle of this work is based on achieving an optimal distribution of the components and support substructures of these within the motorcycle chassis.

The first reason why this problem poses a challenge is the limited space available inside the motorcycle, since we depend on its size and geometry. Another important characteristic in a motorcycle to take into account is the dynamic response, which will have to be tried so that it is not unbalanced for correct use.

And finally, some problems typical of the electric motorcycle such as the heat caused by the motor, the batteries and the controller, which will try to deal with aerodynamics that allow good cooling, and all of this trying to preserve good accessibility to the various components so that their maintenance is as comfortable as possible.

The first requirements for carrying out this project are the ones required by the MotoStudent competition, in my case, in the "MotoStudent Electric" Category.

Different options will be analysed and the most optimal will be chosen based on the aforementioned requirements.

Once we have finished, we will proceed to calculate a budget estimated cost of this design.

Keywords: Electric motorcycle, anchors, distribution, MotoStudent, SolidWorks



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
HISTORIA DE LA MOTO ELÉCTRICA.....	7
QUE ES MOTOSTUDENTE.....	10
EN QUÉ CONSISTE LA COMPETENCIA.....	12
OBJETIVO DE ESTE PROYECTO.....	13
COMPONENTES.....	14
CHASIS.....	15
MOTOR.....	16
CONTROLADOR.....	18
BATERÍAS.....	20
REQUISITOS.....	23
REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO.....	24
PRUEBA DE CARGAS.....	26
PRUEBA DE LLUVIA.....	27
EL CENTRO DE GRAVEDAD.....	28
ANTISQUAD.....	30
POSICIONAMIENTO.....	33
ANCLAJES.....	37
ENSAYOS.....	50
PRESUPUESTO.....	55
PLANOS.....	57
CONCLUSIONES.....	62
BIBLIOGRAFIA.....	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y LINKOGRÁFICAS.....	65



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

INTRODUCCIÓN



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

HISTORIA DE LA MOTO ELÉCTRICA

Se han encontrado referencias del primer prototipo de moto eléctrica por el año 1860 pero no fue hasta 5 años después que Orgen Bolton Jr de Carton, Ohio, solicitó la primera patente para una bicicleta eléctrica, sin duda la precursora de la moto eléctrica.

Fue en 1897, durante la exposición Stanley Cycle Show, que el fabricante Humber mostró al público algo que en aquel entonces se podría ver como una idea alocada e inútil, una bicicleta eléctrica con baterías y un motor entre ambas ruedas. Dada la época no se le ofreció la atención que merecía y la idea fue saltando durante los años sin ser más que un concepto que no se creía que alcanzara a la combustión.

Un ejemplo de intento frustrado por sacarle partido a esta idea fue el caso de los hermanos Limelette, quienes fundaron la compañía Socovel. Con la ilusión de emprender en esta novedosa idea de las motocicletas eléctricas, con la desgracia de tener que detener la producción después de 400 unidades en 1948.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



Ilustración 1: Socovel Electric Bike 1936

Con el continuo avance de la tecnología las motos eléctricas cada vez obtenían mejores prestaciones a pesar de seguir envidiando las de combustión. Como ejemplo está el de Mike Corbin quien en 1973 establece el primer récord en una nueva “categoría”, el de las motos eléctricas, con una velocidad máxima de 162 km/h.

No fue hasta 1996 que se le dio una vuelta de tuerca al concepto de las motocicletas eléctricas para sacarle rentabilidad. Sin querer igualar las prestaciones de las motocicletas de combustión Peugeot empieza a producir masivamente el primer scooter eléctrica, la Peugeot Scoot’Elec. Un modelo que lo que buscaba era la economía y darle a la empresa una mejor imagen por su apoyo a usar opciones más respetuosas con el medio ambiente. Con un peso de 115 kg y una autonomía de tan solo 40 km a 45 km/h.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



Ilustración 2: Peugeot Scoot'Elec 1996

Y para visualizar un caso más actual para tener una idea de por donde va el Desarrollo de las motos eléctricas temenos el caso de la primera Harley-Davidson eléctrica de la historia. Presentada en 2018 en el salon Eicma de Milán. Llamada LiveWire con un precio de salida de 33700 euros, una autonomía de 185 km y con la aceleración para llegar de 0 a 100km/h en 3,5 segundos.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



Ilustración 3: Harley-Davidson 2018

QUE ES MOTOSTUDENTE

Moto Engineering Foundation y TechnoPark MotorLand promueven la competencia internacional MotoStudent, una competición entre los equipos universitarios a nivel mundial.

El objetivo para los estudiantes es aplicar todos sus conocimientos adquiridos durante sus carreras universitarias en un proyecto industrial real, diseñando, desarrollando y fabricando un prototipo real de moto de carreras, que será puesto a prueba en el circuito FIM de Motorland Aragón. Hay dos categorías:

- MotoStudent Gasolina (motor de combustión interna)
- MotoStudent electric (sistema de propulsión 100% eléctrico)

Esta competición muestra ventajas y beneficios no solo a los participantes.

BENEFICIOS DE MOTOSTUDENT



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

A los estudiantes...

- Implementar proyectos reales con compromisos reales en el mundo empresarial:
 - Trabajo en equipo -Participar en la competición
 - Lidar con presupuestos ajustados
 - Tiempo y fecha límite
- Trabajar en estrecha colaboración con empresas e instituciones directamente relacionadas con las competiciones de motos de nivel mundial.
- Utilizar la libertad de los procedimientos de ingeniería (créditos electivos, proyectos finales, etc.) para integrarlos y mejorar sus planes de aprendizaje.
- Utilizar los sistemas más avanzados en diseño y análisis para ejecutar proyectos reales.
- Motivación e ilusión para poner en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera.

A la Universidad...

- Combinar el trabajo académico con el desarrollo de habilidades prácticas de los estudiantes.
- Fortalecer la conexión y la comunicación entre universidades e industria.
- Proporcionar al mundo industrial y a la competencia de 2 ruedas de estudiantes ingenieros con perfiles fáciles de integrar a las necesidades reales
- Mantener, fortalecer y ampliar las relaciones con las universidades participantes en otros foros académicos.

Para la industria...

- Contar con el mejor escenario para probar sus productos y exhibir su última tecnología.
- Conectar a los estudiantes más ambiciosos y cualificados del mundo con empresas que buscan el próximo líder de la industria
- Conectar su negocio directamente con nuestra audiencia internacional y la investigación universitaria que participa en el concurso.
- Convertirse en la primera opción de los graduados al ingresar en el mercado laboral.
- Descubrir a los mejores recursos de ingenieros jóvenes que están listos para trabajar en la industria.
- Mostrar tu marca en una competencia única de clase mundial.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

EN QUÉ CONSISTE LA COMPETENCIA

MotoStudent proporciona al equipo la máxima flexibilidad de diseño, casi sin restricciones de "toma de decisiones". El diseño general de la motocicleta para que los vehículos o artículos que participan en la competencia cumplan con los requisitos mínimos de seguridad y las dimensiones del área designada. El desafío para el equipo es desarrollar una motocicleta que pueda completar con éxito todas las pruebas y eventos de la competencia MotoStudent. MotoStudent le brinda al equipo la oportunidad de competir con equipos de otras universidades alrededor del mundo, demostrando sus habilidades de ingeniería, creatividad y habilidades comerciales.

Objetivos de competencia

El equipo debe desempeñar el papel de una empresa de motocicletas, de modo que deben diseñar, fabricar y evaluar prototipos de motocicletas de carreras para el mercado de carreras no profesionales. La flota intentará vender las motos al "público en general" como si fuera una fábrica de motos o empresa para cualquier proyecto industrial. Por lo tanto, el desafío no son solo los proyectos basados en ingeniería, sino también los modelos comerciales. Durante el evento MotoStudent en el circuito de MotorLand Aragón se evaluarán aspectos como aceleración, frenado, manejo y durabilidad. Otros factores de diseño a considerar incluyen: capacidad de fabricación, economía, ergonomía, estética, facilidad de mantenimiento, innovación en el diseño y confiabilidad. Los prototipos se someterán a pruebas en banco y deben cumplir con los requisitos mínimos de frenado, resistencia del chasis, etc.

Se realizarán pruebas finales para evaluar la calidad del prototipo en la pista principal. Para la evaluación final, estas motocicletas se convertirán en "ocupaciones de ingeniería". En el reglamento de carreras FIM y RFME del Circuito MotorLand Aragón de Alcañiz (Teruel), España. Cada proyecto se evaluará con otros proyectos de la competencia para determinar la mejor bicicleta en general. El proyecto pertenece a la categoría de MotoStudent Electric. La categoría MotoStudent Electric se caracteriza por el uso de sistemas 100% eléctricos como método de propulsión. Este proyecto pertenece a la categoría de MotoStudent Electric. La Categoría MotoStudent Electric se caracteriza por utilizar como método de propulsión un sistema 100% eléctrico.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Por desgracia este evento fue cancelado dada la situación global referente al COVID-19. Pero eso no nos ha frenado en la ilusión de llevar a cabo este proyecto.

OBJETIVO DE ESTE PROYECTO

EL objetivo de este proyecto es estudiar la distribución de los componentes principales de una moto eléctrica. Esta distribución puede ser muy diferente a la que se utiliza en las motocicletas propulsadas por combustión interna. Existen muchas posibilidades, pero en este proyecto se basa en buscar, si no la óptima, una distribución para los componentes para el prototipo de MotoStudent Electric. La especial complicación de este proyecto es la lista de componentes ya seleccionados sin tener la opción de cambiarlos o modificarlos en el caso de surgir problemas en la disposición.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

COMPONENTES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

CHASIS

A pesar de no ser un elemento al que buscar una posición lo nombro por haber sido el principal sustento de los anclajes y la importancia que ha tenido en este proyecto. Después de descartar la utilización del chasis tubular al año anterior se optó por crear un chasis de geometría más simple que facilitará la geometría de la moto.

Se trata de un chasis de perfil rectangular de 25x100 mm de acero galvanizado S420GD, nº de material 18902.



Ilustración 4: Fotografía real del chasis



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

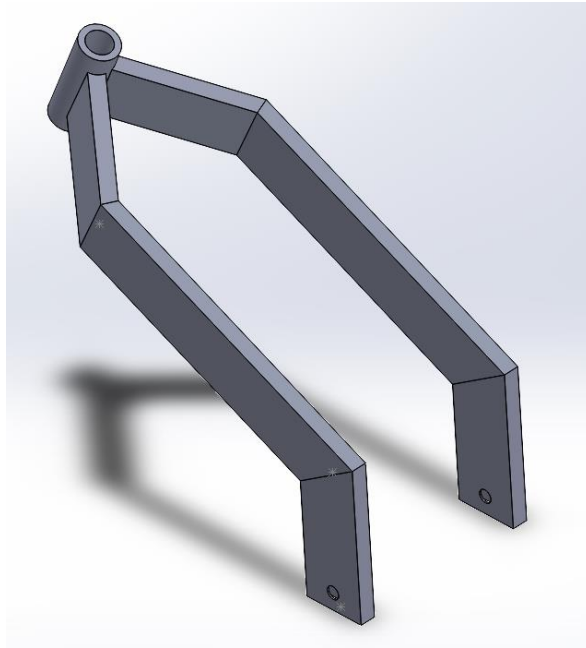


Ilustración 5: Imagen del chasis en el programa SolidWorks

MOTOR

La Organización suministró un motor eléctrico común para los equipos inscritos en la categoría MotoStudent Electric. De esta forma equilibrando los proyectos y dando prioridad al resto de decisiones de diseño. Se trata de un motor ENGIRO-MS1920.

Para garantizar esta medida el motor viene con unas etiquetas que garantizan su cierre previo a ser enviado a los participantes. Las cuales serán comprobadas antes de la competición para asegurar que el motor no haya sido manipulado por los participantes.

Las especificaciones del motor están expuestas en la siguiente tabla:



Nominal Operation				
Torque	T_{nom}		22	Nm
Power	P_{nom}		13	kW
Speed	n_{nom}		5720	rpm
Phase rms-current	I_{nom}		156	A
Battery voltage (DC)	U_{nom}		96	V
Electric frequency	$f_{el,nom}$		381	Hz
Power factor	$\cos(\phi)$		0.75	

Maximal Values				
Torque	T_{max}		95	Nm
Power	P_{max}		42	kW
Speed	n_{max}		8000	rpm
Phase rms-current	I_{max}		781	A
Battery voltage (DC)	U_{max}		200	V
Electric frequency	$f_{el,max}$		533	Hz

Electrical Data				
Number of phases			3	
Number of poles			8	
Maximal efficiency			> 96	%
T/I constant ($I < I_{nom}$)			0.14	Nm/A _{rms}
U/n constant (AC)	rms:	9.1	peak:	12.9 V/(1000rpm)
K_e constant (AC)	rms:	0.022	peak:	0.031 V/(rad*s ⁻¹)

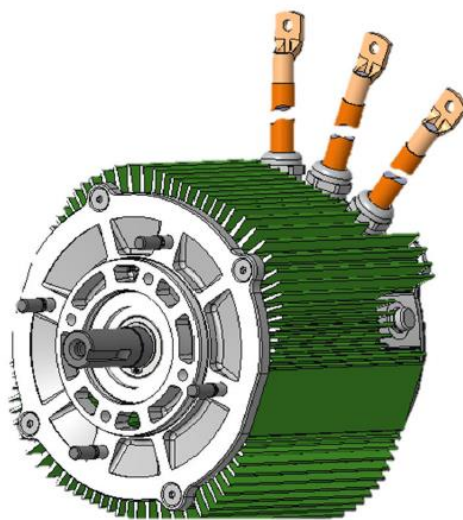


Ilustración 6: ENGIRO-MS1920 OFFICIAL ELECTRIC MOTOR



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



Ilustración 7: ENGIRO-MS1920 OFFICIAL ELECTRIC MOTOR Foto real

CONTROLADOR

Es el elemento responsable de administrar correctamente la energía de la batería al motor eléctrico. Funciona como un fusible, debe soportar la corriente máxima de la batería y, en caso de una falla de energía (como una sobretensión), será el primer componente en fallar. El controlador se trata de un modelo con las siguientes dimensiones. Gen4 DC: 305mm (L) x 170mm (W) x 86mm (H), peso 2 kg.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

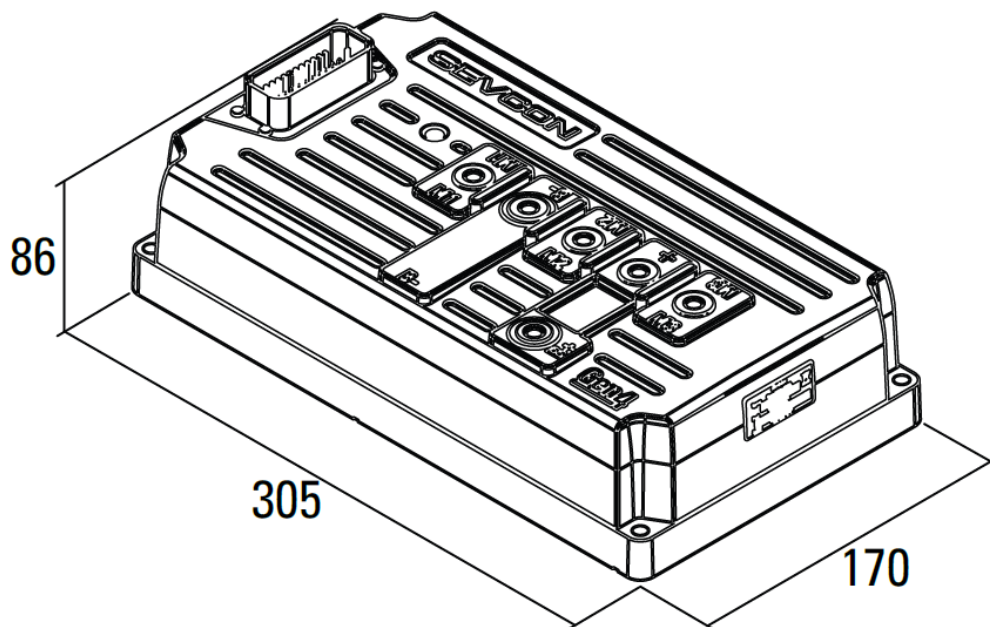


Ilustración 8: Sevcon Gen4 DC medidas generales



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

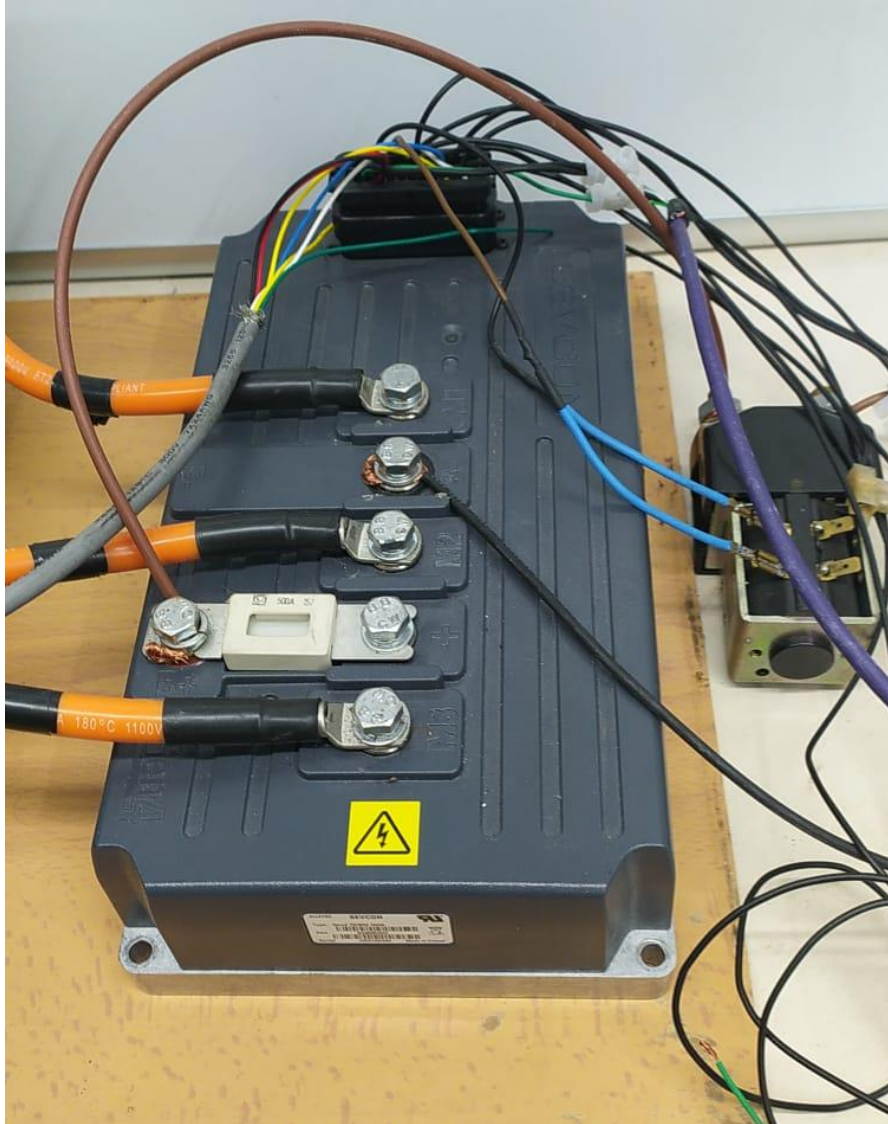


Ilustración 9: Sevcon Gen4 DC visión real

BATERÍAS

Al tratarse de una moto eléctrica son el componente más pesado y difícil de posicionar y anclar. En este caso se tratan de células cilíndricas agrupadas en pequeños grupos con cinta de aislamiento entre uniones en serie, y estos grupos se juntan en 2 más grandes para empezar a soldar la pletina de níquel.

Una vez soldadas las todas las celdas se pone una cinta adhesiva de polietileno por encima de los contactos para aislar el conjunto y permitir el manipulado de forma segura.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

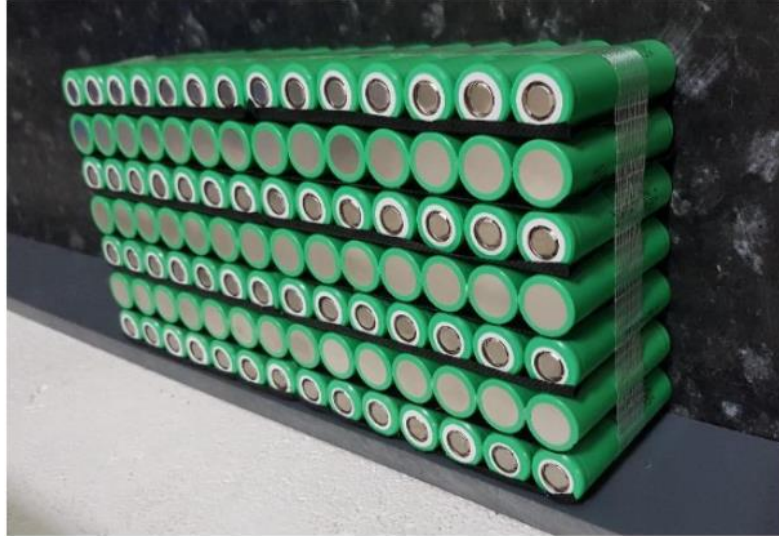


Ilustración 10: Grupo pequeño de celdas

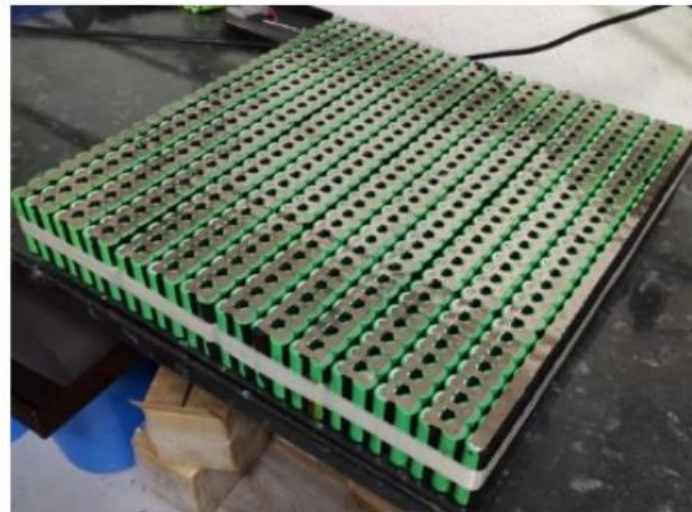


Ilustración 11: Celdas soldadas

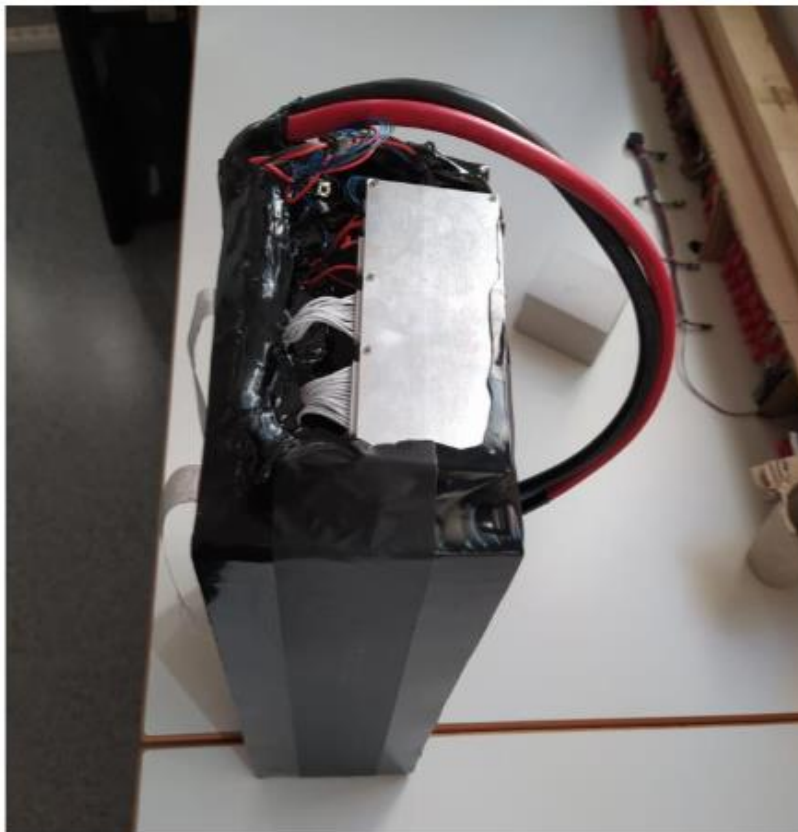
Se superponen los dos grupos con una lámina de fibra de vidrio en la cara interna y para formar un bloque con la medida final (160x245x550mm). La configuración de este bloque final es de 26s28p, dando un voltaje nominal de 96.2V y una capacidad de 70Ah.

En la siguiente imagen se observa el resultado, un bloque de unos 38 Kg.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



Il·lustració 12: Bloque final de baterías



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

REQUISITOS



CAMPUS D'ALCOI

En esta competición se busca dar la mayor libertad a los participantes para que demuestren su iniciativa, ideas originales y conocimientos prácticos en general. Pero para poder sacar el mayor partido se enfoca hacia un ámbito competitivo, y para ello se requieren unos límites de diseño que de alguna forma equilibren y orienten el diseño de las motos.

A continuación, presento los principales requisitos dimensionales de la competición que han afectado a este trabajo.

REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO

Las dimensiones del prototipo son libres exceptuando los requisitos básicos expuestos a continuación.

El ángulo mínimo formado entre el pavimento y cualquier elemento del prototipo (sin tener en cuenta los neumáticos) debe de ser de 50° . La comprobación de esta norma se realizará con la tara del vehículo. Es decir, sin piloto, pero con todos el equipamiento y líquidos para su correcto funcionamiento. Esta como otras normas es impuesta tanto para equilibrar las dimensiones de los diseños como para guardar una seguridad durante la competición, ya que si el ángulo fuese menor el piloto correría riesgos de rozar el asfalto durante el giro en una curva cerrada.

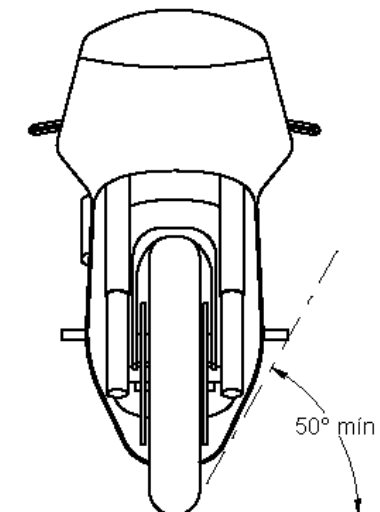


Ilustración 13: Requisito angular

La separación mínima entre el pavimento con cualquier elemento de la moto, obviamente exceptuando los neumáticos, ha de ser de 100 mm. Este requisito también será tomado con la tara del vehículo. Sin piloto y con todos los líquidos necesarios para su correcto funcionamiento. Por supuesto se entiende que con el piloto montado en la moto esta distancia se reduzca pero con ella



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

y una correcta amortiguación se pretende que ningún elemento no deseado entre en contacto con el pavimento.

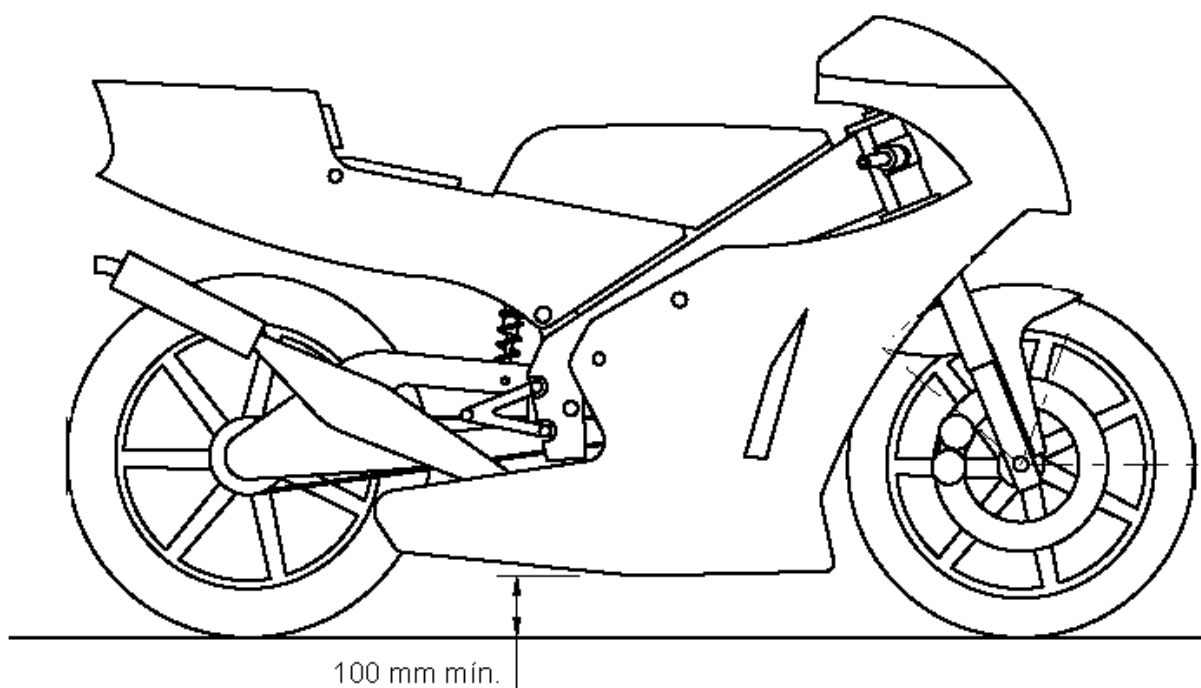


Ilustración 14: Distancia mínima al suelo

Los neumáticos deberán guardar 15mm con cualquier elemento de la moto en todo su recorrido, permitiendo manejarla sin preocupación por algún contacto indeseado. Esta distancia mínima no es negociable, independientemente de la suspensión, reglaje de geometrías o cualquier elección de diseño por parte de los equipos. Al no haber foto por parte de la competición a continuación he puesto un croquis de la moto hecho en SolidWorks donde se ve en azul el radio de seguridad de la rueda delantera en su posición de la suspensión más extendida y contraída.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

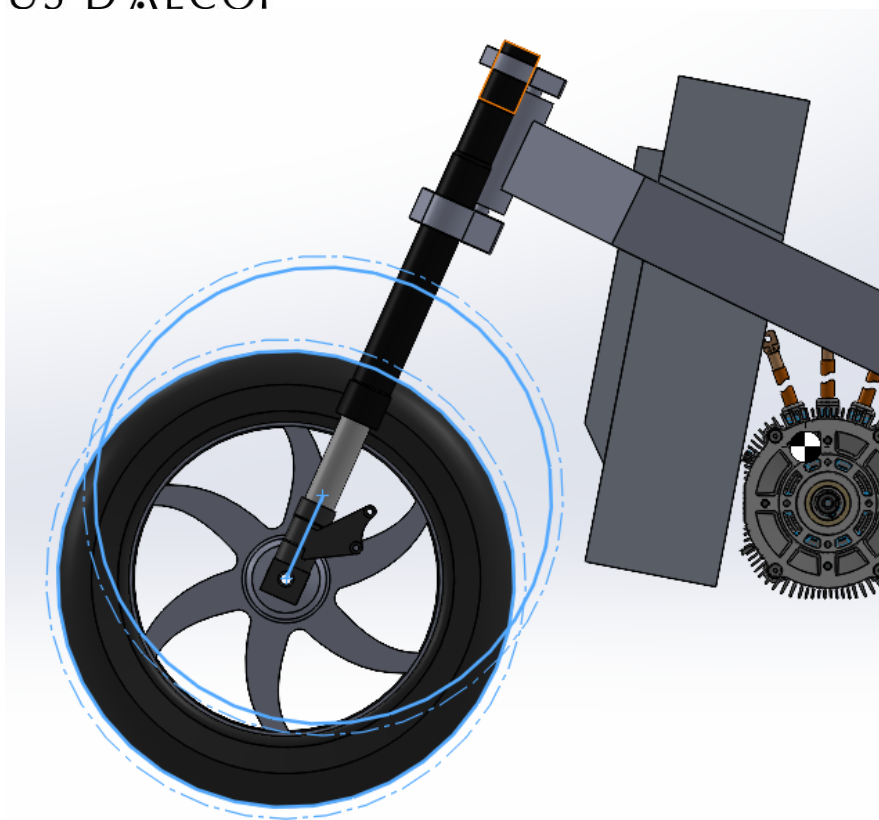


Ilustración 15: Distancia mínima a la rueda

La anchura máxima del carenado será de 600mm.

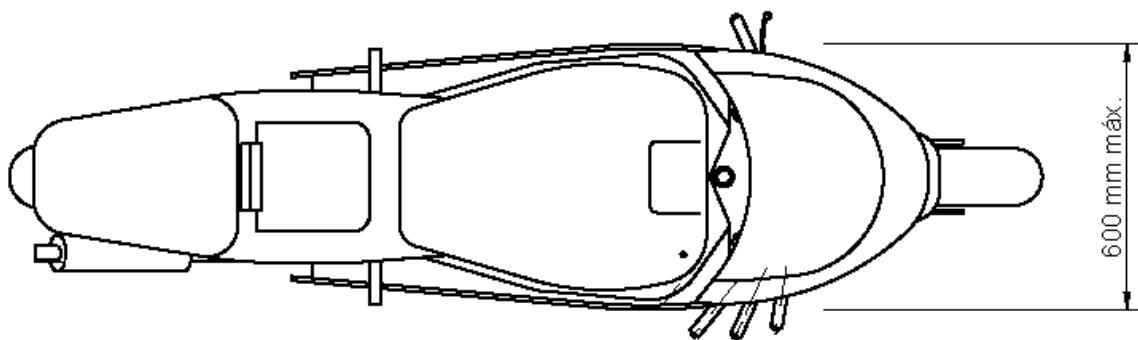


Ilustración 16: Distancia máxima del carenado

Además de los requisitos dimensionales hay dos pruebas que nuestro prototipo deberá superar.

PRUEBA DE CARGAS

La organización podrá ver necesario someter al prototipo a un ensayo para comprobar la rigidez, la fiabilidad de los anclajes o su comportamiento ante posibles cargas o choques frontales. Esta prueba se realizaría en un banco de ensayos.



Se aplica sobre el prototipo dos fuerzas:

- Una fuerza vertical descendente sobre el asiento de hasta 250kg
- Una fuerza horizontal en dirección contraria al avance sobre la rueda delantera de hasta 300kg

Estas cargas se aplicarán tanto alternativa como progresivamente, y se verificará que es situación de mayor compresión los componentes no sufran interferencias y que la moto funciona adecuadamente bajo estas cargas. Y al retirar las cargas se comprobará que la geometría de la moto sigue siendo la misma sin haber sufrido deformaciones, fisuras o cualquier daño en los componentes estructurales. Solo así se considerará apto.

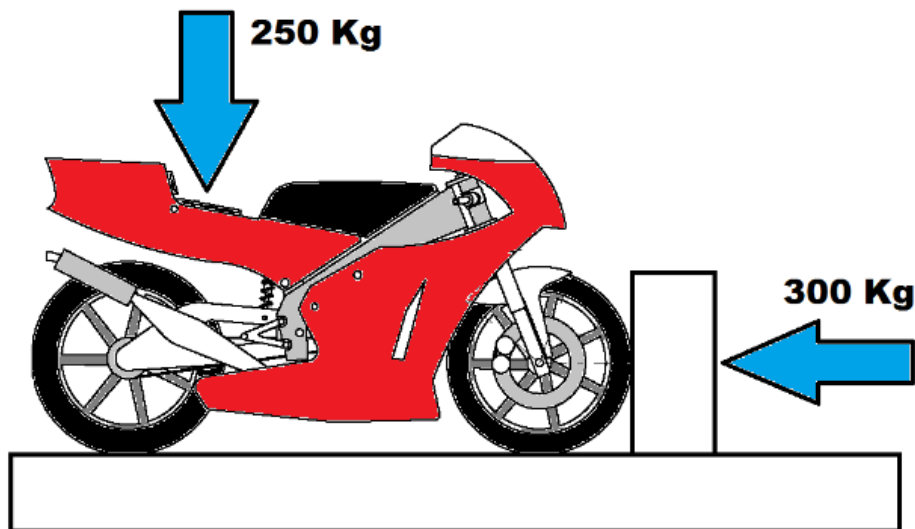


Ilustración 17: Prueba de cargas

PRUEBA DE LLUVIA

La Organización si lo ve conveniente, según se conoce dependiendo de si hay predicción de lluvia, realizará una prueba para comprobar el correcto aislamiento del sistema eléctrico en condiciones de lluvia leve.

Como se puede observar en la siguiente imagen la “ducha” se basa en una estructura en forma de arco con boquillas que rociarán el agua desde distintas posiciones.



Ilustración 18: Prueba de lluvia

Se dispondrá el prototipo con la rueda motriz elevada del suelo y se le proyectará agua, no a altas presiones, simulando lluvia desde distintas direcciones durante más de 60 segundos.

Hasta 60 segundos después del rociado se comprobará que el IMD no se haya abierto en ningún momento. Siendo así el tiempo total de la prueba de 120 segundos.

Además del IMD se comprobará que no haya acumulaciones de agua en zonas de riesgo para los componentes eléctricos.

Una vez vistos los requisitos de la competición hay otros factores que se han tenido en cuenta:

EL CENTRO DE GRAVEDAD

Siendo el punto ficticio en el que se concentraría toda la masa de la moto. Un recurso para los cálculos dinámicos de un sólido. Fácilmente visible con el SolidWorks, pero en continuo cambio por los componentes que se irán añadiendo, su posición y peso.

Para entender cómo afecta la posición del centro de gravedad podemos imaginarnos el caso de una moto cuando está en una curva, un momento durante el cual existe un equilibrio de fuerzas.

La moto no cae al suelo en esta posición siempre que las proyecciones del peso y de la fuerza centrífuga se opongan sobre el eje horizontal de la moto.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Es un factor muy influyente en el comportamiento y respuesta en una moto



Ilustración 19: Fuerzas del CdG

En las motos tipo R, tipo que se ha querido imitar con este proyecto, suelen estar en la mitad de la distancia entre ejes (unos 1400mm) y más o menos a la mitad de esta distancia de altura (700mm). Un dato que servirá como cierta guía sin ser los valores exactos.

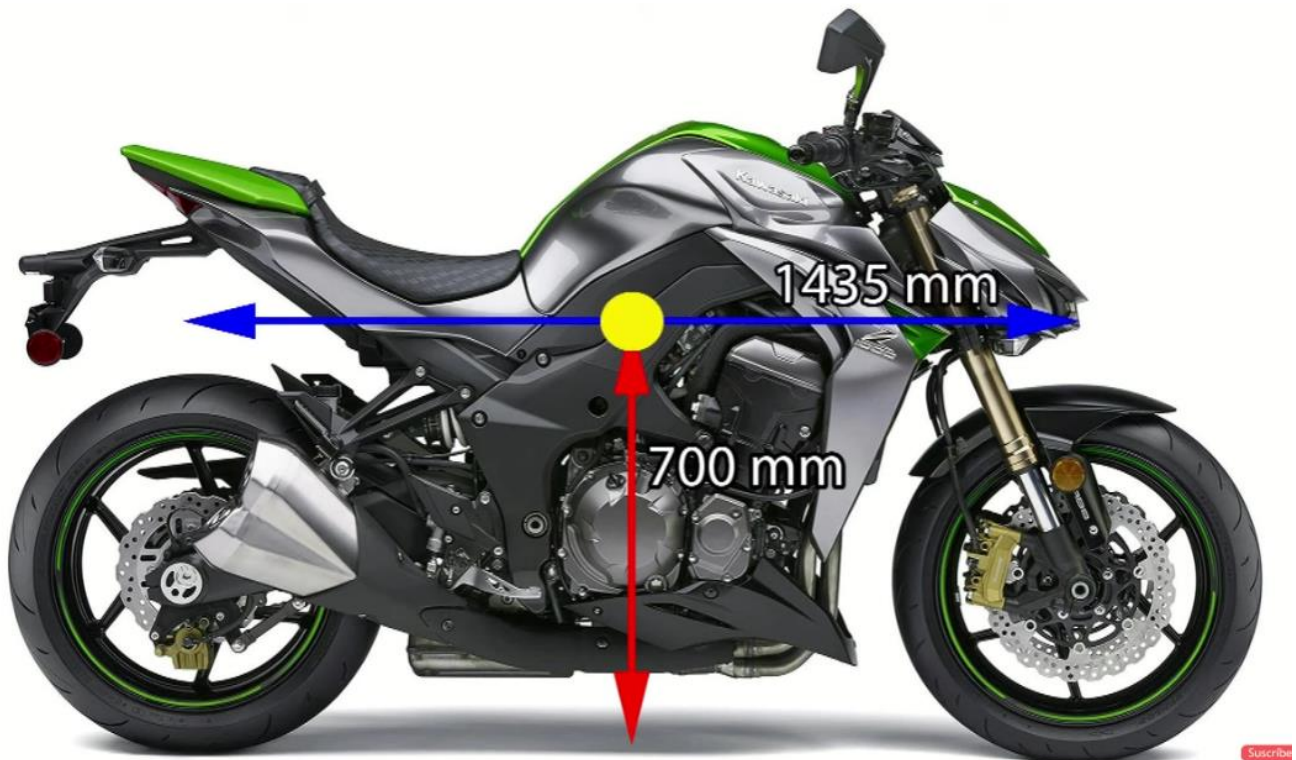


Ilustración 20: CdG

ANTISQUAD

Este aspecto era importante a la hora del posicionamiento del motor. Es un efecto difícil de definir, partiendo del efecto conocido por todos que se sufre al acelerar en un coche, el cómo la inercia nos comprime contra el respaldo del asiento. Lo cual causa en el propio coche un cambio de masas hacia el eje trasero que durante ese momento soporta mayor peso que el que soportaría en reposo o en una velocidad constante.

Pues en una bici o en una moto sucede lo mismo, este peso desplazado a la rueda trasera comprime la suspensión trasera durante el arranque. Se le denomina Acceleration-squat, o traducido de forma literal *sentadilla de aceleración*, por la apariencia de flexionar la amortiguación trasera como si se tratase de las “articulaciones” de la moto.

Pues el conocido Anti-squat es una fuerza basándose en el diseño de la moto ideada para oponerse a ese efecto y que la moto mantenga su forma durante la aceleración. Efecto que además de ayudar la estabilidad de la moto alarga considerablemente la vida del amortiguador trasero.

Bien pues para conseguir este efecto se usa a través de la tensión de la cadena. Es decir, al



transmitir el par del motor a través del piñón hasta el plato de la rueda trasera se crea una fuerza contraria a que extiende la suspensión oponiéndose a compresión ejercida por la aceleración. Se calcula de forma gráfica como se puede ver en la siguiente imagen.

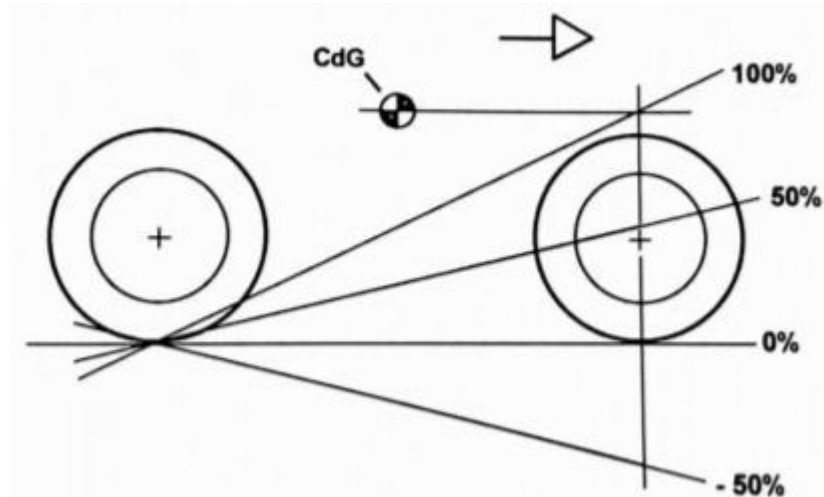


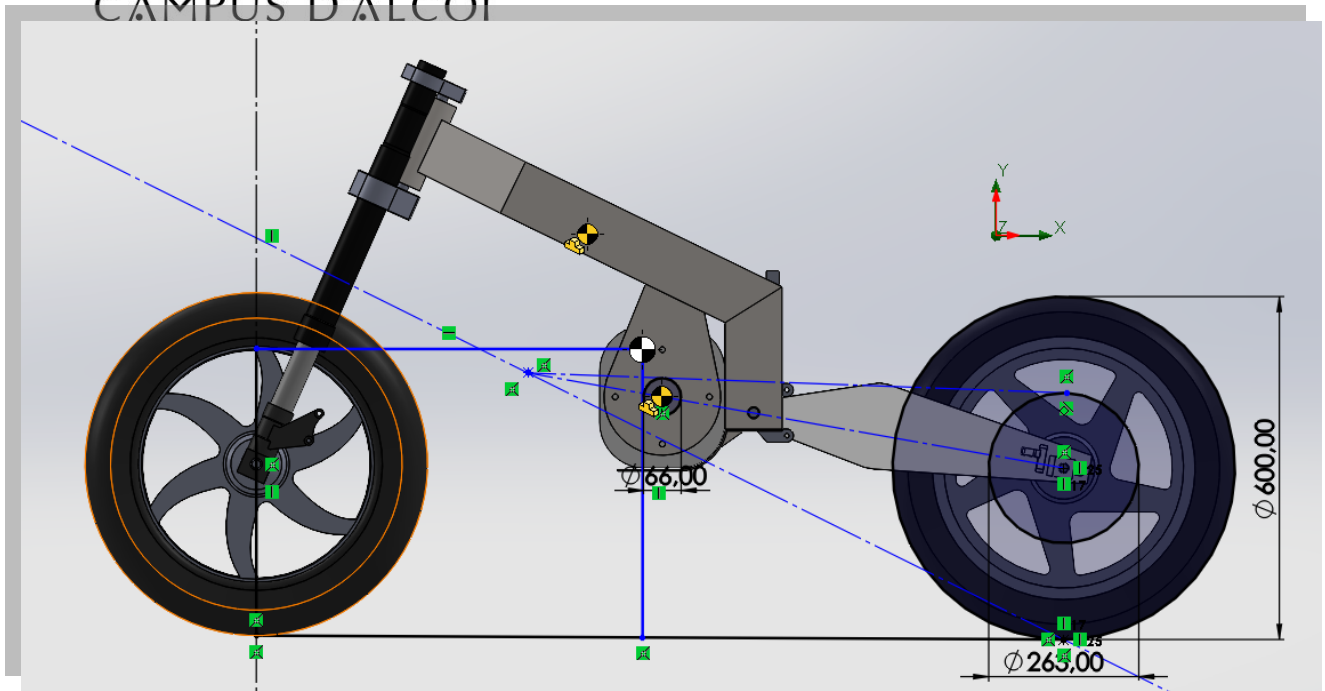
Ilustración 21: Antisquad

La línea vertical sobre la rueda delantera (la de la derecha) cruzada con una línea horizontal proveniente del centro de masas marca con exactitud el punto de 100% de Antisquad y proporcionalmente se reduce el porcentaje hasta llegar al suelo donde es cero. El 100% significa que la fuerza de la tensión de la cadena se contrarresta perfectamente con la de la aceleración.

Ahora para ver cuánto Antisquad o cuánto porcentaje tiene nuestra moto hemos de cruzar con esa vertical nuestra línea de fuerza.

Para ello primero hallamos el centro de fuerzas, siendo el punto de intersección entre la línea del basculante y la de la cadena. Una vez hallado ese punto obtenemos nuestra línea de fuerzas uniéndolo con el contacto con el suelo de la rueda trasera. Viendo donde corta esta nueva línea con la vertical de la rueda delantera podemos ver el porcentaje de Antisquad con el que cuenta nuestra moto.

Dado que nuestro prototipo no cuenta con el peso del piloto, el cual subirá considerablemente el centro de masas nos interesa que el Antisquad actual sea mayor del 100%. La siguiente imagen muestra un croquis con este cálculo gráfico y como con el prototipo actual cuenta con aproximadamente un 138% de Antisquad. Es decir, la amortiguación trasera se extendería durante el arranque, efecto corregido posteriormente con el peso del conductor.



Il·lustració 22: Croquis del antisquad



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

POSICIONAMIENTO



Siguiendo los criterios anteriores se pasa a buscar una disposición de los elementos lo más factible posible. En el caso del motor la posición era prácticamente inamovible, pues la cadena debía pasar entre el soporte del bastidor y no había recursos para idear alguna idea más compleja como una doble transmisión. Así que el primer elemento, el motor, ya estaba casi posicionado.

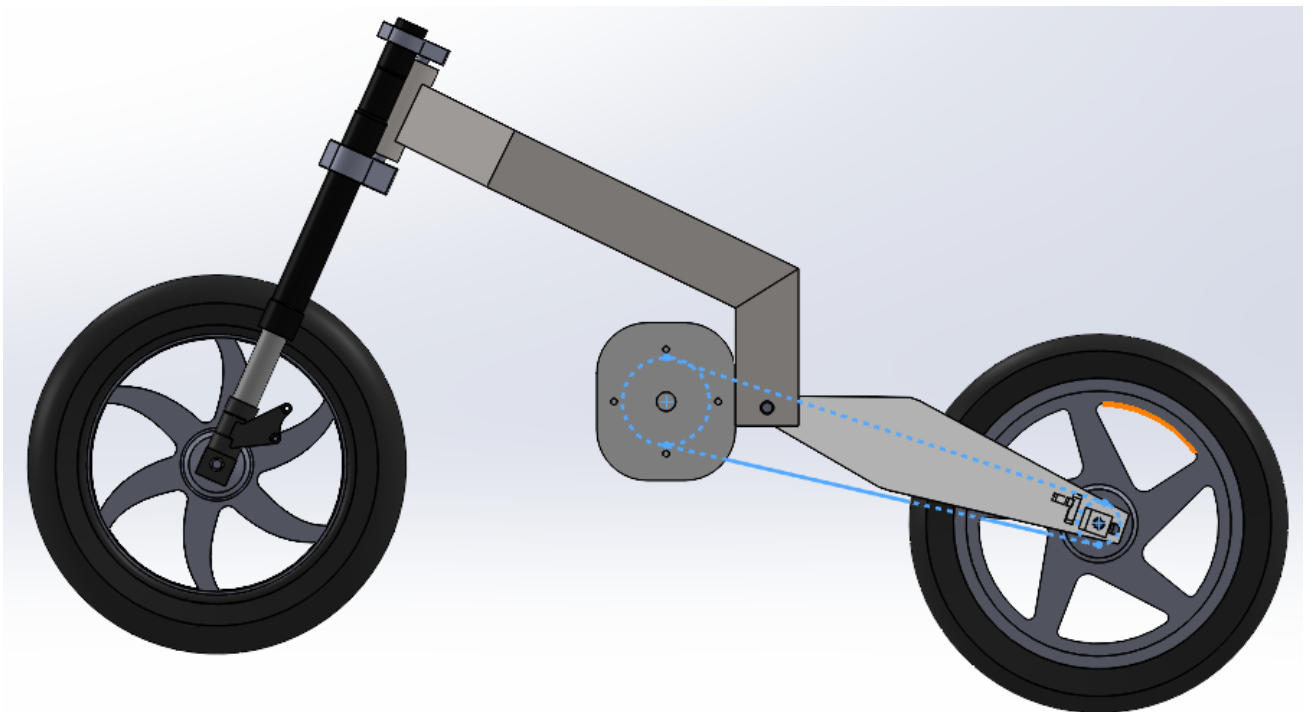


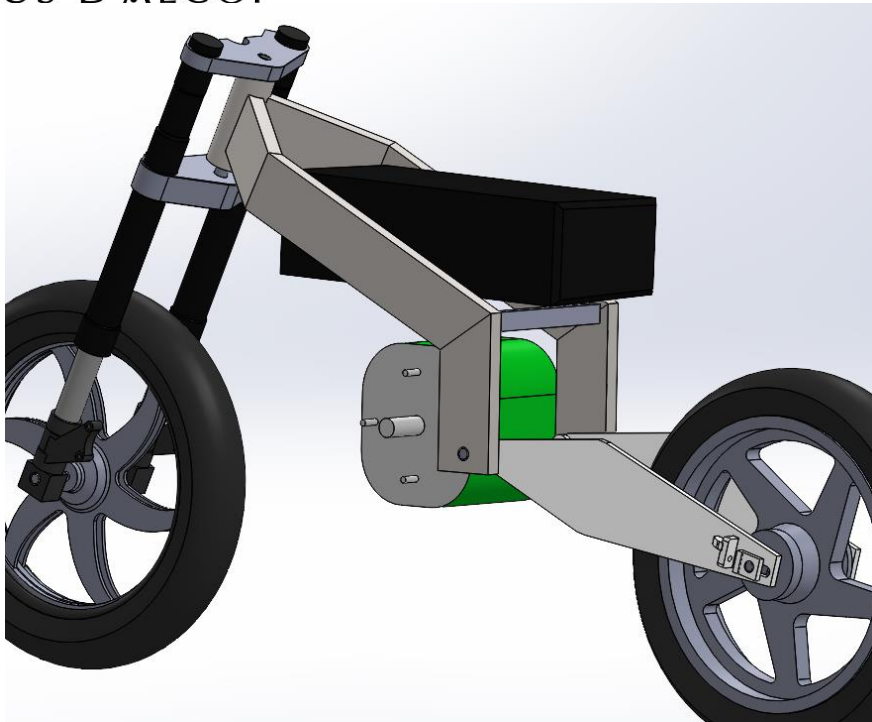
Ilustración 23: Posicionamiento del motor

El siguiente elemento y el que mayores problemas dió fue el bloque de baterías. Con sus 38 kg y su volumen surgieron múltiples inconvenientes que dieron paso a múltiples posibles posiciones. La primera para darle estabilidad al cajón fue darle una posición horizontal. Pero el único espacio disponible para esta posición era sobre el motor y posicionar el bloque de baterías tan arriba conllevaría un centro de masas demasiado alto para nuestro proyecto, además de chocar con el espacio pensado para el piloto.



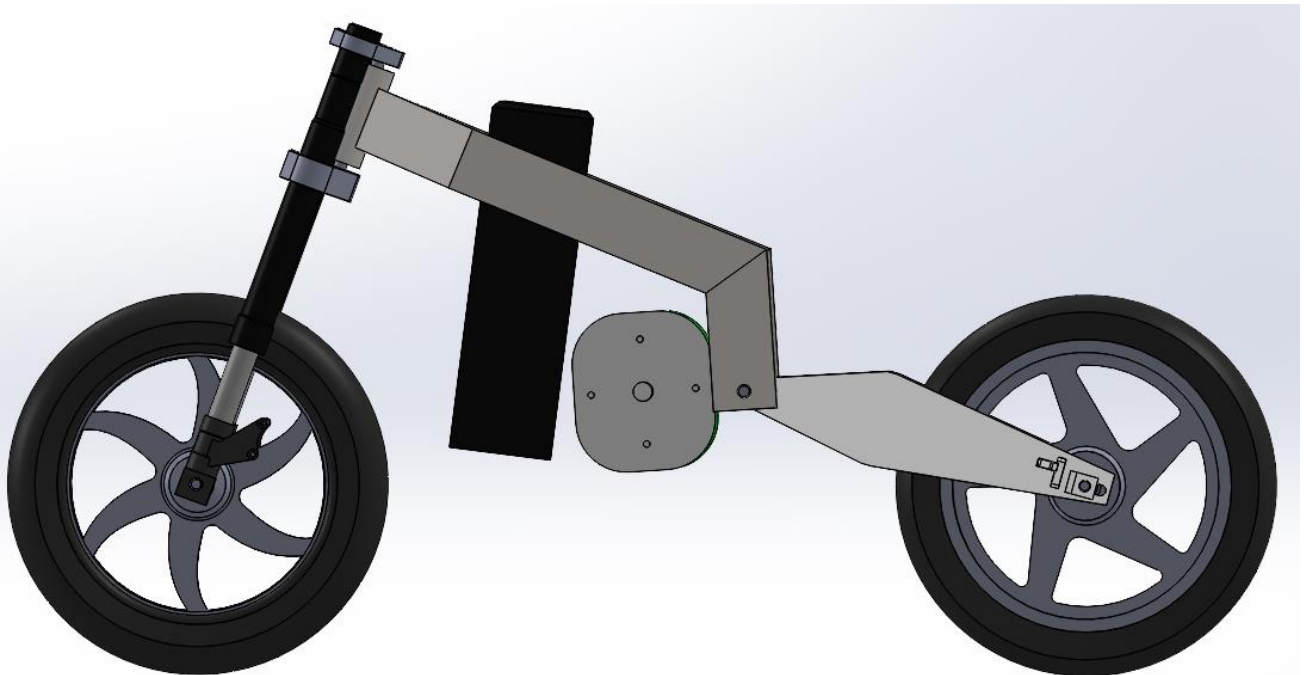
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



Il·lustració 24: Prueba de posició de les bateries

Después de pasar por un gran número de opciones me decanté por una posición más vertical, provechosa para el centro de masas y sin que contradiga los requisitos anteriormente comentados.



Il·lustració 25: Posició final de les bateries



CAMPUS D'ALCOI

Y por último se pasa a decidir la posición del controlador. Siendo un componente ligero y relativamente pequeño su posición no supone una decisión demasiado vital para las prestaciones de la moto, al contrario que el bloque de baterías. Dada su longitud concreta longitud, sus anclajes atornillados en las esquinas y el calor que producirá durante su uso se posiciona sobre el chasis de forma perpendicular.

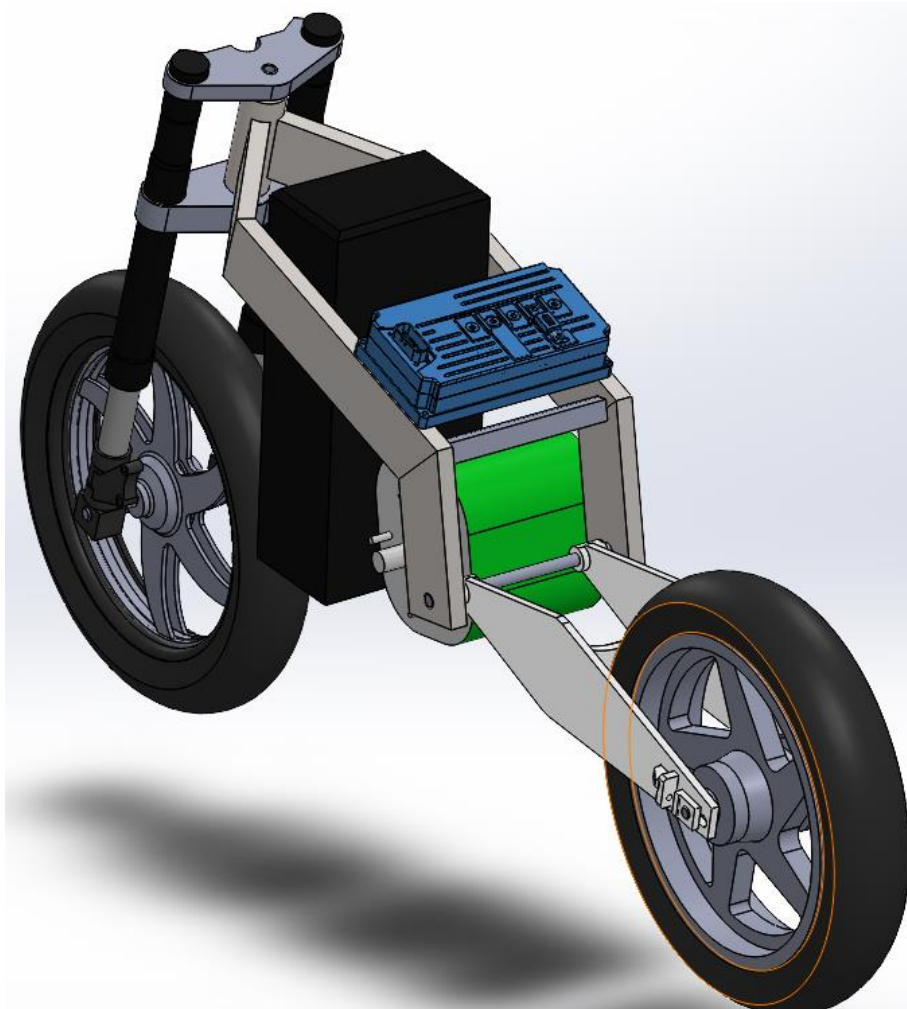


Ilustración 26: Posición final del controlador



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

ANCLAJES



CAMPUS D'ALCOI

Una vez obtenida la posición de los componentes toca pensar en como lograr que mantengan dicha posición sin alterar demasiado el peso de la moto y el resto de las prestaciones.

Motor:

En el caso del motor sus anclajes van a tener que resistir a tres fuerzas principalmente, dos de ellas al igual que el resto de los componentes, pero una exclusiva de este.

- El peso, 20 kg de forma continua.
- La fuerza de inercia, variable durante toda la carrera debido a aceleraciones y frenados. Para esta fuerza en este componente (y en el resto de igual forma, pero cambiando la masa) he sobreestimado un poco las capacidades de la moto para así asegurar la eficacia de los anclajes.

Entendiendo que la moto sea capaz de llegar de 0 a 100 km/h (27,78m/s) en unos 4 segundos se revela una aceleración máxima de 6,94 m/s².

$$a = \frac{\text{velocidad}}{\text{tiempo}} = \frac{27,78 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} = 6,945 \text{ m/s}^2$$

Y multiplicando la aceleración por la masa del elemento (20kg en este caso) nos da una fuerza de inercia máxima de 138,9 N.

$$F = m * a = 20 \text{ kg} * 6,945 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 138,9 \text{ N}$$

- Y, por último, una fuerza exclusiva del motor y la mayor de todas a soportar por los anclajes. La fuerza resultante al transmitir este el par motor por la cadena a la rueda trasera. Y, al igual que la fuerza anterior, para asegurar la fiabilidad del diseño se usó el par máximo para el cálculo de esta fuerza.

Con los 95 N/m de par máximo y los 5 cm de radio de piñón se obtienen unos nada despreciables 1900 N que seguirán la dirección de la cadena.

Para este elemento era obvio usar los 4 anclajes roscados en la parte delantera de los que consta. Y dada su posición descentrada no hubo forma de anclarlo al chasis directamente.

Para solucionar esta complicación se optó por añadir dos vigas soldadas al chasis. Una sobre el motor que soportara la carga vertical del peso y otra entre el soporte del basculante y la viga de soporte de la amortiguación trasera para soportar las fuerzas horizontales propias de la aceleración durante el arranque y las frenadas. Para poder abaratar costes y facilitar su fabricación se seleccionó un perfil de construcción cuadrado de 70x40x5 mm. Y con uniones soldadas.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

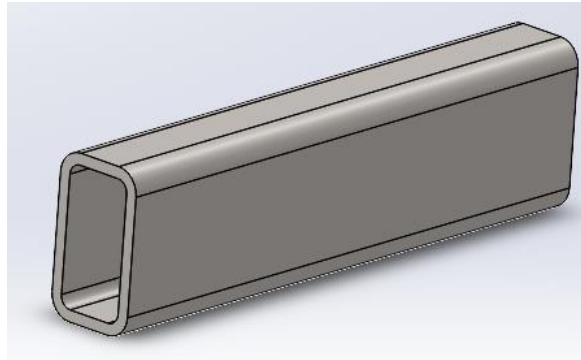


Ilustración 27: Viga de anclaje del motor

Y soldada a estos una chapa con cinco perforaciones a la que iría sujeta el motor, cuatro para los soportes y una central para dejar pasar la transmisión central.

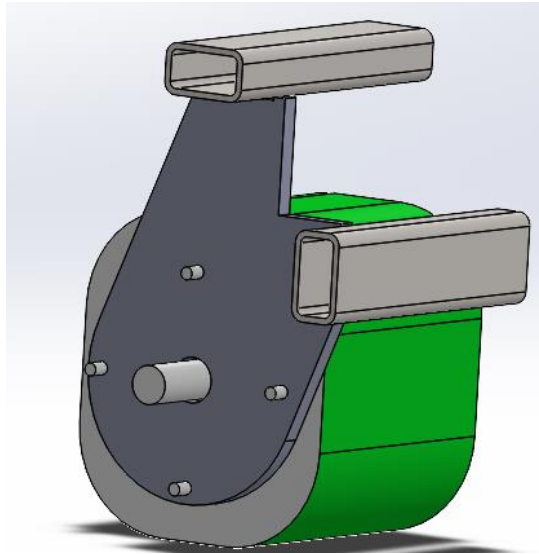


Ilustración 28: Vista provisional del anclaje del motor

Y aunque en teoría este modelo de anclaje cumplía con los requisitos una vez se pudo entrar en el taller, después de las complicaciones propias de seguridad a causa del COVID-19, con la intención de comprobar en persona su posición surgió el siguiente problema.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



Ilustración 29: Amortiguación trasera

Haciendo un posicionamiento global de los componentes sobre el chasis me percaté que la barra para la sujeción lateral del motor interfiere con la amortiguación trasera. Teniendo así que realizar un rediseño del anclaje.

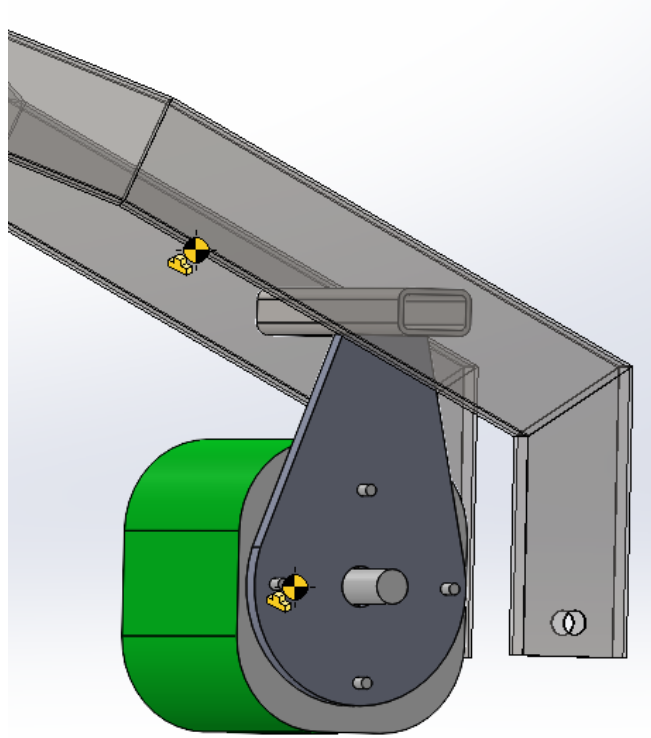


Ilustración 30: Nuevo anclaje del motor

Al suprimir la barra lateral el anclaje quedó algo inestable y la idea de dejar la mayor parte del cuerpo del motor “volando” seguía sin ser lo más adecuado.

Para solucionarlo se creó una “cuna” de chapa metálica soldada a ambas patas del chasis, de esa forma solucionando el problema de la interferencia entre componentes de la anterior barra y ganando una sujeción a lo largo de todo el cuerpo del motor y no solo en las cuatro sujeciones principales.

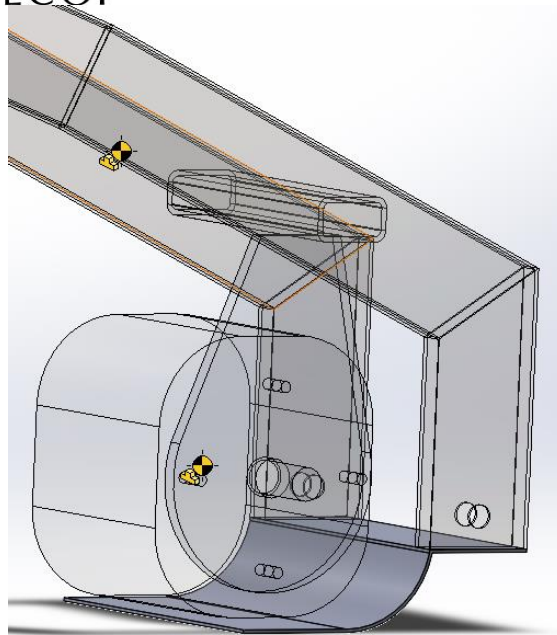


Ilustración 31: Anclaje inferior del motor

Posteriormente, una vez hecho el ensamblaje total de la moto recorté la superficie entre las vigas del chasis para no interferir con el movimiento del basculante, dejando además un margen de seguridad y reduciendo material y, por tanto, también peso. Siendo la siguiente si diseño final.

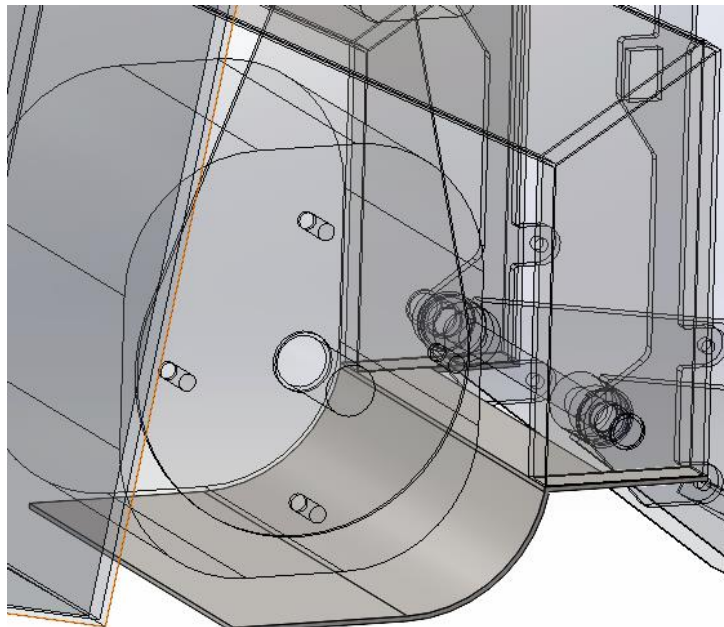


Ilustración 32: Anclaje inferior del motor rediseñado

Tras las simulaciones este diseño también fue desechado, ya que la cuna daba demasiada rigidez al chasis y no llegaba a trabajar adecuadamente.

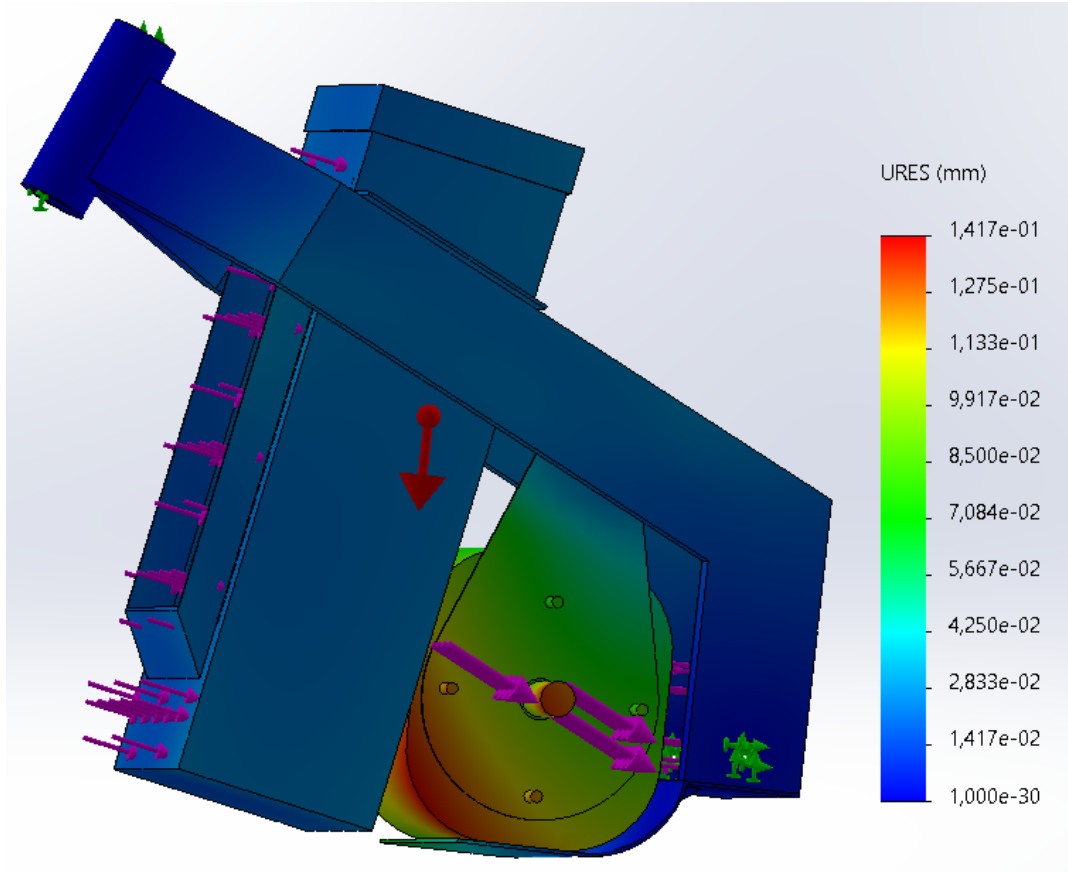


Ilustración 33: Desplazamientos

Tras este segundo error seguía siendo necesario un anclaje que sujetase la parte trasera del motor para evitar que se torciese. No se podía usar un anclaje fijo como en la parte delantera ya que si no el motor quedaría atrapado entre ambos y permitir un acceso fácil a los componentes es un punto principal en este proyecto.

Se optó por un anclaje desmontable. Que se acoplara a la forma trasera del motor e incluso que usara la geometría de este para asegurar la sujeción. Para ello se observó la parte trasera del motor.

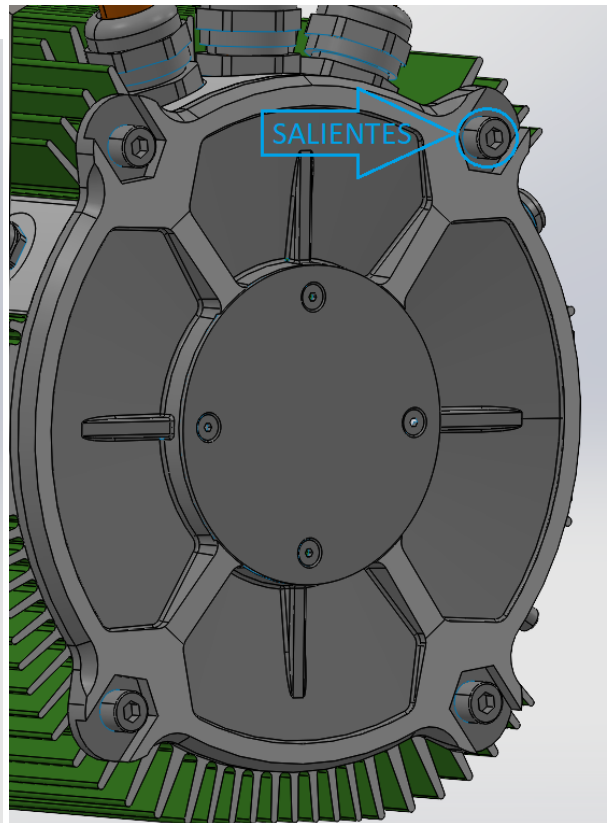
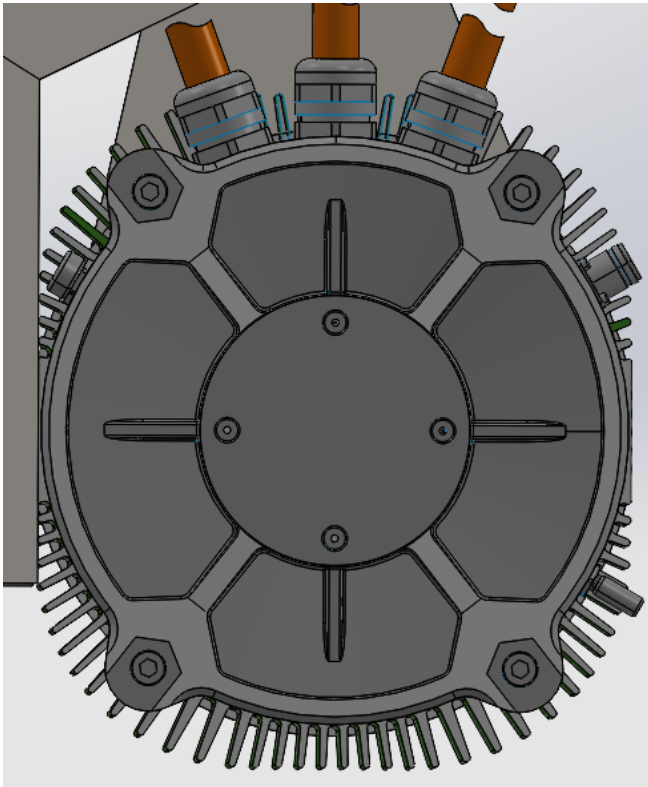


Ilustración 34: Parte trasera del motor

Para que el nuevo anclaje trasero encajase, como si de piezas de lego se tratara, se le diseñó unos acoples para los cuatro salientes del motor que este tiene en sus diagonales. Quedando como se ve en la siguiente imagen.

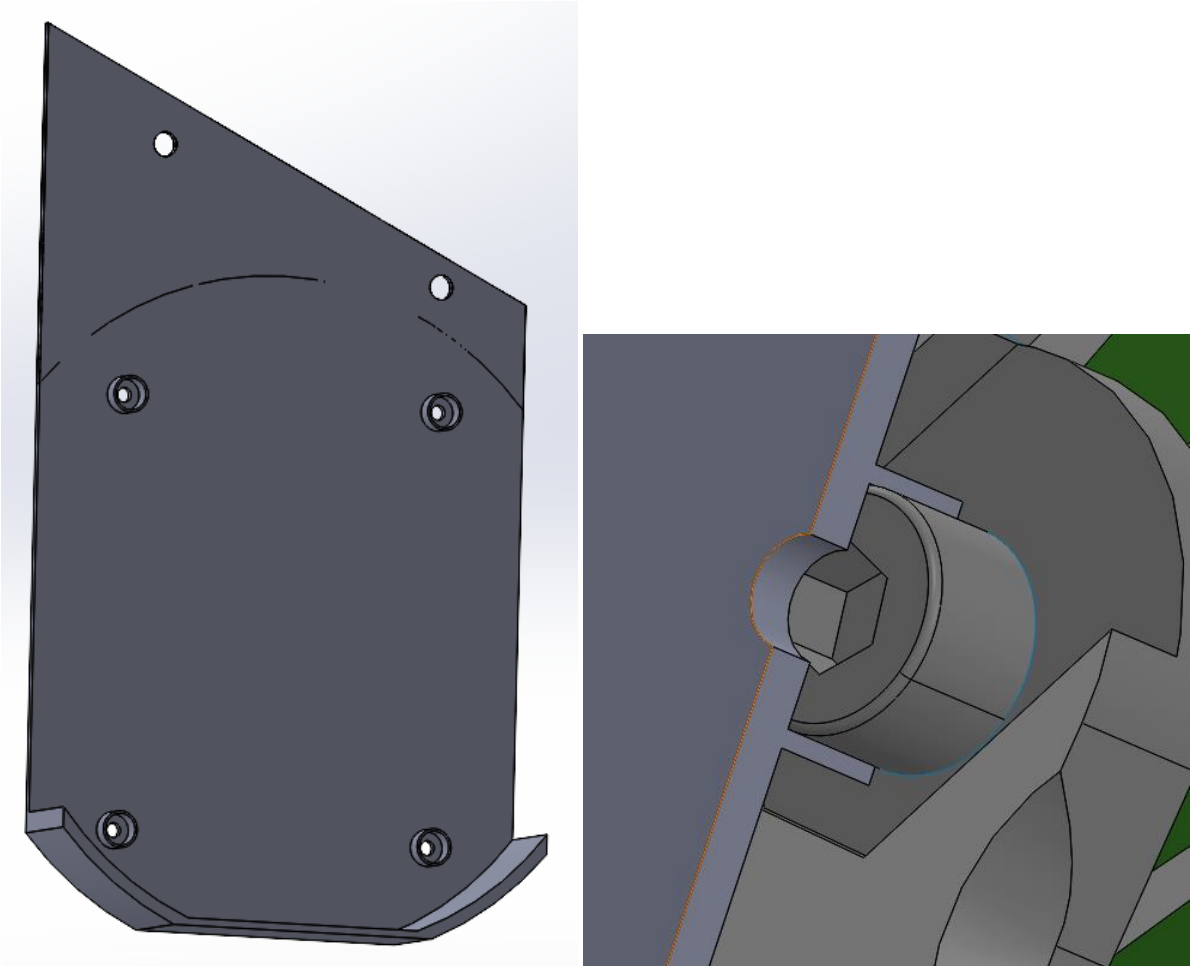


Ilustración 35: Anclaje trasero motor

Los agujeros que estos tienen se han pensado para unos pasadores extraíbles que asegurasen una sujeción también interior. A diferencia con la cuna descartada este anclaje desmontable sujeta adecuadamente la parte trasera del motor, no interfiere con ningún otro componente y no afecta a la rigidez del chasis.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

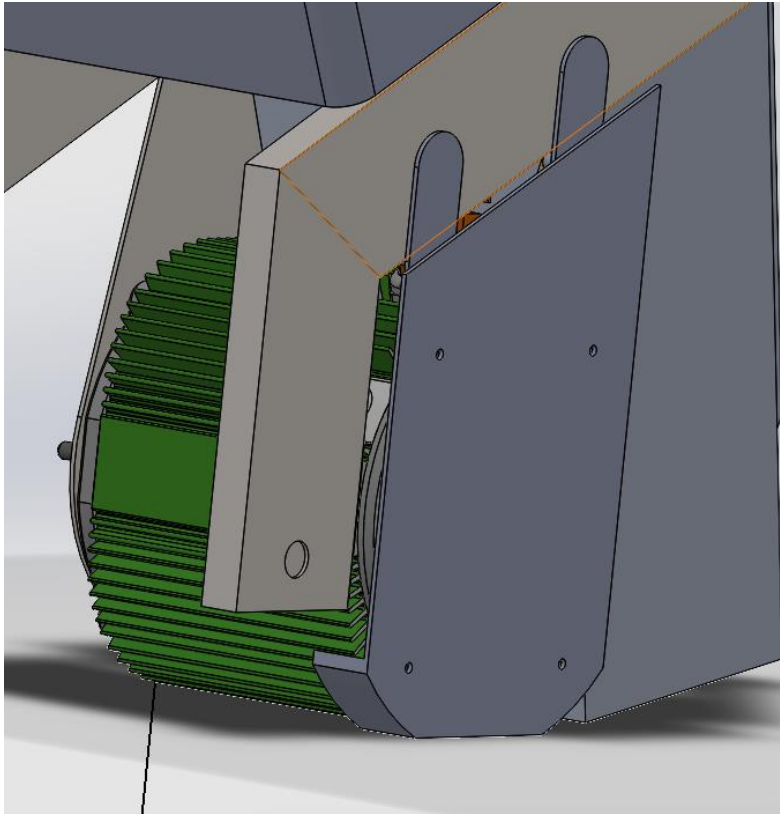


Ilustración 36: Anclaje trasero motor ensamblado

Baterías:

Para las baterías dada la futura necesidad de manipularla sería importante poder acceder a ella de forma fácil. También teniendo en cuenta el peso y su forma prismática rectangular me inspiré en diseños de baterías de modelos actuales. Con una forma de cajón vertical que asegure las baterías y al que sea fácil acceder.



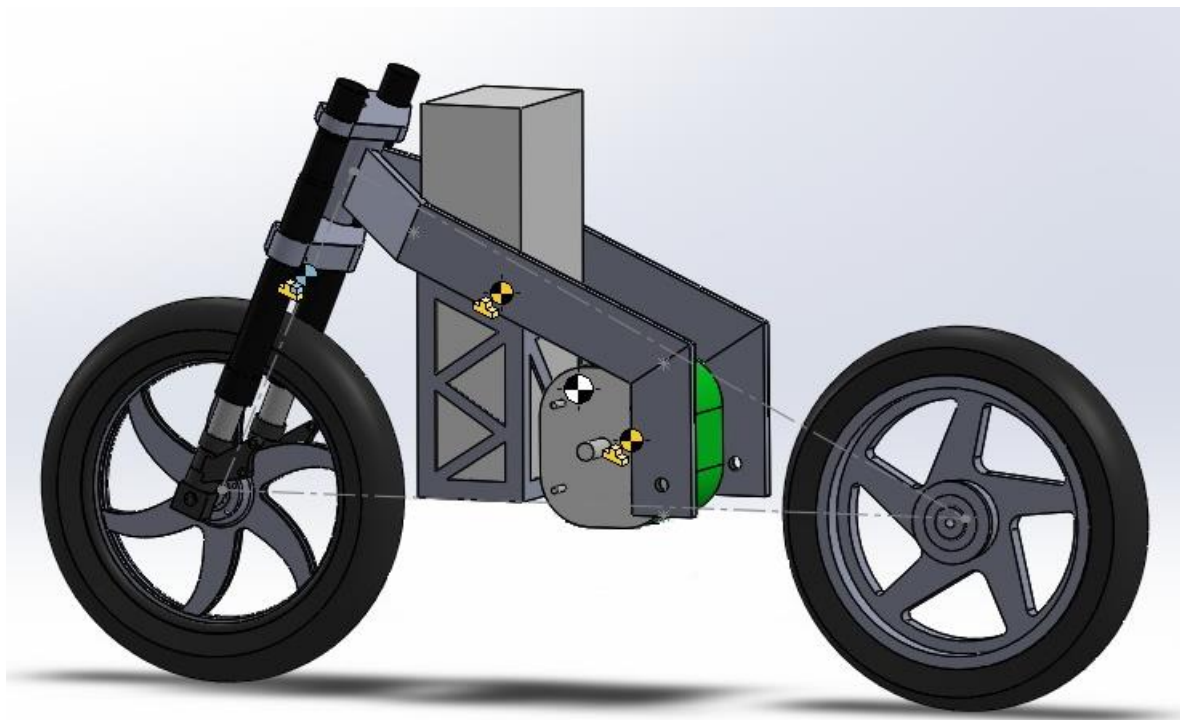
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI



Il·lustració 37: Baterías en una moto actual

Al inicio y para ahorrar material y de esa forma peso en el Proyecto el anclaje de las baterías se iba a basar en cuatro perfiles en L por las aristas del bloque y uniones en zigzag entre ellas.



Il·lustració 38: Anclaje de las baterías provisional



CAMPUS D'ALCOI

Pero debido a la prueba de agua en la que se pondrá a prueba su impermeabilidad esta idea quedó descartada y sustituida por un cajón completamente cerrado. Sin olvidar que un factor importante de este anclaje será la refrigeración de las baterías, para mitigar el calor durante su uso usando el continuo rozamiento con el aire en la carrera y para dejar escapar los posibles gases nocivos procedentes de las baterías.

Para solucionar esta disyuntiva entre la impermeabilidad y la refrigeración hallé la solución de usar en la parte delantera del receptáculo un filtro de partículas impermeable para filtrar el aire entrante y asegurar el bienestar de las baterías ante agua, polvo, tierra y otras posibles sustancias.

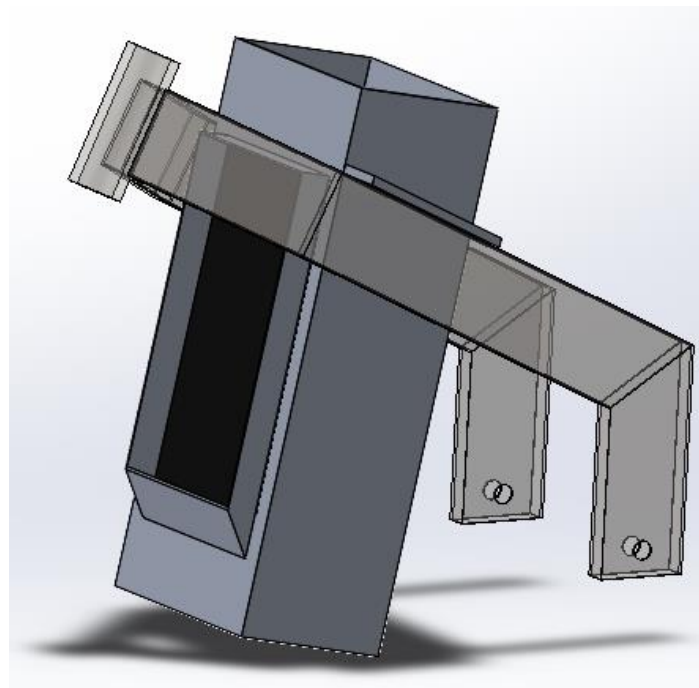


Ilustración 39: Anclaje de las baterías final

Este cajón cuenta con paredes de 3mm y dos alerones de 10mm soldados al chasis que aseguren la sujeción de las baterías en todo momento.

Controlador:

Para aprovechar la disipación del posible calor generado por el controlador y su longitud idónea para este chasis se ha colocado de forma horizontal para atornillarlo con las cuatro sujeciones con las que cuenta en las esquinas de su base. Situándose encima del motor conseguimos no estorbar la manipulación del resto de elementos además de su cercanía tanto al motor como a la batería, haciendo así más sencillo su manejo para el apartado eléctrico.

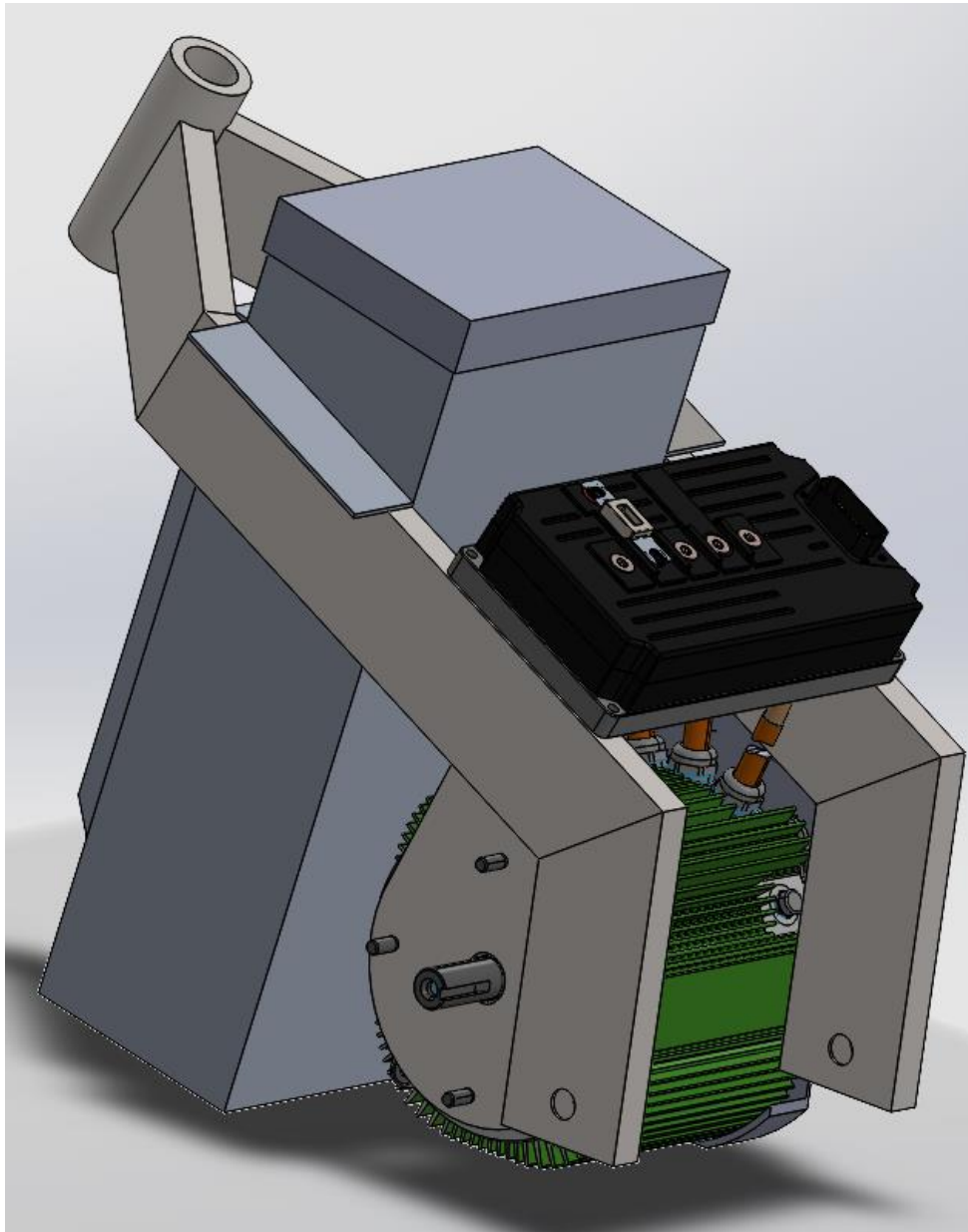


Ilustración 40: Posición anclada del controlador

Pro último recalcar que el espesor tanto del cajón de baterías como de los anclajes del motor están sobredimensionados y más adelante según el proyecto vaya evolucionando se reducirán para reducir el excesivo peso innecesario de estos.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

ENSAYOS



Una vez diseñada la disposición y los anclajes, se procede a realizar el ensamblaje y los ensayos de los componentes para ver cómo se comportarán y su fiabilidad. Para analizar las tensiones, deformaciones y desplazamientos se ha usado una herramienta del SolidWorks llamada Simulation y una para simular un túnel de viento con la herramienta FlowSimulation.

La forma para proceder a analizar los ensayos son los siguientes:

1. Crear el ensamblaje en SolidWorks en el apartado de Modelo.
2. Asignar en el apartado de simulación un análisis estático.
3. Definir material de cada sólido

El programa cuenta con archivos de diversos materiales y su información característica para no tener que meter los datos de cada material, aun así podríamos introducirlos si fuese el caso.

4. Asignar relaciones entre los componentes, uniones rígidas, bisagras, etc.
5. Colocar las cargas

En este caso serían la gravedad, la fuerza de la cadena del motor y las fuerzas de inercia en cada elemento.

6. Mallado

Dependiendo de la calidad del mallado se crearán más nodos y con esta más precisión en los cálculos pero también más tiempo de ejecución. Para el motor y el controlador me he visto obligado a diseñar elementos más simples, ya que los modelos con geometrías muy complejas dificultan el mallado sin ser importantes para el estudio.

7. Simulación de los resultados

Una vez hecho el mallado se procede a los cálculos, donde se observarán las deformaciones, desplazamientos y tensiones.

Tensiones de Von Mises y a los desplazamientos unitarios se observa que las zonas que más sufren son los orificios del chasis donde se soporta el pasador del basculante, siendo esta la zona de sujeción en esta simulación. Pero en ningún caso superando el límite elástico ni significando un problema para el futuro comportamiento del proyecto.

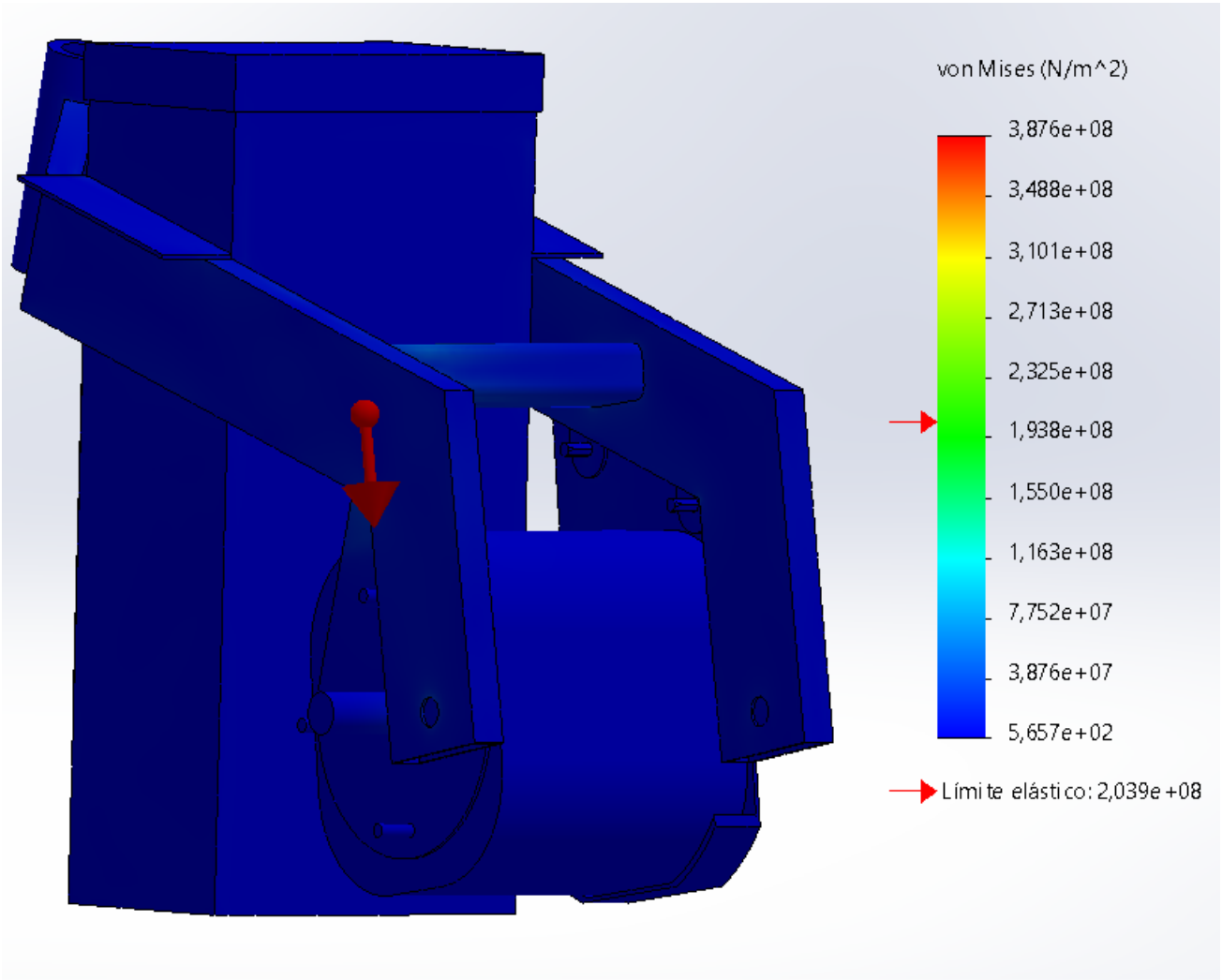


Ilustración 41: Tensiones de Von Mises

Y en cuanto a la deformación debido a la fuerza sometida por la cadena el motor es el elemento con mayor desplazamiento. Pero nada que ponga en peligro la integridad del proyecto ya que el mayor desplazamiento no alcanza las dos decimas de milímetro.

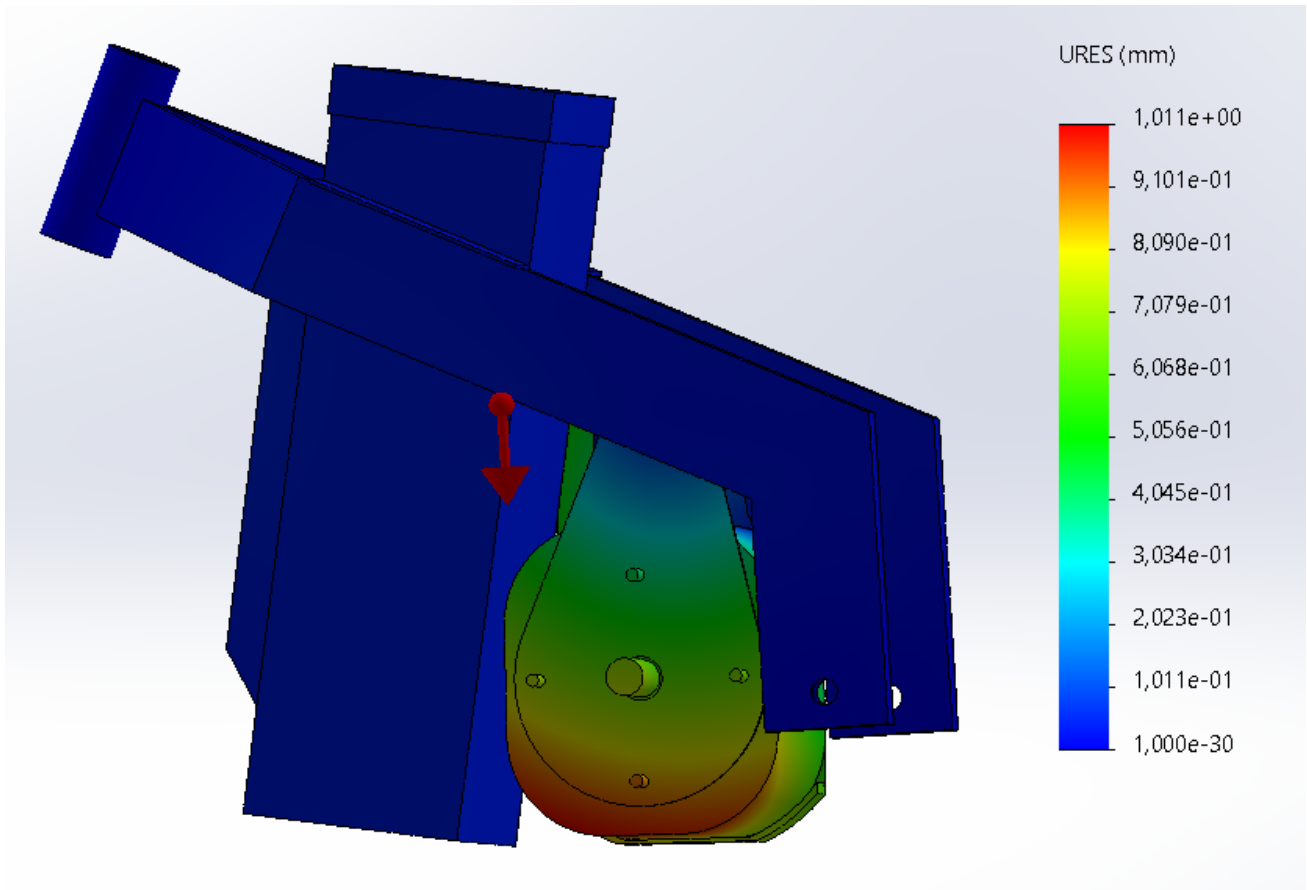


Ilustración 42: Desplazamientos

Para ver como el ensamblaje se comportaría de forma aerodinámica el programa cuenta con una herramienta llamada Flow Simulation. Que usandolo nos hacemos una idea de como actuaría el aire a través de la moto una vez puesta en marcha, a pesar de faltar todo el carenado de la moto que sin duda reduciría la fricción con el aire. En las siguientes imágenes vemos una representación de la trayectoria del aire mediante líneas y otra mediante vectores.

En la primera se puede observar el remolino creado sobre el controlador, un efecto que el carenado corrige.

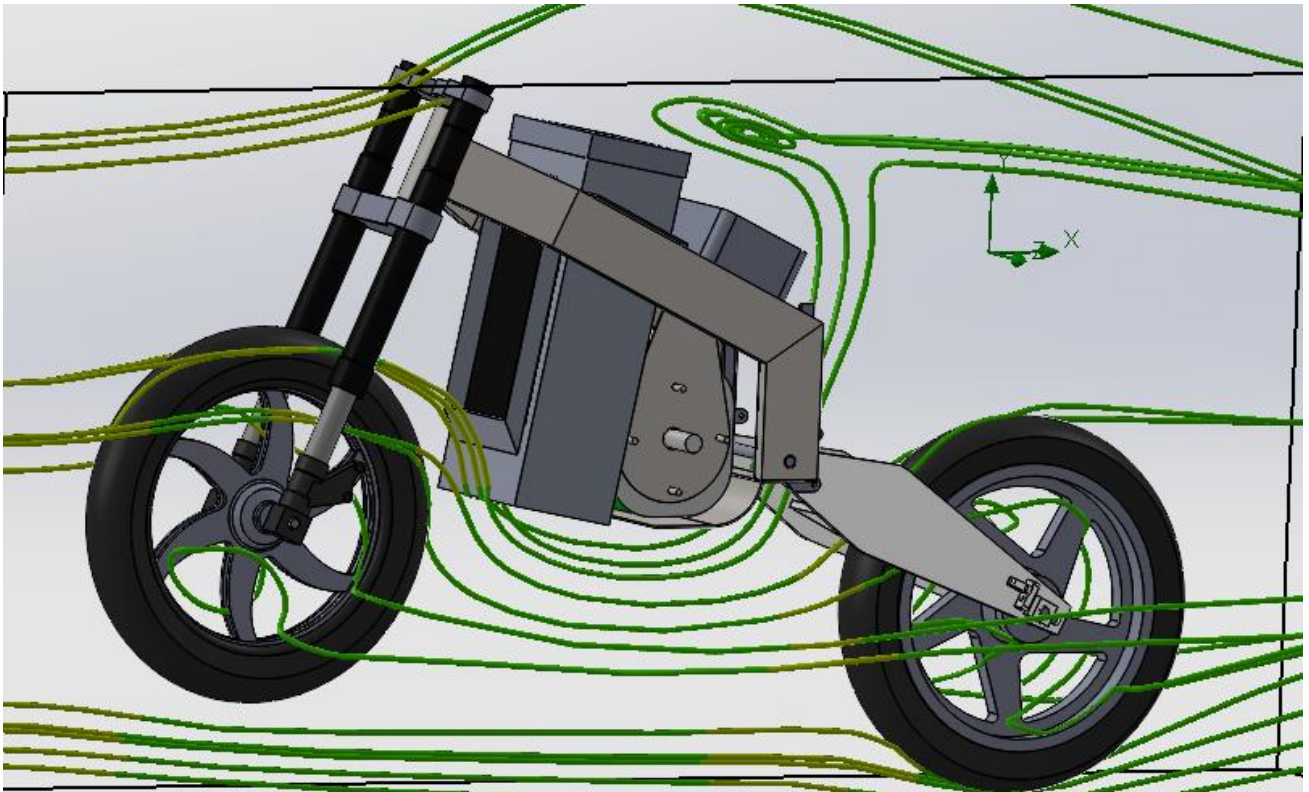


Ilustración 43: Aerodinámica con líneas

Y en la segunda se puede observar como inciden los vectores del viento directamente sobre la ventana de refrigeración de las baterías, ayudando a estas con su refrigeración.

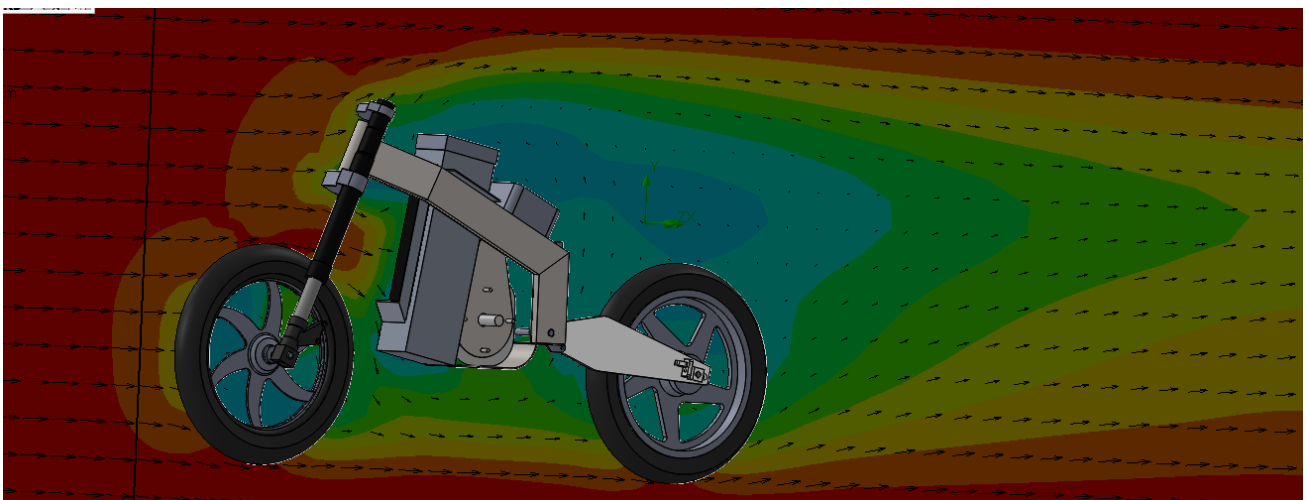


Ilustración 44: Aerodinámica con vectores



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

PRESUPUESTO



CAMPUS D'ALCOI

El presupuesto contará del coste del material para los anclajes y cajón de las baterías además del precio de la mano de obra de la fabricación y del acople entre ellos.

También se tiene en cuenta al tratarse de un proyecto individual esto encarece el precio final ya que al no tratarse de una fabricación en serie muchas empresas directamente se niegan a fabricarlo por no tratarse de un proyecto de mayores dimensiones y menos competitivo. Por suerte al final se pudo llevar a cabo y obtener un presupuesto mediante la empresa Tecnomecanica Ferrer, S.L. En la siguiente tabla se resumen:

Además de la fabricación de los anclajes y del contenedor de baterías que se han comentado en este proyecto se le han sumado al presupuesto ajustes sobre el chasis, referentes al futuro carenado y refuerzos que se han visto necesarios.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	IMPORTE
PLACAS DE F1 317 X 205 X 3 CON AGUJEROS DE ANCLAJE MOTOR A BASTIDOR CON TUBO DE ACERO ESTRUCTURAL DE 70 X 40 X 5.	2	190,00	380,00
FABRICAR ESCUADRAS PARA REFUERZO DE SUBCHASIS	1	250,00	250,00
FABRICAR Y SOLDAR DOS PESTAÑAS DE ACERO EN TUBO DE 70 X 40 PARA AMARRE DEL AMORTIGUADOR	1	120,00	120,00
HACER SOLDADURAS VARIAS EN CHASIS SEGUN MONTAJE	1	250,00	250,00
FABRICAR ENGANCHES Y SOLDARLOS EN CHASIS PARA SUJECCION CARENADO	1	215,00	215,00
REFUERZO DE PIPA DIRECCION CON PLETINAS Y SOLDADURA A CHASIS	1	230,00	230,00
FABRICAR CONTENEDOR DE BATERIAS	1	340,00	340,00
TOTAL BRUTO		1785,00	
I.V.A.....21%		374,85	
TOTAL FACTURA		2159,85	



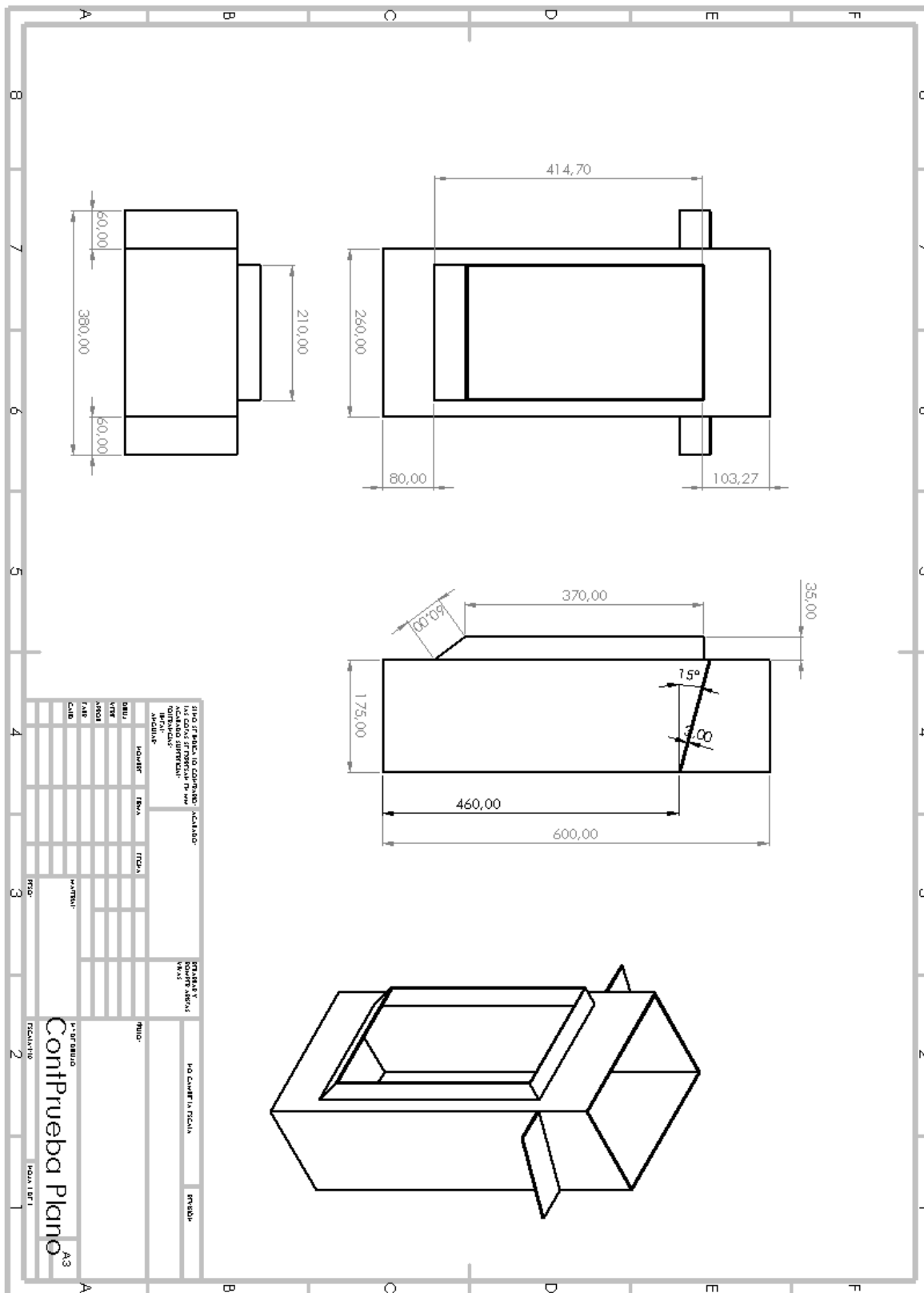
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

PLANOS



Plano 1: Formato A3. Contenedor de baterías.

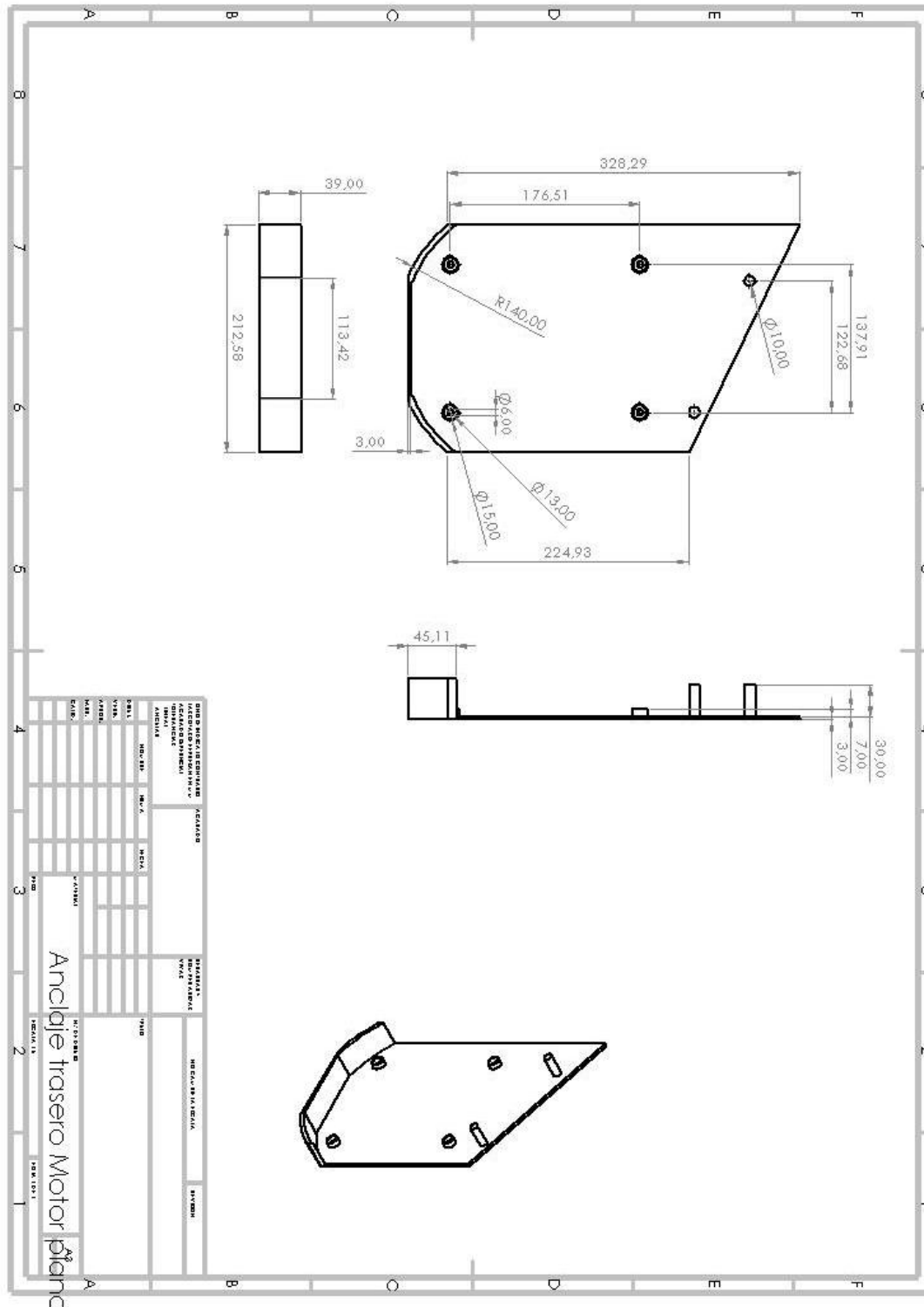




UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

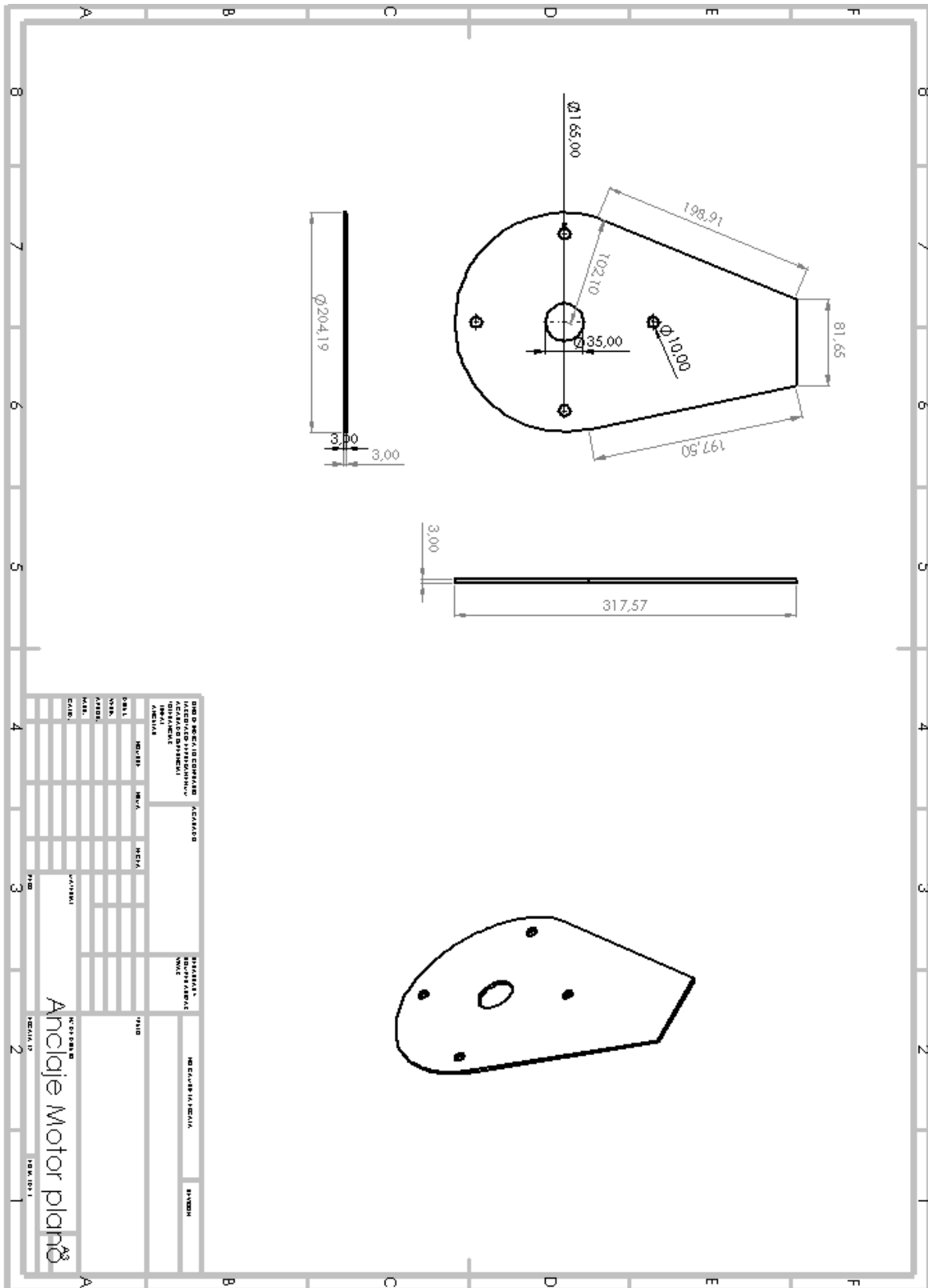
Plano 2: Formato A3. Anclaje trasero del motor.





CAMPUS D'ALCOI

Plano 3: Formato A3. Anclaje frontal del motor

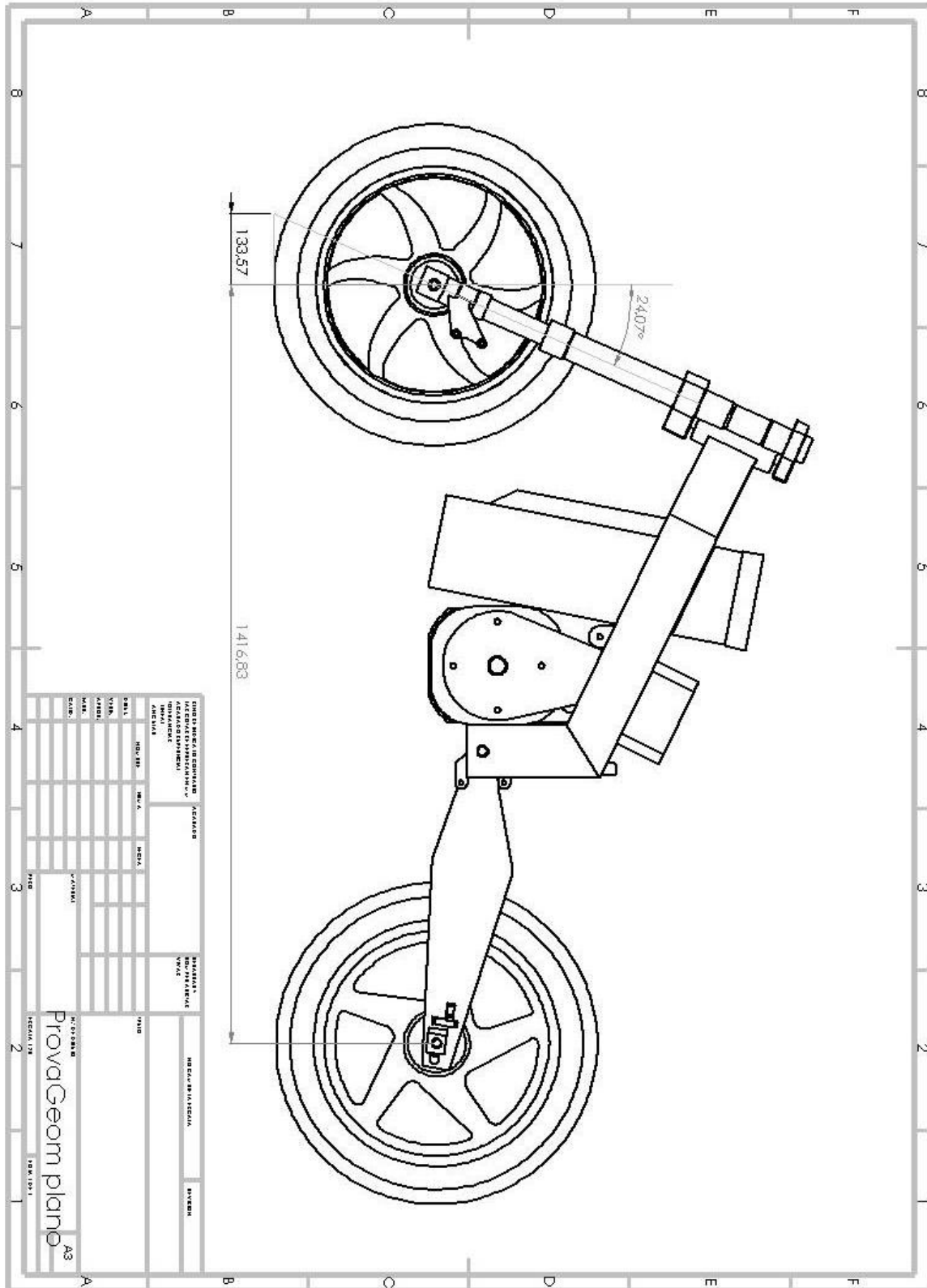




UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Plano 4: Formato A3. Ensamblaje total





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

CONCLUSIONES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

En el presente trabajo se ha descrito de manera clara los requisitos dimensionales y las prestaciones que deberá superar el prototipo para ser aceptado por la competición Motostudent.

Se ha realizado el proceso de diseño basándose en los elementos previamente seleccionados utilizando el programa SolidWorks, facilitado por la universidad.

Este diseño se ha centrado en la mejor distribución de los principales elementos; motor, bloque de baterías y controlador. Así como en los anclajes necesarios para mantener esta distribución. El diseño se ha basado en la geometría del chasis, fabricado con anterioridad, y en las características físicas y requisitos de los elementos también seleccionados previamente.

De manera teórica se ha calculado la fuerza realizada por la cadena del motor al transmitir el par máximo, así como las fuerzas de inercia que sentirán los elementos. Posteriormente empleando ensayos con el programa mediante análisis estático se ha visualizado como se comportarían los elementos sometidos a dichas fuerzas.

Finalmente se realiza una serie de estimaciones de diferentes presupuestos para obtener de manera orientativa cuanto costaría el coste aproximado de fabricación de estas piezas.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

BIBLIOGRAFIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y LINKOGRÁFICAS

- Motorcycle Dynamics de Vittore Cossalter
- Motocicletas Comportamiento dinamico y diseño de chasis de Tony Foale

Páginas web sobre una introducción a vehículos eléctricos:

<http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/baterias-y-vehiculoelectrico>

<https://steemit.com/steemschools/@juanpablo420/la-evolucion-de-las-motocicletas-electricas>

<http://blogmilady5.blogspot.com/2017/05/motoelectrica.html>

<https://www.electricbike.com/>

Controlador

<http://www.sevcon.com/products>

Figuras CAD

<https://grabcad.com/library>

Estudio sobre cualidades de una moto

<https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/geometria-de-la-motocicleta#:~:text=En%20la%20geometr%C3%ADa%20de%20la,el%20tren%20delantero%20al%20chasis.>

<https://super7moto.com/directorio/escuela-de-conduccion/articulos/14990-afecta-la-altura-del-centro-de-gravedad-de-una-moto-al-angulo-de-inclinacion.html#:~:text=Las%20fuerzas%20que%20hacen%20que,las%20que%20levantan%20la%20moto.&text=Por%20lo%20tanto%2C%20subir%20el,velocidad%20de%20paso%20de%20curva.>