



UNIVERSITAT
JAUME•I

UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

***ESTUDIO, DIMENSIONADO Y VALIDACIÓN
DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y TRACCIÓN DE
UNA MOTOCICLETA ELÉCTRICA DE
COMPETICIÓN***

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTORA

Cristina Tomás Gil

TUTOR

Lluís Monjo Mur

Castellón de la Plana, 7 de Septiembre de 2020

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer el apoyo de mi padre y mis amigos durante la carrera y en la realización de este trabajo.

Por supuesto, quiero agradecer a todos los integrantes de UJI ELECTRIC RACING TEAM por el apoyo y por las ganas de querer seguir adelante con el proyecto a pesar de todos los contratiempos que han ido apareciendo.

Por último, a mi tutor Lluís Monjo por toda la dedicación, ayuda e interés que ha puesto durante este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE ABREVIATURAS	8
I.MEMORIA	12
II.ANEXOS.....	36
III.PLANOS	76
IV.PRESUPUESTO	82
V.BIBLIOGRAFÍA.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:FOTOGRAFIA MOTOR ENGIRO	18
FIGURA 2:ESQUEMA DE PROPULSIÓN DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO	20
FIGURA 3:GRÁFICO DE DENSIDAD DE ENERGÍA POR MASA Y VOLUMEN	21
FIGURA 4: CLASIFICACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS	23
FIGURA 5:TIPO DE CONECTORES VE	27
FIGURA 6: ESQUEMA DE COMPONENTES PRINCIPALES SISTEMA ELÉCTRICO	29
FIGURA 7: RENDER PROTOTIPO UJIERT	30
FIGURA 8: MONTAJE BATERÍAS	31
FIGURA 9: ESQUEMA TÍPICO DEL IMD	33
FIGURA 10: TIPO DE CONEXIÓN CASO D CONEXIÓN DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO LIGERO	33
FIGURA 11:REPRESENTACIÓN PARA RITMO POR VUELTA 2,5 MIN	44
FIGURA 12:REPRESENTACIÓN PARA RITMO POR VUELTA 4 MIN	46
FIGURA 13:CELDAS EN SERIE	48
FIGURA 14:CELDAS EN PARALELO	48
FIGURA 15:GRÁFICA RESPUESTA INTENSIDAD A RITMO 2,5 MIN A 110V	52
FIGURA 16:GRÁFICA RESPUESTA INTENSIDAD A RITMO 2,5 MIN A 96V	53
FIGURA 17:GRÁFICA RESPUESTA INTENSIDAD A RITMO 4 MIN A 110V	55
FIGURA 18:GRÁFICA RESPUESTA INTENSIDAD A RITMO 4 MIN A 110V	55
FIGURA 19: TABLA PARA LA SELECCIÓN DE CABLE	57

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS MOTOR ENGIRO	19
TABLA 2: TABLA COMPARATIVA DE BATERÍAS	22
TABLA 3: COMPARATIVA BATERÍA ION LITIO Y LITIO POLÍMERO	22
TABLA 4: COMPARATIVA CONTROLADORES	23
TABLA 5: COMPARACIÓN DE MOTORES	25
TABLA 6: LISTADO MATERIAL	29
TABLA 7: CARACTERÍSTICAS BATERÍA UJIERT	30
TABLA 8: CABLEADO FINAL PROTOTIPO	32
TABLA 9: PROTECCIONES FINALES DEL PROTOTIPO	32
TABLA 10: CARACTERÍSTICAS PARA EL DIMENSIONADO DEL ACUMULADOR	41
TABLA 11: RESULTADOS PARA RITMO POR VUELTA 2,5 MIN	44
TABLA 12: RESULTADOS PARA RITMO POR VUELTA 4 MIN	46
TABLA 13: RESULTADO DE CONSUMOS DEL ACUMULADOR	47
TABLA 14: CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS	47
TABLA 15: CARACTERÍSTICAS RESTRICTIVAS DE LA BATERÍA	47
TABLA 16: TABLA DE LAS DIFERENTES CONFIGURACIONES POSIBLES	49
TABLA 17: CARACTERÍSTICAS PARA LA OBTENCIÓN DE LA RESPUESTA DEL MOTOR	50
TABLA 18: RESULTADOS RESPUESTA DEL MOTOR EN INTENSIDAD 2,5 MIN	52
TABLA 19: RESULTADOS RESPUESTA DEL MOTOR EN INTENSIDAD 4 MIN	54
TABLA 20: CARACTERÍSTICAS DE LOS TRAMOS DE CABLEADO	56
TABLA 21: CARACTERÍSTICAS MODIFICADAS DE LOS TRAMOS DE CABLEADO	58
TABLA 22: SECCIONES EN LOS TRAMOS OBTENIDOS POR EL CRITERIO DE INTENSIDAD ADMISIBLE	59
TABLA 23: CÁLCULO DE SECCIONES POR EL CRITERIO DE TENSIÓN	59
TABLA 24: SECCIONES EN LOS TRAMOS FINALES	60
TABLA 25: PRESUPUESTO DEL MATERIAL	84
TABLA 26: PRESUPUESTO DE LA MANO DE OBRA	85

ÍNDICE ABREVIATURAS

Abreviaturas	Significado
I+D+i	Investigación Desarrollo e innovación
UJIERT	UJI ELECTRIC RACING TEAM
AT	Alta Tensión
BT	Baja Tensión
STBT	Sistema de tierra de baja tensión
T_{nom}	Par nominal
P_{nom}	Potencia nominal
n_{nom}	Velocidad nominal
I_{nom}	Intensidad nominal
U_{nom}	Tensión nominal
$f_{el_{nom}}$	Frecuencia eléctrica nominal
BMS	Battery Managment System
Pb-aire	Batería plomo acido (Lead Acid)
Ni-Cd	Batería níquel cadmio
Ni-MeH	Batería níquel-metal hidruro
Li-Pol	Batería Litio Polímero
Li-Ion	Batería de Ion de Litio
TRIB	Tramo Inversor Baterías
TRMI	Tramo motor Inversor
TRID	Tramo Inversor Display
TRLT	Tramo Luz trasera
V	Tensión
ω_{max}	Velocidad angular máxima en el motor
P_{max}	Potencia máxima
I_{mot}	Inercia de la motocicleta

rel_{mr}	Relación motor rueda
M_{piloto}	Masa piloto
ρ	Densidad aire
g	Gravedad
S_c	Superficie central
S_f	Superficie frontal
C_x	Coefficiente de resistencia aerodinámico
C_r	Coefficiente de rodadura
r	Radio rueda
M_t	Masa total
$Z_{piño}$	Numero de dientes piño
Z_{corona}	Numero de dientes corona
v_{maxpc}	Velocidad máxima en el punto critico
v_{max}	Velocidad máxima en rueda
v_{maxm}	Velocidad máxima motor
ω_r	Velocidad angular rueda
I_{pro}	Inercia prototipo
I_{ln}	Inercia llanta neumático
E	Energía
P	Potencia
t	Tiempo
h	Altura del circuito
SI	Sistema Internacional
I_z	Intensidad máxima admisible del conductor
I_b	Intensidad transportada por la línea
VE	Vehículo eléctrico
RBT	Reglamento Baja Tensión
rel_{m}	Relación rueda motor

I_n	Intensidad asegura el funcionamiento del dispositivo de protección
V_T	Tensión total
I_T	Intensidad total
ω_m	Velocidad angular motor
U_{AC}	Tensión corriente alterna
S	Sección del cable

I. MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

I.1 INTRODUCCIÓN	16
I.2 OBJETIVOS	16
I.3 ALCANCE.....	17
I.4 COMPETICIÓN MOTOSTUDENT	17
I.5 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA APLICADA	18
I.5.1 Requisitos eléctricos.....	18
I.6 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	20
I.6.1 Análisis de alternativas para el acumulador	21
I.6.2 Análisis de alternativas para el controlador	23
I.6.3 Análisis de alternativas para el motor	23
I.6.4 Análisis de alternativas para el cargador.....	26
I.7 COMPONENTES ADOPTADOS	28
I.7.1 Acumulador	30
I.7.2 Controlador.....	31
I.7.3 Motor	31
I.7.4 Cableado y protecciones.....	32
I.7.5 Cargador	33
I.8 PROCESO DE VALIDACIÓN Y PRUEBAS AL PROTOTIPO	34
I.10 CONCLUSIONES	35
I.11 TRABAJOS FUTUROS	35

I.1 Introducció

La primera constancia que se tiene de motocicletas eléctricas en el mundo es en 1860 con las primeras patentes. Tras ello se fueron desarrollando más hasta que en 1992 fue cuando ya se empezaron a vender al público. El gran boom de estos vehículos vino en 2007 cuando marcas comerciales empezaron a distribuir motocicletas eléctricas al mercado con un precio competitivo. Desde ese momento la venta y popularidad se ha ido generalizando.

El aumento de ventas de este tipo de vehículos ha sido ocasionado en gran medida por las restricciones que se han estado tomando en la circulación de vehículos de combustión en grandes ciudades, ya que estos tienen un gran índice de contaminación, por este motivo las motocicletas eléctricas son la mejor alternativa para esta situación. Dado que no contaminan in situ, son silenciosas y no necesitan mucho espacio para estacionarse. En las motos de competición se dedica mucha inversión en I+D+i, por lo que es el cultivo para patentes que luego se pueden implantar en las motocicletas de calle.

El presente Trabajo Final de Grado se ha obtenido del prototipo que participara en la competición que se disputara en el circuito de MotorLand Aragón, en Alcañiz (Teruel), España. Esta se realiza cada dos años por estudiantes universitarios, que tienen todo ese tiempo para diseñar y fabricar sus prototipos; cuenta con dos categorías Petrol y Electric. El primer prototipo de UJI ELECTRIC RACING TEAM participo en la edición de 2015/2016 de MotoStudent en la categoría eléctrica. El equipo consiguió el tercer mejor puesto de diseño y tercer puesto en carrera. La edición en que participo el anterior equipo fue la primera a nivel mundial que incorporo motos eléctricas a la competición. Fue en el 2019 cuando se añadió a MotoGP la categoría eléctrica, Moto E.

El equipo de esa edición se disolvió y nadie lo relevo para la próxima edición, es por esto por lo que el equipo no participó en la edición anterior. El equipo actual de UJIERT participará en la VI Edición, que corresponde a los años 2019/2020. Pero debido a la situación del COVID la carrera se ha tenido que aplazar de la fecha que había prevista y se realizará en el 2021.

I.2 Objetivos

El objetivo del proyecto es realizar el estudio, dimensionado y validación del sistema eléctrico y tracción de una motocicleta eléctrica de competición.

I.3 Alcance

Este proyecto es aplicable directamente a las motocicletas eléctricas de competición, en concreto todos los estudios se realizarán para el prototipo de UJI ELECTRIC RACING TEAM. Por lo que todos los datos de diseño necesarios para el estudio serán los del prototipo que participará en la VI Edición de MotoStudent.

Por tanto, el alcance del proyecto será el estudio de los diferentes componentes eléctricos que compondrán el prototipo. Para ello se estudiará el tipo de baterías, motores, controlador, cargador y cableado adecuados teniendo en todo momento presente la normativa de la organización.

I.4 Competición MotoStudent

La Competición Internacional MotoStudent es un reto entre equipos de estudiantes universitarios procedentes de todo el mundo dentro del ámbito del motociclismo que tiene lugar en el circuito de MotorLand Aragón. La competición cuenta con dos Fases: Fase MS1 y Fase MS2. Ambas son evaluadas para finalmente dar el premio al mejor prototipo.

La Fase de MS1 es un proyecto donde se refleja la evolución del prototipo por parte de cada equipo. Este se deberá presentar ante la organización y jurado, tanto de forma escrita como en modo de presentación. Antes de realizar la siguiente fase al prototipo se le realizan diferentes pruebas de verificación como prueba de cargas sobre la moto y comprobación de frenos. En la categoría eléctrica también se comprobará el dispositivo de vigilancia de aislamiento, medición de aislamiento eléctrico, prueba del circuito de desconexión y una prueba de lluvia.

La Fase MS2 engloba todas las pruebas que se hacen a la motocicleta en el circuito para evaluar el comportamiento dinámico y sus prestaciones. Estas pruebas son de frenado, una gymkhana, prueba de aceleración, seguir un ritmo constante en pista y por último la carrera. Esta consta de 6 vueltas además de la vuelta de calentamiento, vuelta de honor y regreso al parque cerrado.

La competición suministra como punto de partida para la motocicleta piezas de obligada implantación en los prototipos, que en el caso de las MotoStudent Electric son:

- Motor eléctrico.
- Dispositivo Vigilante de aislamiento (IMD BENDER).
- 1 juego de neumáticos slick delantero y trasero.
- Pinzas y bombas de freno.

I.5 Disposiciones legales y normativa aplicada

Las disposiciones legales y normativa aplicada a la motocicleta son las que establece la organización de MotoStudent [1]. También se tendrán en cuenta las diferentes normas que atañen a las diferentes partes de la motocicleta.

I.5.1 Requisitos eléctricos

Los requisitos de diseño los marca la normativa, a continuación se definen los principales requisitos eléctricos recogidos en esta.

I.5.1.1 Requisitos eléctricos aspectos generales

En los circuitos eléctricos si tienen una diferencia de potencial mayor que 40 V, formará parte del sistema de Alta Tensión (AT) del prototipo. Por debajo de esa tensión, será considerado como parte del sistema de Baja Tensión (BT). La tensión máxima permitida del sistema AT será de 126 V, este sistema estará formado por todas las piezas eléctricas que forman parte del motor, controlador, acumulador o cualquier parte eléctrica conectada a ellos. El sistema de tierra de baja tensión (STBT) deberá ser un sistema BT, es decir, de una tensión inferior a 40 V. Todos los sistemas tendrán que estar aislados galvánicamente.

I.5.1.2 Requisitos eléctricos del motor

El motor es proporcionado por la organización, se trata de un motor síncrono de imanes permanentes de la marca ENGIRO.

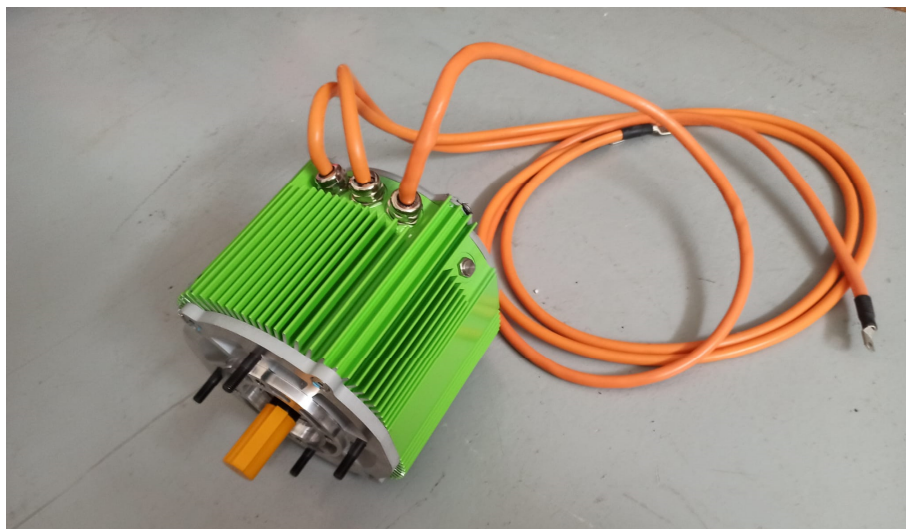


Figura 1:Fotografía motor ENGIRO Fuente: Elaboración Propia

Tiene las siguientes características nominales:

Característica	Nomenclatura	Valor	Unidad
Par	T_{nom}	22	Nm
Potencia	P_{nom}	13	kW
Velocidad	n_{nom}	5720	rpm
Corriente entre fases	I_{nom}	156	A
Tensión en la batería	U_{nom}	96	V
Frecuencia eléctrica	$F_{el,nom}$	381	Hz
Factor de potencia	$\cos(\varphi)$	0,75	

Tabla 1: Características motor ENGIRO

El motor se entrega precintado y queda prohibida su manipulación. Para configurar la demanda de par o velocidad del motor es obligatorio el uso de un potenciómetro acelerador.

I.5.1.3 Requisitos eléctricos almacenamiento de energía

La organización permite cualquier tipo de batería exceptuando las baterías de sal fundida, baterías térmicas, y las pilas de combustible. La tensión suministrada máxima en los bornes del acumulador será de 126 V. Las baterías han de estar controladas por el sistema de gestión de baterías (Battery Management System-BMS). Este se encargará de leer la tensión y la temperatura de las celdas. Las celdas del acumulador tendrán que instalarse en el interior de un contenedor o cárter de baterías. Cada cárter de baterías deberá incluir en su interior al menos un fusible.

I.5.1.4 Requisitos eléctricos controlador motor

El controlador del motor es el dispositivo de hardware que controla la velocidad y el par de un motor eléctrico. Este pertenece al circuito de AT y puede integrar una parte del circuito de BT. Se permite la utilización de cualquier tipo de controlador comercial. El software de control del motor es de configuración libre, pudiendo implementar distintos mapas de gestión.

I.5.1.5 Requisitos eléctricos recarga de acumuladores

Están permitidos todo tipo de cargadores cuya potencia nominal sea menor o igual a 22 kW nominales, con un máximo de 32 A nominales en red trifásica. La conexión a la red podrá ser del tipo monofásica (230 V, 50 Hz) o trifásica (400 V, 50 Hz).

I.5.1.6 Requisitos eléctricos cableado y aislamiento

Todas las partes metálicas del prototipo que puedan llegar a conducir la electricidad por estar a menos de 100 mm de los circuitos de AT o de STBT deben conectarse a la masa del prototipo. Los cables o conductores pertenecientes al sistema AT deberán ser de color naranja y no combustibles grado UL-94 V0, FAR25 o equivalente. La Organización suministrará dentro del Kit MotoStudent un vigilante de aislamiento (IMD) BENDER para garantizar el correcto aislamiento eléctrico entre el AT y el chasis del prototipo.

I.6 Análisis de alternativas

Como bien se ha explicado en el punto anterior se ha de partir de los requisitos que impone la organización. Es por esto por lo que tras detallarlos se pasa a analizar el esquema de propulsión típico de un vehículo eléctrico (Figura 2). En el vehículo el acumular se encarga de ser la fuente de energía del sistema de propulsión. A continuación, se tiene el controlador que es el que se encarga de unión entre el resto de los elementos del sistema tanto transmitiendo energía como información. Es por esto por lo que es el centro del sistema de propulsión. El último elemento del sistema es el motor, que es el encargado de la propulsión del prototipo.

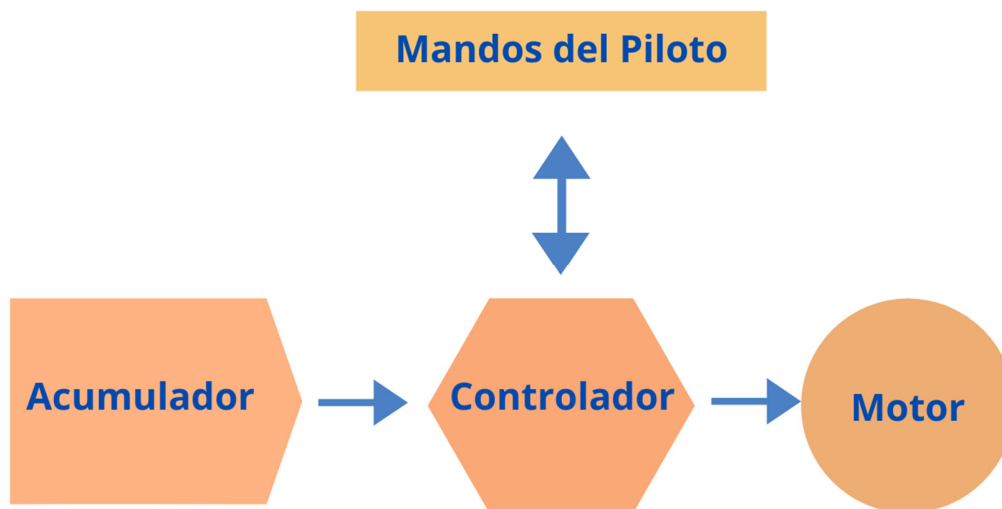


Figura 2: Esquema de propulsión de un vehículo eléctrico Fuente: Elaboración propia

En este tipo de sistemas se ha de tener en cuenta el correcto dimensionado de todas las partes. Dado que el acumulador si es demasiado pequeño no tendrá casi autonomía, en cambio si es demasiado grande aumentara su coste y peso, con lo que necesitara el vehículo más fuerza de arrastre para funcionar a las mismas prestaciones. Es por esto que el acumulador se ha de dimensionar según el uso que se le vaya a dar al vehículo.

I.6.1 Análisis de alternativas para el acumulador

Dado las restricciones de la normativa, la tecnología que se utilizara para el acumulador serán baterías, este es un dispositivo que utiliza reacciones electroquímicas reversibles, por lo consiguiente es un dispositivo recargable. Para determinar las opciones óptimas para el acumular se han buscado que tipos de tecnologías hay en el mercado.

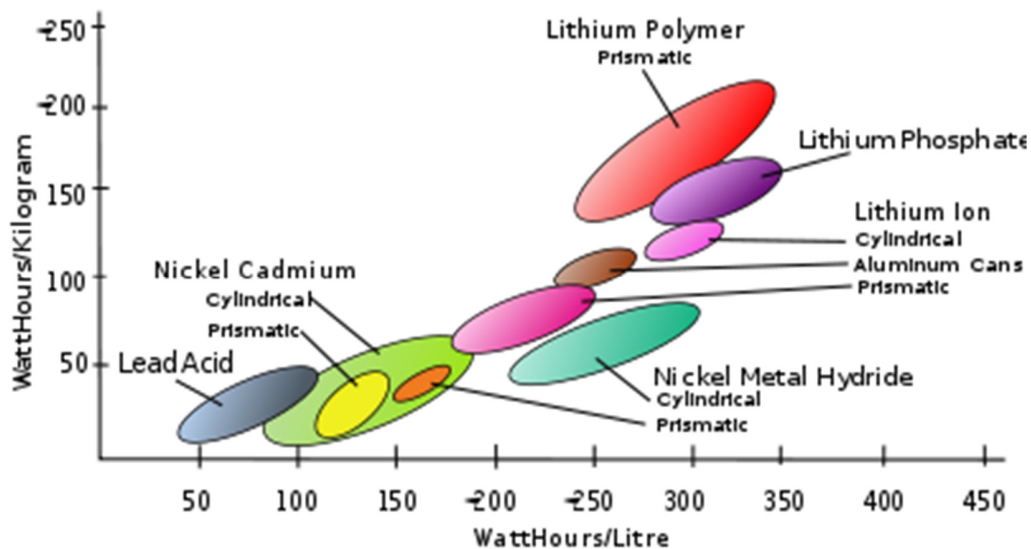


Figura 3: Gráfico de densidad de energía por masa y volumen Fuente:[2]

En la Figura 3 se puede observar diferentes tipos de baterías recargables representadas en función de su tamaño y peso en función de la energía que son capaces de desarrollar. Seguidamente, en la Tabla 2 se pueden ver más características de algunas de las diferentes baterías que se han observado en la gráfica.

Tipo	Energía Específica (Wh/kg)	Potencia Específica (W/kg)	Rendimiento (%)	Ciclos de Vida	Coste Estimado (€/kWh)
Pb-acido	35-50	150-400	80	300-500	100 - 150
Ni-Cd	30 - 50	100-150	75	1.000-2.000	250 – 350
Ni- MeH	60 - 80	200 – 300	70	1.000-2.000	300 – 350
Li -pol	150 – 200	350	No disponible	500	300
Li-ion	80 – 130	200 – 300	>95	1.000	300 - 600

Tabla 2:Tabla comparativa de baterías

Dado las limitaciones de la normativa y las características que se ven tanto en la gráfica como en la tabla anterior, se cogen como características más importantes la energía y la potencia específica. Tras el análisis de estas características se estudiará entre las baterías de Ion de Litio y Litio Polímero. Para ello se hará un estudio detallado entre ambas tecnologías y se elegirá entre la más óptima. [3][4]

Características	Ion-Litio (Li-ion)	Litio Polímero (LiPo)
Forma	Las más habitual son circulares, pero también existen rectangulares	Dado a que están hecha con un gel electrolito es más fácil moldear su forma, pero generalmente son rectangulares
Capacidad	Desde 3 a 4,2 V	Tiene un rango de tensión muy amplio
Ciclos	Entre 300 y 1000	Entre 300 y 1000
Seguridad	Pueden sobrecalentarse hasta el punto de explotar	Permite geometrías más finas que las de Litio-ion. Se puede sacar cables de estas y no tener que soldar encima de la propia pila. Pero pueden sobrecalentarse hasta el punto de explotar
Efecto memoria	Sin efecto memoria	Sin efecto memoria
Consejos de uso	Almacenar a un 40% de la carga Conservar en un ambiente fresco alrededor de 15 °C	Almacenar a un 40% de la carga Conservar en un ambiente fresco alrededor de 15 °C
Precio	3.500 €	5.200 €

Tabla 3: Comparativa batería Ion Litio y Litio Polímero

I.6.2 Análisis de alternativas para el controlador

El controlador se encarga de diferentes funciones, una de ellas es convertir y transformar la electricidad de las baterías que está en continua a alterna para suministrarla al motor. Hay que tener en cuenta que este flujo podría ser bidireccional, por ejemplo, en el caso de que el sistema tenga frenada regenerativa. También se encarga del control del motor, dado que este transmite las órdenes que le da el piloto. Analizando las diferentes opciones que hay en el mercado se ha seleccionado entre tres tipos de controladores, Tabla 4.

Características	Sevcon Gen4 Size 6	SuperSigma2 PMS960T4	ZEVA (1000A)
Peso (kg)	4,6	6,2	4,5
Tensión máxima (V)	160	120	144
Intensidad (A)	550	200	300
Precio (€)	1.500	-	1.050,43

Tabla 4: Comparativa controladores

I.6.3 Análisis de alternativas para el motor

El motor eléctrico funciona a partir de transformar la energía de los campos magnéticos en energía mecánica, son máquinas rotatorias compuestas por un estator y un rotor. Este tipo de motores se clasifica por su alimentación, en corriente continua o en corriente alterna, como se puede ver en la Figura 4. [5]

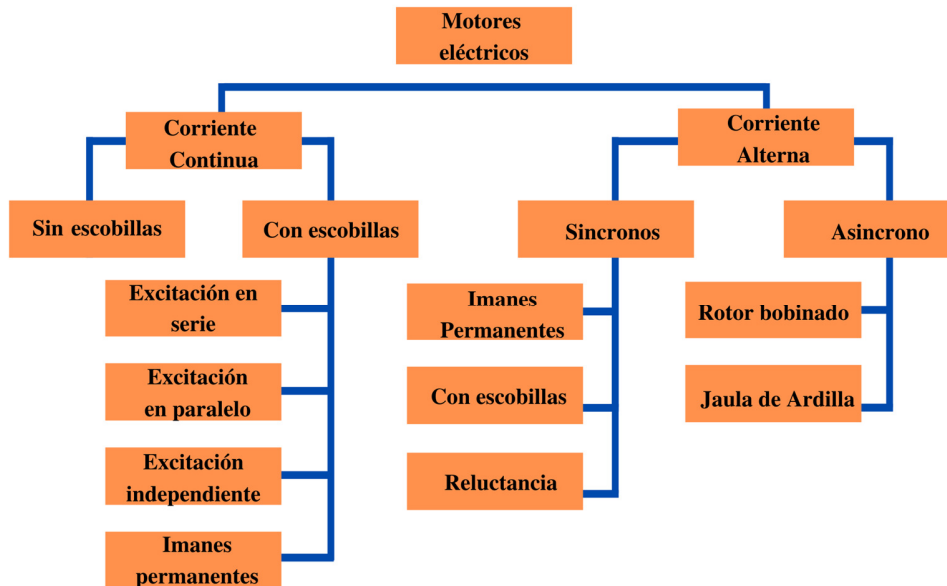


Figura 4: Clasificación Motores Eléctricos Fuente: Elaboración Propia

Tienen grandes ventajas dado su funcionamiento como que son silenciosos durante la conducción, tienen una respuesta inmediata de aceleración y un mantenimiento mecánico mínimo, esto es muy importante en los prototipos de competición dado que es un factor menos de fallo durante la carrera. Entre los fabricantes de vehículos eléctricos no hay unanimidad en cuanto al tipo de motor a utilizar en sus prototipos. Por esta razón se analizarán tres tipos de motores diferentes, aunque la competición suministre el motor. Se comprobarán primero las características de estos y después se compararán para ver cuál es el idóneo para la motocicleta de competición.

- Motor de corriente continua sin escobillas de imanes permanentes

Este tipo de máquina puede funcionar tanto como generador como motor, dependiendo de la dirección del flujo de potencia a través de la máquina. Convierte directamente la energía eléctrica en mecánica provocando un movimiento rotatorio debido a la acción de un campo magnético. Tiene un par de arranque alto, pero en igualdad de potencia sus dimensiones y peso son superiores al resto de motores. Teniendo en cuenta un gran mantenimiento y ruido dado al desgaste de las escobillas.

Hay que destacar que existe una variante del motor que es un Motor DC sin escobillas, brushless. Este tipo de motor ofrece las ventajas de un motor de corriente continua y elimina los problemas de las escobillas. Con esto se consigue que gane rendimiento en el control de potencia. Al estar alimentado en corriente continua reduce el peso del conjunto al no necesitar un rectificador de corriente, permite la instalación en la rueda del prototipo. La eficiencia de este motor es muy alta alrededor del 85%.

- Motor de corriente alterna síncrono de imanes permanentes

Como otros convertidores electromecánicos de la energía están sometidos al principio de reciprocidad electromagnética, por esta razón pueden trabajar como generadores o como motores. Este tipo de motores tienen una gran variedad de usos, algunos de sus usos son en servomotores, ascensores, submarinos y también generando electricidad a partir de energía fotovoltaica o eólica.

Este tipo de máquinas se caracterizan porque su velocidad de giro es proporcional a la frecuencia de red, al ser síncronos. Su funcionamiento es el siguiente el estator se encarga de crear un campo magnético giratorio y el rotor, donde se encuentran los imanes permanentes, gira síncronamente en el campo. Se utiliza este tipo de motor cuando se busca una velocidad constante. Este tipo de motor ofrece alto rendimiento, poco peso y tamaño.

- Motor de corriente alterna asíncrono

Basados en las máquinas asíncronas, dado que la velocidad de giro del rotor es distinta a la velocidad de sincronismo que fija la frecuencia de red. La diferencia de este tipo de maquina con las demás es que no existe corriente conducida a uno de los arrollamientos. Dado que la corriente que circula por uno de los devanados, se debe a la f.e.m. inducida por la acción del rotor, por esta razón se denominan maquinas de inducción. El rotor de este tipo de motor puede ser de jaula de ardilla o bobinado. Tienen un coste reducido además de poco ruido y vibraciones, por tanto se considera que es un tipo de motor fiable y muy eficiente. Su uso es principalmente industrial dado que trabajan a una frecuencia de alimentación constante. En este tipo de motor se puede controlar su velocidad, pero esto hace que el sistema sea mas pesado que otros. Dado esto que en el campo de la tracción eléctrica se usen más los motores de corriente continua.

Para decidir que tipo de motor es mejor para una moto eléctrica de competición se compararan los tres tipos de motores teniendo en cuenta las prestaciones necesarias para este tipo de vehículos. [6]

	Motor CC	Motor CA sincrono	Motor CA asincrono
Precio	No existen en el mercado, por su elevado precio	Alto	Bajo
Mantenimiento	Alto	Bajo	Bajo
Control	Facil	Medio	Medio
Peso	Son pesados y mas grandes que otras maquinas con la misma potencia	Pequeño tamaño para los pares altos a los que llega	Es mas compacto que las maquinas de continua
Eficiencia	85 %	98 %	90%
Disponibilidad	No hay motores disponibles para las características requeridas	Hay gran variedad de motores	Hay gran variedad de motores
Ejemplo de vehículos	Solo en prototipos	Motos de MotoE Tesla Modelo S	Peugeot iON Citroën C-Zero [7]

Tabla 5: Comparación de Motores

I.6.4 Análisis de alternativas para el cargador

Para hacer una correcta selección del cargador para el prototipo, hay que conocer los diferentes tipos de cargadores que existen en el mercado.[8][9] Se ha tenido en cuenta la normativa existente en el reglamento de baja tensión. [10] y de la norma UNE -EN 61851.[11]

I.6.4.1 Modos de carga

- Modo de carga 1: Conexión del VE a la red de alimentación de corriente alterna con una intensidad no superior a los 16 A con una tensión asignada en el lado de la alimentación no superior a 250 V de corriente alterna en monofásico o 480 V de corriente alterna en trifásico y utilizando los conductores activos y de protección.
- Modo de carga 2: Conexión del VE a la red de alimentación de corriente alterna no excediendo de 32A y 250 V en corriente alterna monofásica o 480 V en trifásico monofásicas o trifásicas. Usando los conductores activos y de protección junto con una función de control piloto y un sistema de protección para las personas, con un dispositivo de corriente diferencial entre el VE y la clavija o como parte de la caja de control situada en el cable.
- Modo de carga 3: Conexión directa del VE a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE, dónde la función de control piloto se amplía al sistema de control del SAVE, estando esté conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.
- Modo de carga 4: Conexión indirecta del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE que incorpora un cargador externo en que la función de control piloto se extiende al equipo conectado permanentemente a la instalación de alimentación fija.

Un SAVE es un Sistema de alimentación específico del vehículo eléctrico, es un conjunto de equipos montados con el fin de suministrar energía eléctrica para la recarga de un vehículo eléctrico. Incluye las protecciones de la estación de recarga, el cable de conexión y la base de toma de corriente o el conector. Este sistema permitirá en su caso la comunicación entre el vehículo eléctrico y la instalación fija.

I.6.4.2 Tipos de conexión

Además, de la clasificación en modos del punto anterior en la ITC-BT-52 existe otro tipo de clasificación según la conexión del vehículo.

- Caso A: Conexión del VE a la estación de recarga mediante un cable terminado en una clavija con el cable solidario al VE.
- Caso B: Conexión al VE a la estación de recarga mediante un cable terminado por un extremo en una clavija y por el otro un conector. En este caso el cable es un accesorio del VE.
- Caso C: Conexión del VE a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector. En este caso el cable forma parte de la estación fija.
- Caso D: Conexión de un VE ligero a la estación de recarga mediante un cable terminado en un conector, el cable lo incorpora el cargador.

I.6.4.3 Tipos de conectores

Existe gran variedad de conectores en el mercado cada uno de ellos con unas formas geométricas, potencia y modo de recarga distinto, como se puede ver en la Figura 5.



Figura 5: Tipo de conectores VE Fuente: Elaboración propia

- Conector Shuko: Conector europeo doméstico. Soporta corrientes de hasta 16 A, por lo que es un tipo de carga super lenta y lenta.
- Conector CHAdeMO: Estándar de los fabricantes japoneses y válido para cargas rápidas.
- Conector Yazaki: Conector basado en un estándar Norteamericano. Soporta corrientes de hasta 34 A y 7,4 kW, por lo que es un tipo de carga lenta y semi-rápida.
- Conector Único o Combinado (Combo 1 y Combo 2): Es un desarrollo en busca de una solución para los conectores. Permite hacer la carga semi-rápida y rápida.

- Conector Mennekes (IEC 62193): Soporta corrientes de hasta 16 A en monofásico y 63 A en trifásico, con una potencia de 3,7 kW a 44 kW. Por lo que el tipo de carga que soporta es super lenta, lenta y semi-rápida.
- Conector Scame (EV Plug-in): Permite cargas monofásicas y trifásicas, con tipo de carga semi-rápida.

I.6.4.4 Tipos de niveles de recarga

- Recarga super lenta: Potencia limitada a 2,3 kW, debido a que se limita la corriente a 10A. Se puede utilizar un conector doméstico europeo.
- Recarga lenta: Potencia de entre 3,3 a 3,7 kW. Uso para una vivienda individual o un garaje comunitario. Para una carga completa en este tipo de carga se necesitará alrededor de 8h.
- Recarga semi-rápida: En corriente monofásica de 230 V, 32 A y 8 a 14 kW, o una corriente alterna trifásica de 400 V, hasta 64 A y de 22 a 43 kW. La carga de la batería se suele realizar entre 4 y 6 horas.
- Recarga rápida: Potencia de entre 44 a 50 kW. La carga del 80 al 90 % de la batería se realiza en torno a 30 minutos. Este tipo de carga es ideada para las electrolineras.

I.7 Componentes adoptados

Tras haber analizado todas las posibilidades de las partes eléctricas de la motocicleta, se verán las soluciones que se han adaptado para el prototipo. Para ello primero de todo se verán todas las piezas eléctricas necesarias para el prototipo.

Unidades	Nombre del componente	Nombre comercial
1	Motor	Engiro 205A-04016-ABC
26P 28S	Celdas	Samsung INR18650-25R
1	BMS	Confidencial
150 piezas	Material aislante	THERMIGA© O.C.
1	Fusible (controlador)	Fusible de lengüeta centrado, SIBA, 355A, 2, gG, NH
1	Contactador de línea	ABB B30-30-00 Contactador 3P 365A 660V 220V 50Hz Bobina
1	Potenciómetro acelerador	De desguace
1	Display	Construcción propia
4 metros	Cableado HVS	Cable de Baja Tensión, SEGURFOC-331 SZ1-K (+AS), Cobre, 600 V/1000 V, 90°C
5 metros	Cableado LV	Referencia H07Z1-K NG 1
1	Interruptor General	Interruptor de llave Schneider Electric 3 Posiciones Screw,

		6 A ac, 550 mA dc, Configuración 2NO
1	Interruptor de emergencia	Seta emergencia Schneider Electric XB4BT845, NO/NC, 40mm, Pull to Reset, IP66, IP67, IP69, IP69K, Rojo, Seta, DPST,
1	Vigilante de aislamiento	IR155-3203 IR155-3204
1	Cargador	Proporcionado por MyRecarga
1	Controlador	SEVCOM Gen4 S6
1	Luz trasera	Piloto LED para Tercera Luz de Freno Fristom FT-190 LED
1	Batería para luz trasera	Batería Lipo 3500mAh 3S 25C, 11.1V - XT60
1	Interruptor para luz trasera	Interruptor de balancín, Contacto SPST, On-Ninguno-Off, 10 A a 12 V dc, Iluminado, Rojo

Tabla 6:Listado material

Con el listado de todos los componentes eléctricos se pasa a ver el esquema eléctrico de las piezas principales de UJIERT, Figura 6. En este se puede observar que se han puesto las piezas que se van a colocar en el prototipo y están descritas en la tabla anterior.

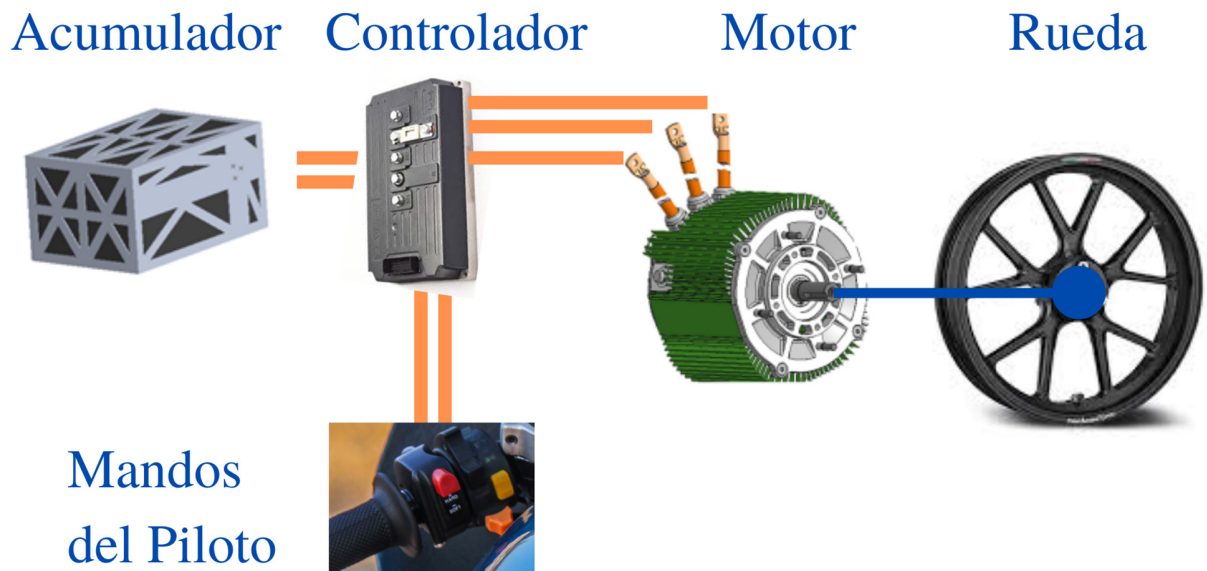


Figura 6: Esquema de componentes principales Sistema Eléctrico Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestra un render del prototipo, Figura 7.

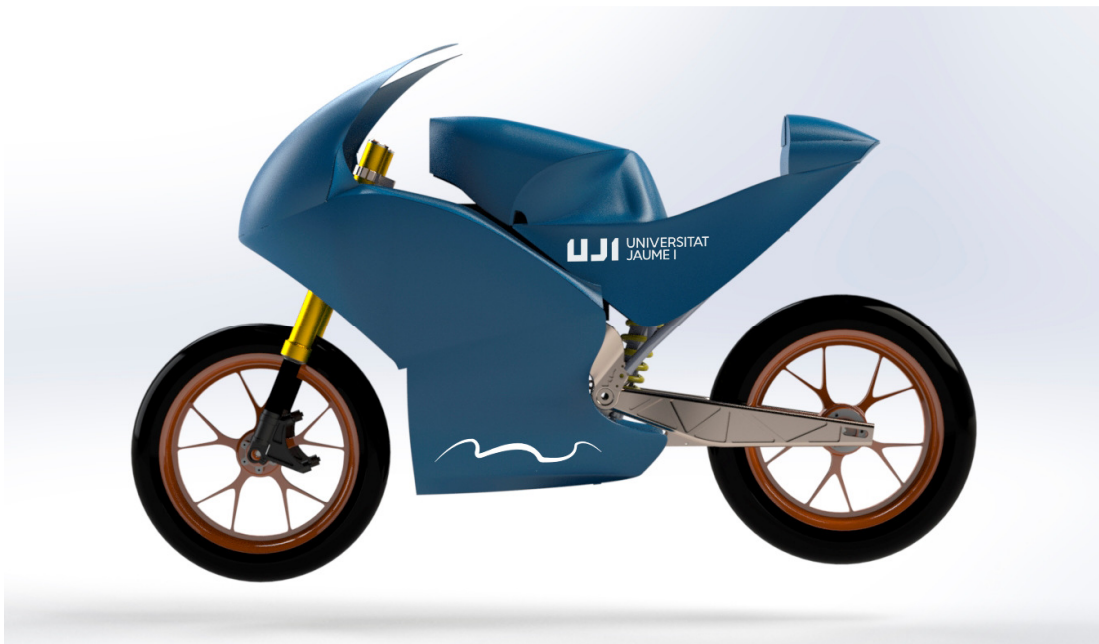


Figura 7: Render prototipo UJIERT Fuente: UJIERT

I.7.1 Acumulador

Viendo las características de ambos tipos de baterías Litio-Ion y Litio Polímero. Se ve que la que aguanta más ciclos es la de Litio-Ion, por lo que haría que la batería durara más tiempo. A parte de las características químicas, hay que ver también el precio de cada una dado que es un factor muy importante para su elección. Es por esto que tras pedir presupuestos se ha optado por las baterías de Litio-Ion.

Para el dimensionado del acumulador se realiza un estudio en el Anexo II.1.1, en él sé que se obtiene un consumo de energía estimado teóricamente de 6,6143 kWh. Con este dato y sabiendo que las celdas que se van a utilizar son de 3.7 V y teniendo en cuenta el pico máximo de las celdas solo se podrá llegar a una tensión máxima nominal en el conjunto a 103,6 V. Para poder determinar la configuración de las celdas se realizara el estudio en el Anexo II.2. Con este estudio y tras consultarlo con la empresa que nos va a proporcionar las baterías, tenemos que el acumular tendrá las siguientes características:

Tensión (V)	Intensidad (Ah)	Intensidad pico (A)	Número Paralelo	Número Serie	Peso (kg)	Energía (kWh)
103,6	65	392	26	28	38	6,734

Tabla 7: Características batería UJIERT

El tipo de celda que se va a instalar es Célula Samsung 25R. A parte de la batería la empresa también nos proporcionara el BMS que controlara la batería. En la siguiente imagen se ve el montaje de todas las celdas y a continuación el cárter de baterías que se le colocara.



Figura 8: Montaje baterías Fuente: Elaboración Propia

I.7.2 Controlador

Tras el análisis en la Tabla 4 de los tres tipos de controladores posibles para el prototipo, se ha optado por el Sevcon Gen4 Size6 dado que este es el que recomienda la organización y hay más información de su implantación en prototipos eléctricos. Aunque los otros dos controladores tienen un precio menor en mercado no hay ejemplos de su uso en prototipos de competición.

I.7.3 Motor

Con el análisis anterior se concluye que el motor óptimo para el prototipo es el tipo de motor que suministra la competición. Para tener una aproximación del consumo del motor en el Anexo II.3 se hace un estudio de la intensidad que consumirá en diferentes puntos del circuito. Tras el análisis se ve que su consumo es muy similar para 96 y 110 V, también se puede comprobar que a mayor velocidad tiene más consumo. Cabe destacar como se dice en el anexo que hay varios puntos que se salen de la tabla de intensidad. Estos puntos serán comprobados con las pruebas que se le realizarán al motor, para ajustar los parámetros necesarios del controlador para sacar el máximo rendimiento al motor.

I.7.4 Cableado y protecciones

Para la elección del cableado y protecciones se ha hecho un análisis en el Anexo II.4. Estas piezas han de cumplir la normativa de la competición y también la normativa RBT.

I.7.4.1 Cableado

El cableado que se instalará se ha calculado en el Anexo II.4.1 y es el siguiente:

Tramo	Denominación	Línea
Inversor - Baterías	TRIB	2x70 mm ²
Motor- inversor	TRMI	3x95 mm ²
Inversor-Display	TRID	1,5 mm ²
Luz trasera	TRLT	1,5 mm ²

Tabla 8: Cableado final prototipo

I.7.4.2 Protecciones

Las protecciones que se instalará se han calculado en el Anexo II.4.2 y es el siguiente:

Protección	Valor para selección
Fusible Carter baterías	640 A
Fusible Controlador	355 A
Contactador	202 A

Tabla 9: Protecciones finales del prototipo

I.7.4.3 Sistema de tierra de baja tensión

El sistema de tierra de baja tensión de la motocicleta será el proporcionado por la organización, Dispositivo Vigilante de aislamiento (IMD). La función de este es separar la puesta a tierra interna del vehículo de la estructura del prototipo, esta tiene que estar conectada al chasis de la motocicleta y cualquier otra parte metálica expuesta al contacto externo. Representación de este sistema en la siguiente Figura 9.

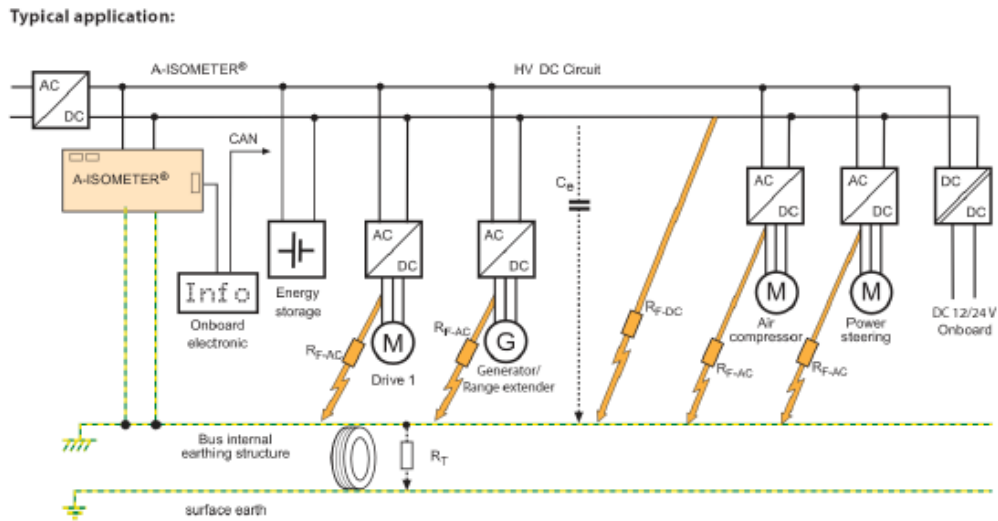


Figura 9: Esquema típico del IMD Fuente:[12]

I.7.5 Cargador

El tipo de cargador está limitado por la competición. Además de esto como se ha visto en el punto I.6.4 hay diferentes tipos de cargadores según diferentes características. En el caso del prototipo de UJIERT el modo de carga es el 4 dado que se usa un SAVE para su carga. Tipo de conexión Caso D Conexión de un vehículo Eléctrico ligero, como se ve en la Figura 10.

Leyenda:	
1	Base de toma de corriente
2	Clavija
3	Cable de alimentación
4	Conector
5	Entrada de alimentación al VEHICULO ELÉCTRICO
6	Cargador en cable alimentación
7	Batería de tracción
8	Punto de conexión
9	Punto de recarga simple
10	SAVE

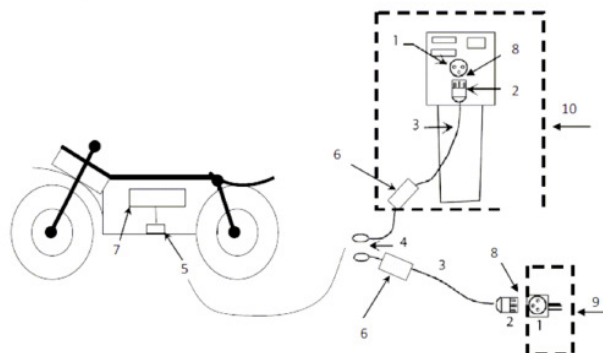


Figura 10: Tipo de conexión Caso D Conexión de un vehículo Eléctrico ligero Fuente:[10]

El tipo de conector dependerá del cargador y por último el tipo de velocidad de carga será entre lenta y semi-rápida. Las características del cargador se tomarán con la empresa que nos lo proporcionara.

I.8 Proceso de validación y pruebas al prototipo

El proceso de validación y pruebas al prototipo se realizarán cuando se tengan todas las piezas necesarias y las circunstancias lo permitan. Estos se realizarán en Espaitec II y en los laboratorios del departamento eléctrico.

Antes de tener todo el prototipo ensamblado se procederá a los siguientes pasos:

- Estudio de carga y descarga de la batería
- Programación del cargador
- Puesta a punto del controlador
- Pruebas del motor. En estas pruebas se verá si los estudios realizados del motor se ajustan a la realidad. Tras ello se verá cuáles son las limitaciones del motor para tenerlas en cuenta para programar el controlador para la carrera.

Tras estos estudios se procederá al montaje del sistema eléctrico en la motocicleta para validar el sistema eléctrico del prototipo se realizan diferentes pruebas para comprobar el aislamiento del prototipo.[13]

- Prueba de Rigidez de Alta Tensión, consiste en cortocircuitar los terminales y cables de señal con los puntos de tierra y a esta se le aplica alta tensión y se mide la corriente.
- Prueba de Resistencia de Aislamiento, se utilizarían las mismas conexiones que en la prueba anterior. Entre estos se medirá la resistencia para verificar la calidad del aislante. Estos valores suelen estar entre 400 y 600 mΩ.
- Prueba de puesta a Tierra, se prueba a 25 A en continúa comprobando que la resistencia no sea mayor de 1000 mΩ.
- Prueba de corriente de Fuga, para ello se debe medir todas las corrientes de fuga de tierra que aparecen en todas las partes metálicas que puedan tocarse por el piloto durante la conducción del prototipo.

Tras realizar las pruebas de seguridad para la motocicleta se pasará a realizar un estudio visual de entrada de agua al prototipo y se aislará específicamente lo que sea necesario. Tras ello se realizarán las diferentes pruebas de agua simulando a las que se realizan en el circuito. Con todas estas pruebas se determinará que el prototipo sea seguro para su conducción y pueda superar con éxito las pruebas que le hará pasar la organización.

I.10 Conclusiones

El presente trabajo se ha basado en realizar el estudio, dimensionado y validación del sistema eléctrico y tracción de una motocicleta eléctrica de competición. Para ello se han estudiado las diferentes opciones para los diferentes componentes del sistema eléctrico teniendo en cuenta las restricciones que imponen la competición de MotoStudent.

Tras haber analizado las diversas opciones para estos elementos se ha pasado a determinar los componentes finales, para ello en alguno de los casos se han realizado diversos estudios para tener valores teóricos antes de poder probar todo el sistema eléctrico en la realidad. Con estos estudios se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El valor de las baterías se han de determinar alrededor de 6,6143 kWh. Tras el estudio de la configuración de las baterías se determina que estas tentaran una energía de 6,734 kWh.
- Se prevé un consumo de la batería durante la carrera de 5,6086 kWh.
- Tras estudiar el consumo de intensidad del motor, se ve que los puntos con más velocidad y par se exceden de los valores aportados por la organización es por esto por lo que estos valores se probaran en la realidad para ver la salida del motor en estos puntos.

De manera que con estos estudios se prevé el comportamiento que tendrá el sistema eléctrico de la motocicleta, pero además de estos cuando se tengan todos los elementos en físico se pasara a realizar todas las pruebas y comprobaciones que se nombran en el punto anterior.

I.11 Trabajos futuros

El trabajo futuro es la construcción de la motocicleta de UJIERT, dado la situación actual el planning de la construcción ha sido modificado por lo que se prevé que para final de año ya pueda estar la moto construida, si no es que haya ninguna situación que lo impida. Tras tener toda la moto montada se realizarán tandas de entrenamiento en circuitos para ajustar todos los parámetros posibles antes de la carrera. La carrera hoy en día no se sabe la fecha, dado que ha sido pospuesta al 2021.

Desde el equipo de UJIERT se va a seguir trabajando para acabar el prototipo, además se va a seguir dando visibilidad al proyecto en medios y ferias. Tras la realización de la VI Edición de MotoStudent, el equipo de UJI ELECTRIC ACADEMY cogerá el relevo para participar en la siguiente edición de la competición.

II. ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS

II.1 ESTUDIO DEL CONSUMO DEL ACUMULADOR.....	40
II.1.1 Estudio del dimensionado del acumulador	40
II.1.1.1 Datos iniciales	40
II.1.1.2 Procedimiento de calculo	41
II.1.1.3 Resultados	43
II.1.2 Estudio ritmo carrera.....	45
II.1.2.1 Datos iniciales	45
II.1.1.2 Procedimiento de calculo	45
II.1.1.3 Resultados	45
II.2 Estudio configuración acumulador	47
II.2.1 Cálculos configuración.....	48
II.2.1 Soluciones configuración	49
II.3 RESPUESTA DEL MOTOR EN EL CIRCUITO	49
II.3.1 Datos iniciales	49
II.3.2 Cálculos	50
II.3.1 Resultados	51
II.4 DIMENSIONADO DEL CABLEADO Y PROTECCIONES ELÉCTRICAS	56
II.4.1 Dimensionado del Cableado	56
II.4.1.1 Cálculos	57
II.4.1.2 Resultados	59
II.4.2 Dimensionado de las Protecciones.....	60
II.4.2.1 Cálculos	60
II.4.2.1 Resultados	61
II.5. ESPECIFICACIONES MOTOR	62
II.6. ESPECIFICACIONES BATERÍAS	66
II.7. CIRCUITO MOTORLAND.....	67
II.8 TABLAS DE INTENSIDAD DEL MOTOR	70

II.1 Estudio del consumo del acumulador

Para analizar el consumo del sistema acumulador se harán dos estudios distintos. El primero de ellos para dimensionar la batería y el segundo para obtener una aproximación del consumo en carrera.

II.1.1 Estudio del dimensionado del acumulador

Para determinar el dimensionado del acumulador se hará una estimación de la capacidad necesaria de la motocicleta para hacer 8 vueltas del circuito. También se tendrá en cuenta unas reservas de potencia, dado que las baterías no han de descargarse más de un 90 %. Además, esta reserva también serviría por si hubiera algún problema y no se pudieran cargar completamente la batería entre la precarrera y la carrera en sí. Con lo que la estimación del acumulador se hará para una distancia total de 40,616 km a un ritmo de 2,5 minutos por vuelta.

II.1.1.1 Datos iniciales

Para el estudio es necesario disponer de algunos datos de partida estos son las características del motor y las físicas del prototipo. A continuación, en la Tabla 10 se muestran los valores necesarios para el cálculo.

Característica	Valor	Unidades
Características del motor		
Velocidad angular máxima	5720	rpm
Potencia máxima	13000	W
Inercia del motor	0,009	kg·m ²
Características físicas		
Peso piloto	75	kg
Peso prototipo	120	kg
Densidad del aire	1,225	kg/m ³
Gravedad	9,81	m/s ²
Superficie central	0,97	m ²
Superficie frontal	0,9	m ²
Coefficiente rodadura	0,6	
Coefficiente de resistencia aerodinámico	0,262	
Radio	0,305	m

$Z_{piño}$	17	
Z_{corona}	55	
Densidad del aire	1,184	kg/m ³

Tabla 10: Características para el dimensionado del acumulador

II.1.1.2 Procedimiento de calculo

En primer lugar, se obtendrá la masa total que se obtiene de la masa del piloto, la masa del prototipo y el coeficiente de seguridad.

$$M_t = (M_{piloto} + M_{pro}) \cdot C_{coefseg}$$

Ecuación 1 : Masa total del prototipo

Donde,

$C_{coefseg}$, tiene un valor de 1,5

La relación del motor con la rueda en función de la velocidad y la potencia se ha calculado como:

$$rel_{mr} = \frac{Z_{piño}}{Z_{corona}}$$

Ecuación 2 :Relación Motor Rueda

$$C_x = \frac{2 \cdot F_{Ar}}{\rho \cdot v^2 \cdot S_f}$$

Ecuación 3 : Coeficiente de resistencia aerodinámico

Donde,

C_x , Coeficiente de resistencia neta

F_{Ar} =Fuerza arrastre aire (N)

ρ = Densidad del aire (kg/m³)

S_f = Superficie frontal (m²)

v = Velocidad neta

Para el cálculo se necesitan las velocidades tanto en rueda como en el motor es por esto por lo que todas las velocidades se pasaran a SI.

$$v_{maxpc} = v_{maxpc} \cdot \frac{1000}{3600} \left[\frac{m}{s} \right]$$
$$v_{maxm} = \frac{v_{maxpc}}{rel_{mr}} \left[\frac{km}{h} \right]$$
$$\omega_{maxr} = \frac{v_{maxpc}}{r} \left[\frac{rad}{s} \right]$$

Ecuación 4 : Transformaciones de velocidades

Para ello se ha tenido en cuenta la inercia del motor y la inercia del prototipo. Esta se ha obtenido a partir de los programas de diseño.

$$I_{pro} = I_{mot} + I_{tp}$$

Ecuación 5: Calculo de Inercia del prototipo

Para la determinación de la potencia necesaria para la batería se obtendrá de la ecuación siguiente:

$$E(J) = P(W) \cdot t(s)$$

Ecuación 6 : Ecuación de la Energía

Con lo que para la obtención será necesario obtener las diferentes energías que actúan en el prototipo.

$$E_{cinetica} = \frac{1}{2} \cdot M_t \cdot v^2$$
$$E_{potencial} = M_t \cdot g \cdot h$$
$$E_{cinetica \ de \ rodadura} = \frac{1}{2} \cdot I_{pro} \cdot \omega^2$$

Ecuación 7 : Cálculos de Energías

A parte de las energías también se tendrán en cuenta la potencia aerodinámica de la motocicleta.

$$P_{aerodinamica} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot S_f \cdot C_r \cdot v^3$$

Ecuación 8 : Cálculo de la Potencia Aerodinámica

Con todo ello se calcula y obtenemos la potencia requerida para la aplicación.

$$P_{requerida} = \frac{\Delta E}{t} + P_{aerodinamica}$$

Ecuación 9 : Cálculo de la Potencia Requerida

II.1.1.3 Resultados

Tras la realización de los cálculos, se ha obtenido que la masa total es de 292,5 kg. En el caso del prototipo la superficie frontal será de 0,97 m². El coeficiente de resistencia neta se obtiene a partir de una velocidad de 170 km/h, dado que se considera que la velocidad media a la que se puede llevar el prototipo durante más tiempo es a esta velocidad, se ha estimado una fuerza de arrastre de 336,56 N, con lo que se determina un $C_x=0,2628$ y una inercia total de 0.441 kg·m². Para obtener todos los puntos de la gráfica se analiza en el circuito diferentes puntos con sus diferentes distancias y altitudes, Anexo II.7. A estos puntos se les determinará una velocidad en km/h y el tiempo transcurrido hasta llegar a ese punto. Estos datos se han obtenido de las velocidades que utilizaron el equipo anterior para su consumo, se tienen 35 puntos al desdoblarse los puntos en que divide el circuito y se añade un punto más en meta. Con todos estos datos e introduciéndolos en las ecuaciones anteriores se obtiene la Tabla 11.

Punto	Distancia (m)	Altitud (m)	Vmax (km/h)	Tiempo (s)	Potencia (kW)
1	0	371	200,00	0,00	0,00
2	272	372	67,58	7,87	26,64
3	348	372	106,90	11,52	7,82
4	486	375	120,00	16,00	12,18
5	598	380	135,84	18,89	23,02
6	710	384	111,95	22,52	8,74
7	844	392	154,09	26,26	20,27
8	910	394	133,45	27,83	25,08
9	978	396	122,19	29,58	20,15
10	1020	397	111,96	30,75	16,20
11	1144	399	70,81	36,00	3,18
12	1232	401	116,25	40,43	4,50
13	1382	402	140,96	44,46	19,58
14	1550	403	75,61	50,99	3,98
15	1736	403	144,69	57,56	10,11
16	1930	396	59,54	65,52	2,90
17	1938	395	57,78	65,90	3,35
18	1992	389	66,36	68,93	1,97
19	2084	384	108,19	72,55	6,52
20	2282	382	110,00	79,31	8,92
21	2446	388	159,03	83,57	21,75
22	2474	388	167,02	84,32	18,56
23	2628	393	185,92	87,26	52,24
24	2870	390	80,46	95,64	6,12

25	2946	391	115,34	98,28	9,50
26	3047	391	117,50	101,47	11,32
27	3132	390	130,23	103,77	18,18
28	3268	384	73,62	109,44	4,01
29	3310	381	72,21	111,29	4,09
30	3370	377	82,02	115,03	1,51
31	3516	374	158,86	118,98	19,07
32	4164	359	232,81	129,17	93,05
33	4478	360	107,95	134,14	87,41
34	4636	367	147,95	140,00	0,76
35	5018	371	200,00	152,50	1,12

Tabla 11: Resultados para ritmo por vuelta 2,5 min

En la tabla se obtiene la potencia consumida instantáneamente en cada punto del circuito. En la siguiente gráfica se ve representado la velocidad y la potencia en cada punto del circuito.

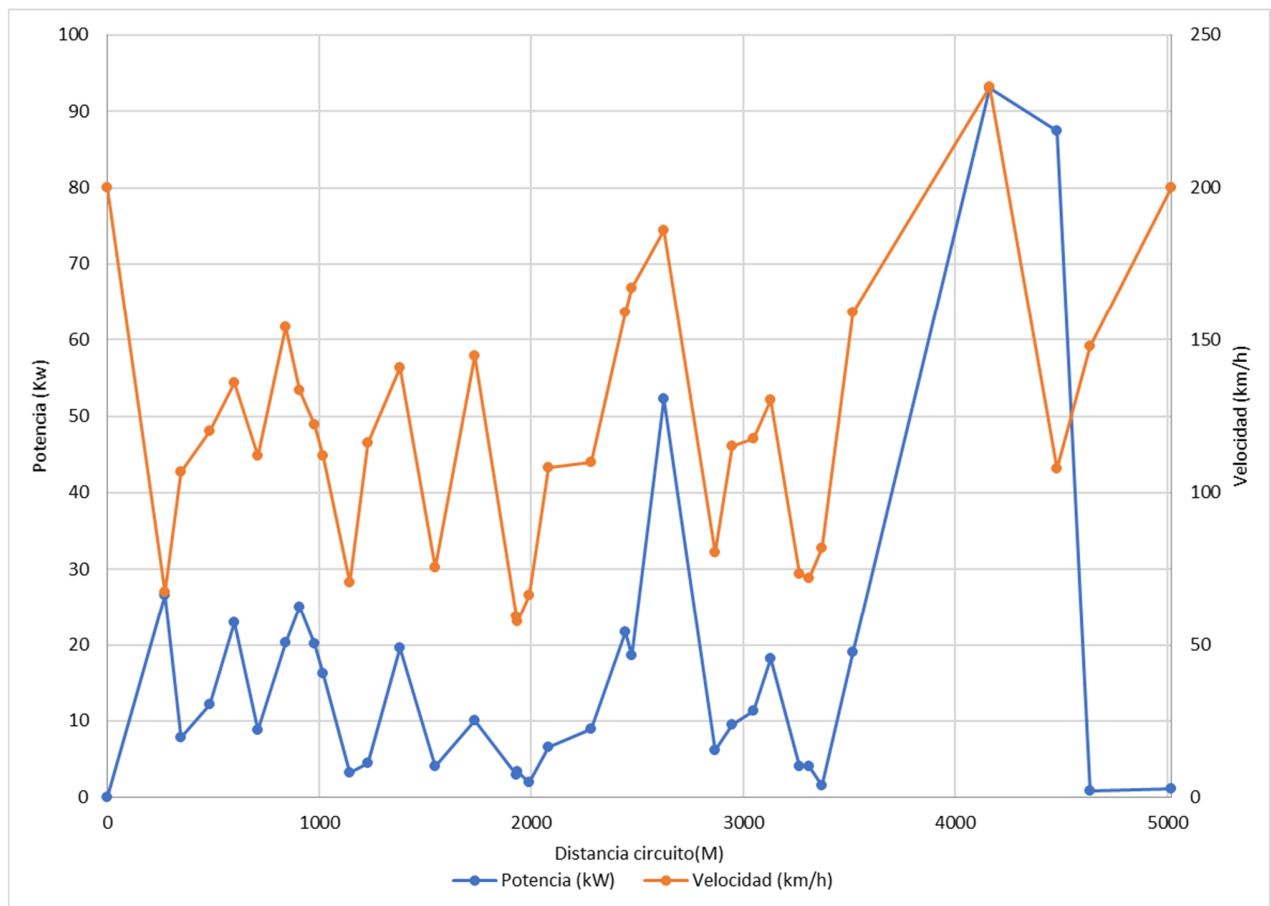


Figura 11: Representación para ritmo por vuelta 2,5 min

Tras estos resultados se obtiene que por vuelta se consumen 0,8268 kWh y en total en las 8 vueltas 6,6143 kWh.

II.1.2 Estudio ritmo carrera

Para ver el consumo estimado de la batería durante la carrera se establecerán dos ritmos diferentes. El primero de ellos será el ritmo en carrera que será como en el estudio anterior de 2,5 minutos por vuelta. El otro ritmo por vuelta se establecerá en 4 minutos dado que la velocidad más baja a la que puede ir el prototipo en estas vueltas es de 4,5 minutos, este ritmo se establecerá en la vuelta de calentamiento, vuelta de honor y regreso al parque cerrado.

II.1.2.1 Datos iniciales

Los datos iniciales serán los mismo que en el apartado II.1.1.1 Datos iniciales.

II.1.1.2 Procedimiento de calculo

El procedimiento de cálculo será el mismo que en el punto II.1.1.2 Procedimiento de cálculo.

II.1.1.3 Resultados

Los resultados en este estudio serán iguales a los del anterior hasta la introducción de las velocidades. En este apartado solo se verán los resultados del ritmo por vuelta de 4 minutos, dado que los resultados a 2,5 minutos están en el punto anterior.

Punto	Distancia (m)	Altitud (m)	Vmax en (km/h)	Tiempo (s)	Potencia (kW)
1	0	371	125,00	0,00	0,00
2	272	372	42,24	12,59	6,59
3	348	372	66,81	18,43	1,91
4	486	375	75,00	25,60	3,11
5	598	380	84,90	30,22	5,81
6	710	384	69,97	36,03	2,26
7	844	392	96,31	42,02	5,17
8	910	394	83,41	44,52	6,21
9	978	396	76,37	47,33	4,95
10	1020	397	69,98	49,19	4,00
11	1144	399	44,26	57,60	0,82
12	1232	401	72,66	64,69	1,14
13	1382	402	88,10	71,14	4,80
14	1550	403	47,26	81,58	0,98
15	1736	403	90,43	92,09	2,47
16	1930	396	37,21	104,84	0,63
17	1938	395	36,11	105,44	0,78

18	1992	389	41,48	110,29	0,42
19	2084	384	67,62	116,07	1,53
20	2282	382	68,75	126,90	2,16
21	2446	388	99,39	133,71	5,36
22	2474	388	104,39	134,92	4,59
23	2628	393	116,20	139,61	12,75
24	2870	390	50,29	153,02	1,50
25	2946	391	72,09	157,25	2,22
26	3047	391	73,44	162,36	2,76
27	3132	390	81,39	166,04	4,44
28	3268	384	46,01	175,10	0,94
29	3310	381	45,13	178,06	0,98
30	3370	377	51,26	184,04	0,34
31	3516	374	99,29	190,37	4,64
32	4164	359	145,51	206,67	22,68
33	4478	360	67,47	214,63	21,38
34	4636	367	92,47	224,00	1,90
35	5018	371	125,00	244,00	2,74

Tabla 12: Resultados para ritmo por vuelta 4 min

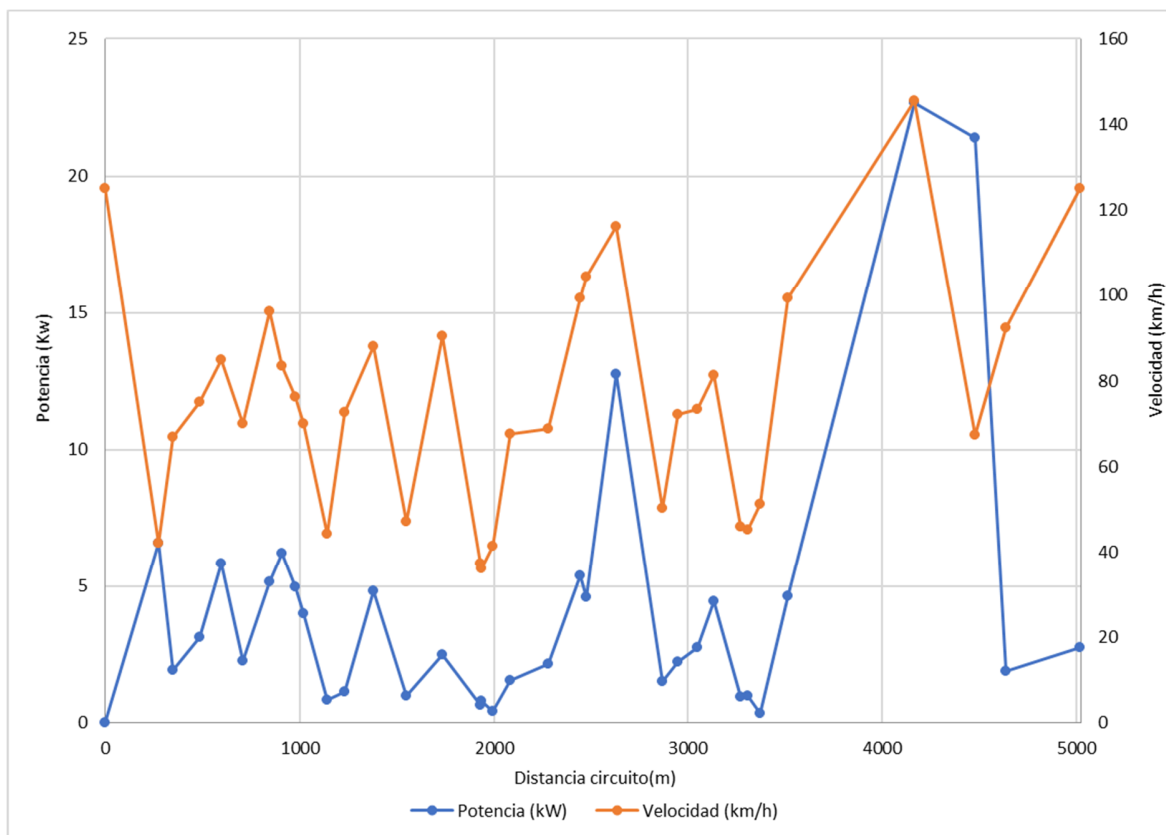


Figura 12: Representación para ritmo por vuelta 4 min

Utilizando las ecuaciones del apartado (II.1.2 Procedimiento de cálculo) se ha obtenido que para las vueltas a 4 minutos se consumen 0,324 kWh y en total en esas vueltas 0,6479 kWh. Teniendo en cuenta esto se obtienen el siguiente consumo durante la carrera:

	Valores	Unidades
Consumo en carrera		
Energía consumida por vuelta	0,827	kWh
Energía total consumida	4,960	kWh
Consumo otras vueltas		
Energía consumida por vuelta	0,324	kWh
Energía total consumida	0,648	kWh
Consumo total		
Energía total consumida	5,608	kWh

Tabla 13: Resultado de consumos del Acumulador

II.2 Estudio configuración acumulador

Al elegir unas baterías de Ion-Litio para tener las características eléctricas necesarias se han de hacer unas conexiones en serie y en paralelo, las características de una celda están en la Tabla 14:

Tensión (V)	Capacidad (mAh)
3,7	2500

Tabla 14: Características de las celdas

Además, se ha de tener en cuenta los datos del estudio anterior y la limitación de la normativa tenemos que los requisitos de las baterías serían los siguientes Tabla 15. Teniendo en cuenta que el valor de energía es orientativo. La tensión se determina esta como máxima porque se han de considerar los puntos de tensión máxima de las celdas.

Tensión (V)	Energía (kWh)
103,6	6,6143

Tabla 15: Características restrictivas de la batería

II.2.1 Cálculos configuración

Para obtener la configuración deseada, se empezará calculando las celdas para obtenerla, para ello la configuración que se ha de realizar es en serie. Dado que cuando pones dos baterías en serie se suman las tensiones y se mantiene la intensidad.

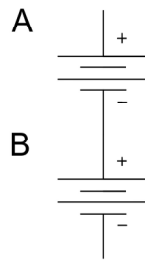


Figura 13: Celdas en serie

$$V_T = \sum V$$

$$I_T = I_A = I_B$$

Ecuación 10 : Cálculos de celdas en serie

En cambio, para conseguir la intensidad deseada se han de colocar las baterías en paralelo.

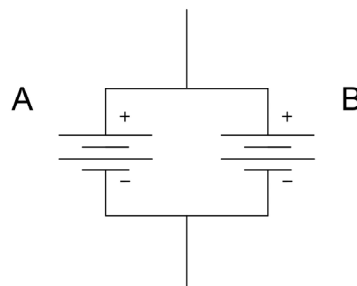


Figura 14: Celdas en paralelo

$$I_T = \sum I$$

$$V_T = V_A = V_B$$

Ecuación 11 : Cálculos de celdas en paralelo

II.2.1 Soluciones configuración

Como se quiere tener la tensión máximo cumpliendo con la normativa y teniendo en cuenta el pico de tensión de este tipo de celdas la distribución tendrá 28 celdas en serie. Tras esto se calculan diferentes configuraciones en paralelo y la energía que se consigue.

Configuración en serie	Tensión (V)
28	103,6
Configuración en paralelo	Capacidad (mAh)
23	57500
24	60000
25	62500
26	65000
27	67500
Configuración Serie x Paralelo	Energía (kWh)
28x23	5,957
28x24	6,216
28x25	6,475
28x26	6,734
28x27	6,993

Tabla 16: Tabla de las diferentes configuraciones posibles

II.3 Respuesta del motor en el circuito

Con los datos que se han obtenido en el Anexo 1 se pasa a hacer un estudio para obtener la respuesta del motor en los diferentes puntos del circuito, en concreto la intensidad, estos valores se obtendrán de varias tablas que ha facilitado la Organización de MotoStudent.

II.3.1 Datos iniciales

Los datos de partida para este estudio serán los resultados obtenidos de potencia y velocidad tanto a 2,5 como a 4 minutos por vuelta, es decir la Tablas 11 y 12. En la siguiente tabla se encuentran los valores constantes que se necesitan para este cálculo.

Característica	Valor	Unidades
Radio	0,305	m
Z_{piño}	17	
Z_{corona}	55	
W_{maxmotor}	8000	rpm

Tabla 17: Características para la obtención de la respuesta del motor

Además de estos datos necesitamos el valor de relación para pasar la velocidad al motor, esto se calcula en la Ecuación 12.

$$r_{elrm} = \frac{Z_{corona}}{Z_{piñon}}$$

Ecuación 12 :Cálculo de la relación rueda motor

Tras el cálculo se obtiene una relación de 3,23 entre la rueda y el motor.

II.3.2 Cálculos

El procedimiento de cálculo para obtener la respuesta del motor en función de la intensidad será en primer lugar cambiar las unidades de la velocidad lineal, tras ello pasar de v a ω la velocidad en la rueda.

$$v \left[\frac{m}{s} \right] = v \left[\frac{km}{h} \right] \cdot \frac{1}{3,6}$$

Ecuación 13 : Cálculo para el cambio de unidades

$$\omega_r = \frac{v}{r}$$

Ecuación 14 :Cálculo para pasar de velocidad angular a lineal

Se requiere que la velocidad angular esté en el motor, por ello se aplica la relación rueda motor.

$$\omega_m = \omega_r \cdot r_{elrm}$$

Ecuación 15 :Cálculo para pasar de velocidad angular de la rueda al motor

Con este valor y la potencia calculada anteriormente en cada punto del circuito se obtiene el Par motor en cada punto del circuito.

$$T = \frac{\omega_m}{P}$$

Ecuación 16 :Cálculo del Par en el motor

Ahora para poder ir a la tabla que suministra la organización, Anexo II.8, para obtener la intensidad que consume la batería en cada punto, se ha de pasar de unidades la velocidad angular.

$$\omega_m \left[\frac{rev}{min} \right] = \omega_m \left[\frac{rad}{s} \right] \cdot \frac{60}{2\pi}$$

Ecuación 17 : Cálculos para el cambio de unidades de la velocidad angular

Teniendo los dos parámetros de entrada de las tablas se puede obtener la Intensidad del motor en los diferentes puntos. Para ello se interpolará si no se tiene el valor exacto en la tabla.

II.3.1 Resultados

Realizando el desarrollo anterior, se obtienen los valores de intensidad en el motor. Los primeros valores que se obtendrán serán para el ritmo por vuelta de 2,5 minutos.

Punto	Distancia (m)	T (Nm)	ω_m (rpm)	Is (A) a 110 V	Is (A) a 96 V
1	0	0,0	5627,5	1,9	1,9
2	272	107,0	1901,5	777,8	777,8
3	348	19,9	3007,9	137,5	137,6
4	486	27,6	3376,5	187,5	195,8
5	598	46,0	3822,2	324,4	324,2
6	710	21,2	3150,0	145,9	154,7
7	844	35,7	4335,7	246,3	246,3
8	910	51,0	3754,9	360,8	360,7
9	978	44,8	3438,1	306,6	315,5
10	1020	39,3	3150,3	271,7	271,7
11	1144	12,2	1992,4	87,9	87,8
12	1232	10,5	3271,0	71,4	79,8
13	1382	37,7	3966,2	254,7	263,2
14	1550	14,3	2127,5	104,4	104,5
15	1736	19,0	4071,2	129,6	129,6
16	1930	13,2	1675,3	96,1	96,8
17	1938	15,7	1625,8	112,5	112,5
18	1992	8,1	1867,2	62,5	62,5
19	2084	16,3	3044,2	112,9	121,2

20	2282	22,0	3095,1	154,2	154,1
21	2446	37,1	4474,7	254,8	263,2
22	2474	30,2	4699,5	212,9	212,9
23	2628	76,3	5231,3	568,7	574,8
24	2870	20,7	2263,9	145,7	145,7
25	2946	22,4	3245,4	154,2	162,5
26	3047	26,2	3306,1	179,2	187,5
27	3132	37,9	3664,3	254,7	263,2
28	3268	14,8	2071,5	104,4	104,4
29	3310	15,4	2031,8	112,7	112,6
30	3370	5,0	2307,8	36,5	45,3
31	3516	32,6	4469,9	221,1	229,5
32	4164	108,5	6550,7	780,9	780,9
33	4478	219,9	3037,4	780,9	780,9
34	4636	1,4	4162,9	10,3	19,1
35	5018	1,5	5627,5	10,4	19,3

Tabla 18: Resultados respuesta del motor en intensidad 2,5 min

Tras esto se representan las intensidades en función de los diferentes puntos del circuito, se puede ver que los valores en la Tabla 18 y en las gráficas.

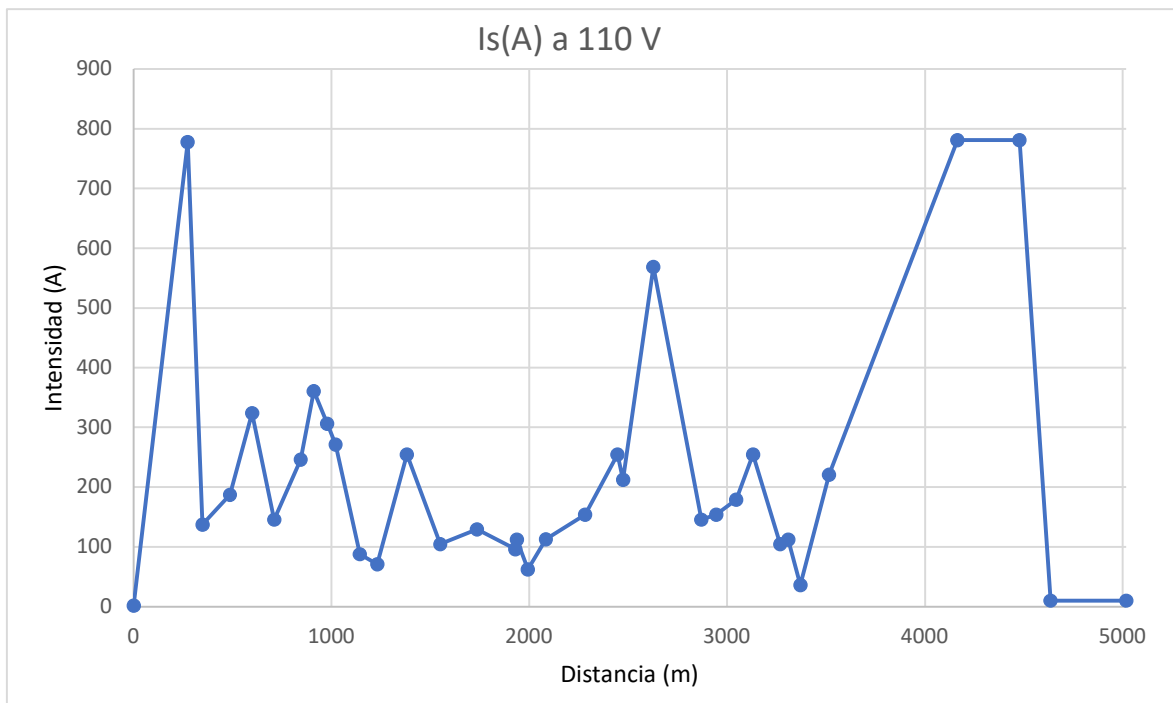


Figura 15: Gráfica respuesta intensidad a ritmo 2,5 min a 110V

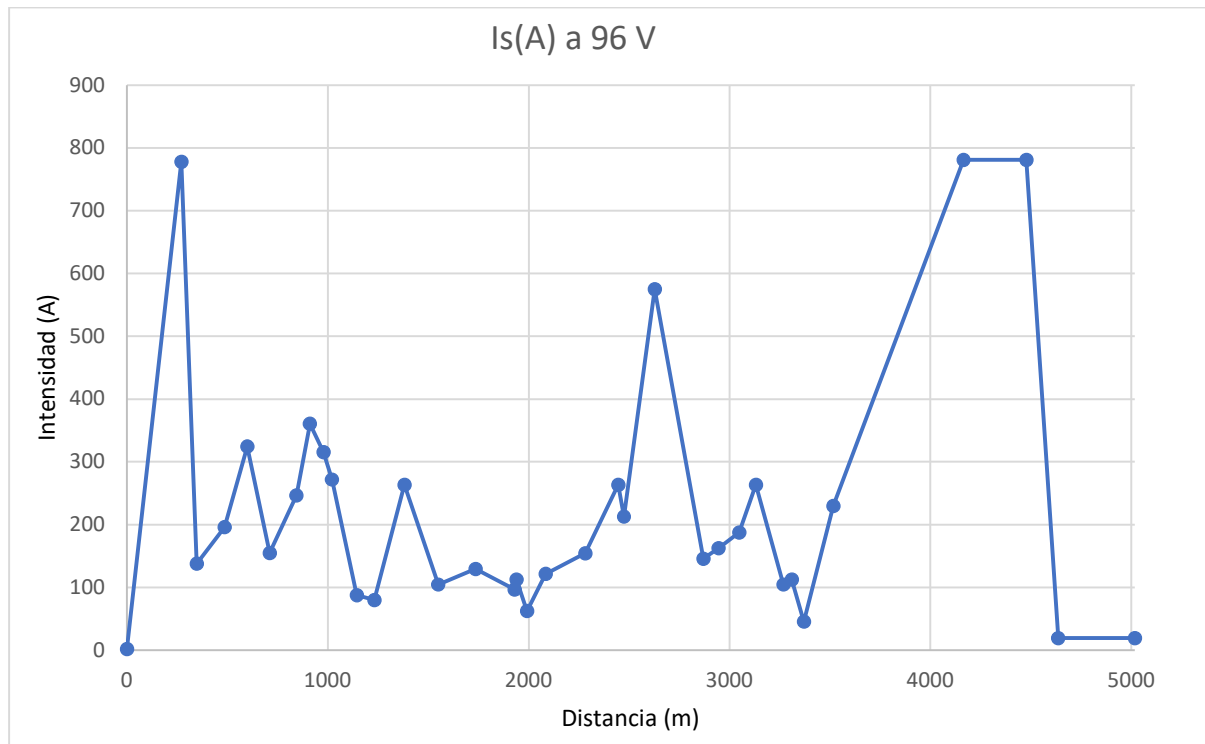


Figura 16: Gráfica respuesta intensidad a ritmo 2,5 min a 96V

Ahora se pasará a ver el análisis para un ritmo por vuelta de 4 minutos por vuelta.

Punto	Distancia (m)	T (Nm)	ω_m (rpm)	Is (A) a 110 V	Is (A) a 96 V
1	0	0,0	3533,2	2,0	2,0
2	272	52,7	1193,9	369,9	369,9
3	348	9,7	1888,5	79,5	71,0
4	486	14,0	2119,9	96,2	104,4
5	598	23,1	2399,7	162,4	162,4
6	710	10,9	1977,7	79,4	79,5
7	844	18,1	2722,1	129,2	129,2
8	910	25,2	2357,5	179,1	179,2
9	978	21,9	2158,6	154,0	153,5
10	1020	19,3	1977,9	137,4	137,4
11	1144	6,2	1250,9	53,6	53,6
12	1232	5,3	2053,6	45,1	45,1
13	1382	18,4	2490,2	129,2	129,2

14	1550	7,0	1335,7	53,6	53,6
15	1736	9,2	2556,1	71,2	71,2
16	1930	5,7	1051,8	77,7	44,7
17	1938	7,3	1020,7	53,5	53,5
18	1992	3,4	1172,3	27,3	27,4
19	2084	7,6	1911,3	62,5	62,5
20	2282	10,6	1943,2	79,5	79,5
21	2446	18,2	2809,4	129,6	129,3
22	2474	14,8	2950,5	112,9	112,9
23	2628	37,1	3284,4	263,2	163,2
24	2870	10,1	1421,4	79,4	79,4
25	2946	10,4	2037,6	79,5	79,5
26	3047	12,7	2075,7	96,2	96,2
27	3132	18,4	2300,6	129,2	129,2
28	3268	6,9	1300,6	53,6	53,6
29	3310	7,4	1275,6	53,6	53,6
30	3370	2,3	1448,9	17,5	18,7
31	3516	15,8	2806,4	112,7	112,8
32	4164	52,7	4112,8	370,2	370,2
33	4478	107,0	1907,0	777,7	777,7
34	4636	6,9	2613,6	54,0	54,0
35	5018	7,4	3533,2	63,0	63,0

Tabla 19: Resultados respuesta del motor en intensidad 4 min

Como en el análisis del ritmo anterior, se puede ver que los valores son muy similares en la Tabla 19 y en las gráficas.

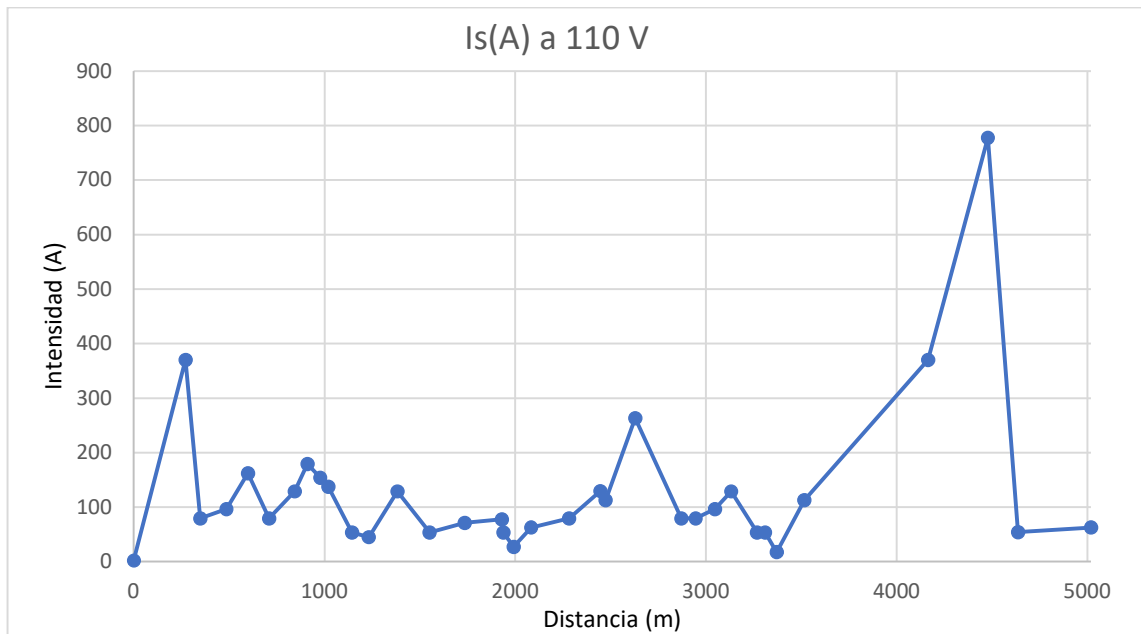


Figura 17: Gráfica respuesta intensidad a ritmo 4 min a 110V

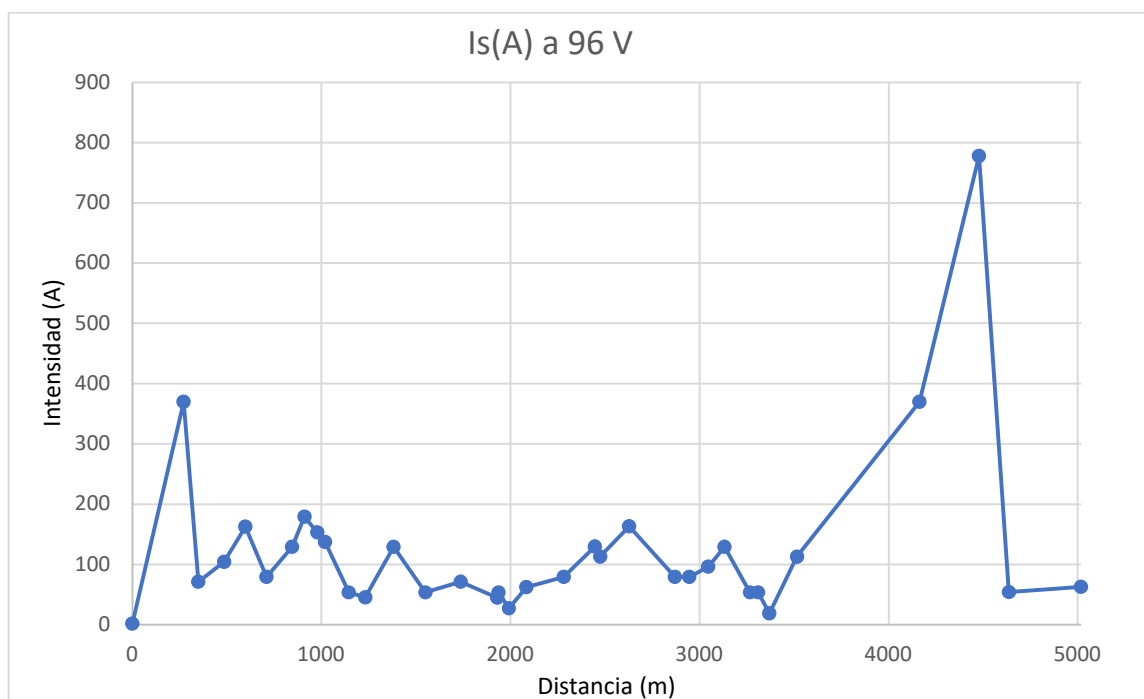


Figura 18: Gráfica respuesta intensidad a ritmo 4 min a 110V

En ambos casos se ha marcado en gris fuerte los puntos que no entraban en la gráfica, para estos puntos se ha cogido el ultimo valor máximo que concuerda con estos.

II.4 Dimensionado del cableado y protecciones eléctricas

En este apartado se procederá al dimensionado del cableado y las protecciones eléctricas del prototipo.

II.4.1 Dimensionado del Cableado

La instalación eléctrica de la motocicleta tendrá 4 áreas diferenciadas. Es por ello por lo que se utilizara un cableado diferente para cada tramo. Antes de proceder al cálculo del cableado se detallará la localización de cada uno de ellos y las características eléctricas que han de cumplir. Para obtener los valores de cada tramo se ha tenido en cuenta la localización de estos y para el uso que van a tener. Por esta razón para obtener la tensión del cable del motor en alterna, se realiza la operación de la Ecuación 18, dado que el fabricante da la tensión en continua.

$$U_{AC} [V] = \frac{n_{nom}}{1000} \cdot 9,1$$

Ecuación 18 : Obtener la tensión aproximada del motor

Donde,

n_{nom} , son 5720 rpm

Después de este cálculo se calcula la intensidad en este tramo.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\varphi)}$$

Ecuación 19 : Cálculo para obtener la intensidad del cableado del motor

Tras estos cálculos se obtienen las características eléctricas para el cableado del motor, estas y el resto se pueden observar en la Tabla 20.

Tramo	Denominación	Tensión (V)	Intensidad (A)	Potencia (W)
Inversor - Baterías	TRIB	103,600	392	46099,200
Motor- inversor	TRMI	52,052	192,258	13000
Inversor-Display	TRID	12	15	180
Luz trasera	TRLT	24	0,08	2

Tabla 20: Características de los tramos de cableado

Dado la aplicación que van a tener y la protección que pide la normativa, los cables deberán tener la protección adecuada, es decir que los que van en AT deberán tener un aislamiento especial. Hay que decir que en el caso del Motor-Inversor se comprobara si el cableado está bien dimensionado, ya que el motor incluye su propio cableado.

II.4.1.1 Cálculos

Primero de todo para ver qué tipo de cableado es necesario en la instalación vamos a la ITC-BT-19. Consultando la tabla de la norma determinamos que el tipo de cable que se adapta más a la aplicación es el de cable al aire dado que el cableado estará sujeto al chasis del prototipo pero en proporción este tendrá casi toda su superficie al aire. [15]





C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ²⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾							3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁶⁾									3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
185				268	297	317	354	386	415	464	601		
240				315	350	374	419	455	490	552	711		
300				360	404	423	484	524	565	640	821		

Figura 19: Tabla para la selección de cable Fuente:[14]

Tras haber determinado el método de instalación del cableado y haber determinado la intensidad máxima admisible adecuada, la sección mínima valida será la que cumpla la siguiente expresión:

$$I_b \leq I_z$$

Ecuación 20 : Condición de intensidades

Donde,

I_z , Intensidad máxima admisible del conductor (A)

I_b , Intensidad transportada por la línea (A)

Hay que tener en cuenta que el cableado que alimenta motores ha de cumplir según la ITC-BT-47 que soporte el 125% de la intensidad nominal del motor con el fin de prever los picos de arranque. Por tanto los datos eléctricos de la instalación se quedarían de la siguiente manera, haciendo el cálculo anterior en función del valor nominal del motor.

Tramo	Denominación	Tensión (V)	Intensidad (A)	Potencia (W)
Inversor - Baterías	TRIB	103,600	392	46099,200
Motor- inversor	TRMI	52,052	240,322	13000
Inversor-Display	TRID	12	15	180
Luz trasera	TRLT	24	0,08	2

Tabla 21: Características modificadas de los tramos de cableado

Para comprobar la sección obtenida a partir de la intensidad admisible se comprueba también por caída de tensión. Para el cálculo se utilizará el método simplificado, que adopta el supuesto de que el conductor se encuentra a la máxima temperatura que admite el aislante que lo recubre. Además no se considerará ni el efecto piel ni el de proximidad, dado que las secciones son pequeñas. El cableado del tramo TRIB se desdoblará para que el cableado tenga más flexibilidad y por tanto sea menos rígido. Con estas consideraciones se obtienen las siguientes expresiones para calcular las secciones.

- Sección por caída de tensión en una línea monofásica de corriente continua:

$$S = 2 \cdot \frac{P \cdot L \cdot \rho_{\theta_{max}}}{e \cdot V}$$

Ecuación 21 :Cálculo de sección por caída de tensión en una línea monofásica

- Sección por caída de tensión en una línea trifásica de corriente alterna:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \rho_{\theta_{max}} \cdot \cos \varphi}{e}$$

Ecuación 22 :Cálculo de sección por caída de tensión en una línea trifásica

Donde,

S , Sección del conductor, en milímetros cuadrados (mm^2)

$\rho_{\theta_{max}}$, Resistividad del conductor a la máxima temperatura de servicio ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)

L , Longitud del conductor (m)

V , Tensión nominal de la línea (V)

e , Caída de tensión máxima admisible (V)

$$e = \frac{v^{(\%)}_{limite}}{100} \cdot V$$

Ecuación 23 : Cálculo caída de tensión máxima admisible

En los diferentes tramos que se analizan tendremos ρ_{0max} del cobre a 90°C será 0,023, se da este valor al prever que el material aislante sea Polietileno reticulado XLPE. Además se deberá tener en cuenta la caída de tensión admisible para la luz trasera de un 3% y para el resto de los tramos de un 5%. Se prevé que la longitud de los cables sea de 1 metro para TRIB y TRMI y de 0,5 metros para el resto de los tramos.

II.4.1.2 Resultados

Tras la obtención de las características eléctricas para cada tramo se pasa a ir a la norma y buscar en la tabla X que sección se necesita para cada tramo, por el criterio de intensidad admisible. Con estas premisas se obtienen los siguientes valores:

Tramo	Sección (mm ²)
TRIB	2x70
TRMI	95
TRID	1,5
TRLT	1,5

Tabla 22: Secciones en los tramos obtenidos por el criterio de intensidad admisible

Seguidamente se comprueba por el criterio de tensión, dado el caso que se está analizando se coge la resistividad del cobre a 40°C para mayor seguridad del prototipo. En la siguiente tabla se comprueba los resultados obtenidos.

Tramo	Potencia (W)	Tensión (V)	Resistividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	Longitud (m)	Caída de tensión máxima	Sección (mm ²)
TRIB	46099,2	103,6	0,023	1	5,18	3,95
TRMI	13000	52,052	0,023	1	2,6	2,76
TRID	180	12	0,023	0,5	0,6	1,15
TRLT	2	24	0,023	0,5	0,72	0,005

Tabla 23: Cálculo de secciones por el criterio de tensión

Tras haber obtenido la sección por los dos métodos se coge como válida la sección mayor. Por lo consiguiente las secciones de cable quedarían de la siguiente manera:

Tramo	Línea
TRIB	2x70 mm ²
TRMI	3x95 mm ²
TRID	1,5 mm ²
TRLT	1,5 mm ²

Tabla 24: Secciones en los tramos finales

Analizando los valores obtenidos se ve que el cableado del motor si se calcula según la norma da mucho mayor que el cable dimensionada por el fabricante del motor que es de 3x 50 mm².

II.4.2 Dimensionado de las Protecciones

Para el dimensionado de las protecciones se han determinado a partir de lo que marca la normativa. Por lo que las protecciones necesarias para el prototipo serán:

- Fusible en el cárter de baterías
- Contactor de línea en el cárter de baterías

Además de esto, el controlador necesita un fusible de 355A.

II.4.2.1 Cálculos

En primer lugar se dimensionará el fusible para el cárter de baterías, con una intensidad pico de 392 A. El cable al cual se le instalará el fusible será el TRIB que está compuesto por dos cables de 70 mm². Según la UNE 20460-4-433 este tipo de protección ha de cumplir las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Ecuación 24 : Cálculo de intensidades para los fusibles

Donde,

I_b , intensidad del circuito

I_z , intensidad máxima admisible de la canalización

I_n , intensidad que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección

Para la selección del contactor se seleccionará con el parámetro de intensidad máxima admisible.

II.4.2.1 Resultados

Con las condiciones anteriores se selecciona el calibre del fusible. Por lo que se tiene que:

$$I_z = 428 A$$

$$I_b = 392 A$$

Ecuación 25 : Resultados de intensidades

Con esto la primera condición queda así,

$$392 \leq I_n \leq 428$$

Ecuación 26 : Resultados con la primera condición

Por lo que se necesitaría, un fusible de 400 A. Tras esto se pasa a comprobar la siguiente condición. Como se va a proteger mediante un fusible de tipo gag, normalizado según la EN 60269, este ha de cumplir que:

$$I_f = I_2 = 1,6 \cdot I_n$$

Ecuación 27 : Resultados con la segunda condición

Por lo que se obtiene:

$$I_2 = 640A$$

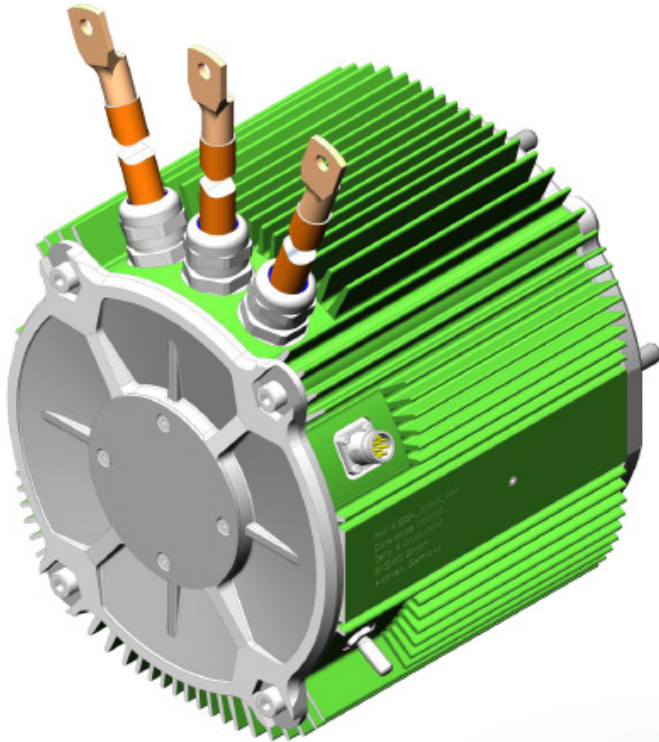
Ecuación 28 : Resultados finales del fusible

En el caso del fusible para el controlador al tratarse de una protección interior de este se selecciona con el valor que determina su fabricante de 355 A. En el caso del contactor se elegirá en función de la intensidad máxima dado que el cableado se desdoblará se tendrán dos contactores superiores a 202 A.

II.5. Especificaciones Motor

205A-04016-ABC

air-cooled motor / generator with up to 13 kW continuous power



KEY FEATURES

- permanent magnet synchronous machine
- air-cooled
- high peak power for motor applications
- convincing cost-benefit ratio
- recommended voltage range from 48V to 200V
- delivery with controller possible

Section	Page
Technical Data Machine	3
Technical Drawings Machine	4
Characteristics Machine 96V	5
Technical Data Inverter Set 96V	6

Data, including specifications, contained within this document are summary in nature and subject to change at any time without notice and are intended for general information only. Call for latest revision. All brand names and product names referenced are trademarks, registered trademarks, or trade names of their respective holders.

Nominal Operation (S1, cooling as specified below)			
Torque	T_{nom}	22	Nm
Power	P_{nom}	13	kW
Speed	n_{nom}	5720	rpm
Phase rms-current	I_{nom}	158	A
Battery voltage (DC)	U_{nom}	96	V
Electric frequency	$f_{el, nom}$	381	Hz
Power factor	$\cos(\varphi)$	0.75	

Maximal Values (S2, 10s, cooling as specified below)			
Torque	T_{max}	95	Nm
Power	P_{max}	42	kW
Phase rms-current	I_{max}	781	A
Battery voltage (DC)	U_{max}	200	V
Speed	n_{max}	8000	rpm
Electric frequency	$f_{el, max}$	533	Hz

Electrical Data			
Number of phases		3	
Number of pole pairs		4	
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_v constant (AC)	rms:	0.022	peak: 0.031 V/(rad*s ⁻¹)

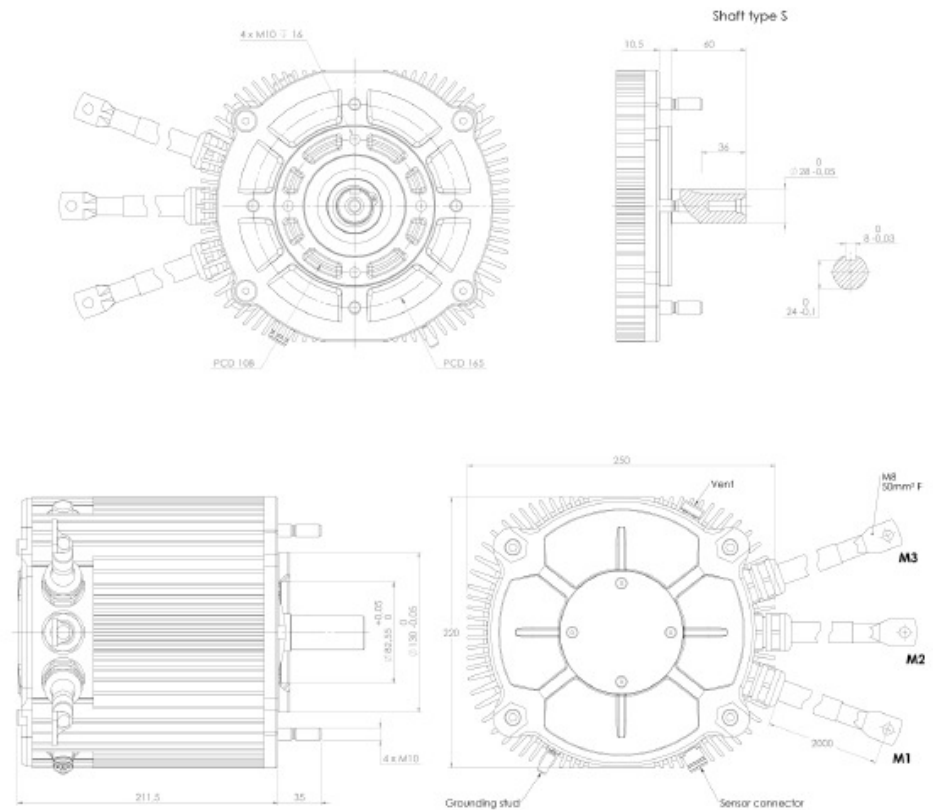
Additional Data			
Weight (w/o cables)		20	kg
Rotor moment of inertia		0.009	kg*m ²
Protection category		IP65	
Maximal motor temperature		120	°C
Allowed ambient temperature		-20 ... 45 ¹⁾	°C
Cooling (medium, flow rate, inlet temperature, pressure)		air, 18 m/s, ≤ 45°C	
Temperature monitoring		1 x KTY84-130	
Type approval		CE, EN 60034	
Customs tariff number		8501 5230	

Connectors			
Power terminals		3 x 50mm ² cables with M8 cable lugs	
Weight power cables		3.3	kg
Length power cables		2	m
Signal connectors		M16, 10 Pin	

¹⁾ other range on request

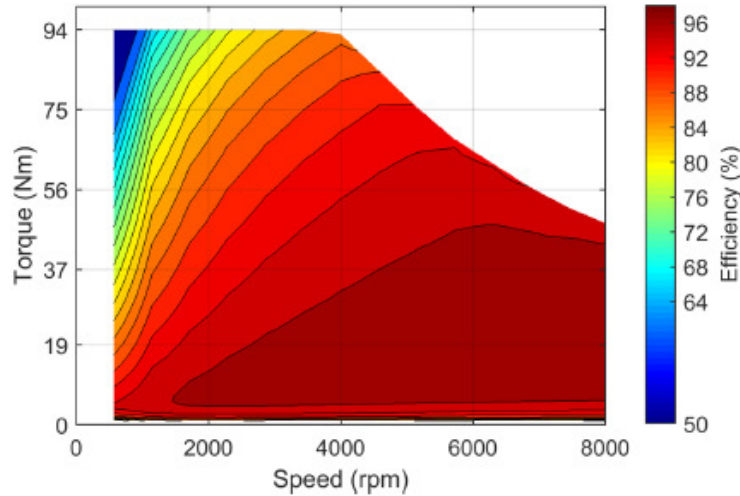
Data, including specifications, contained within this document are summary in nature and subject to change at any time without notice and are intended for general information only. Call for latest revision. All brand names and product names referenced are trademarks, registered trademarks, or trade names of their respective holders.

Available Type Variants			
type number	A: flange	B: shaft	C: position sensor
205A-04016-	S: standard	S: cylindrical shaft with keyway	E: sin/cos encoder N: none



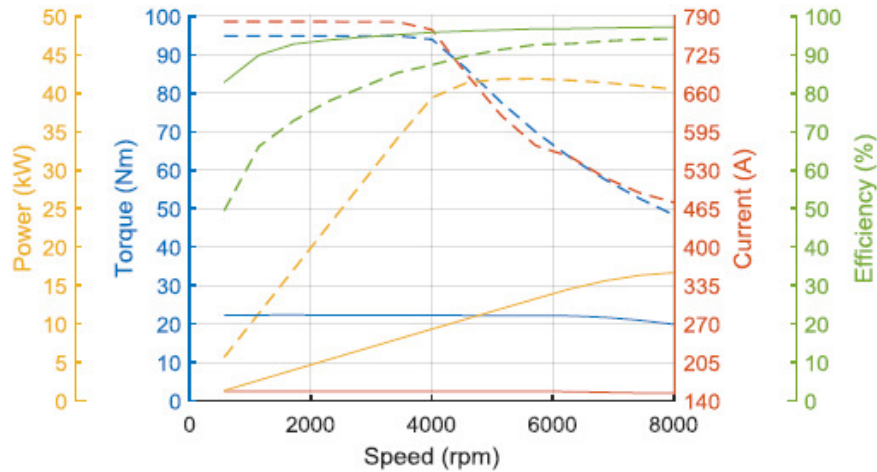
Data, including specifications, contained within this document are summary in nature and subject to change at any time without notice and are intended for general information only. Call for latest revision. All brand names and product names referenced are trademarks, registered trademarks, or trade names of their respective holders.

Simulated Efficiency of Motor Application
(electric machine only; $U_{nom} = 96$ V; machine at 100 °C;)



Simulated Characteristic Motor Parameters
 $U_{nom} = 96$ V

solid lines: continuous; dashed lines: maximum;
(jitter is caused by numerical inaccuracies in the simulation software)



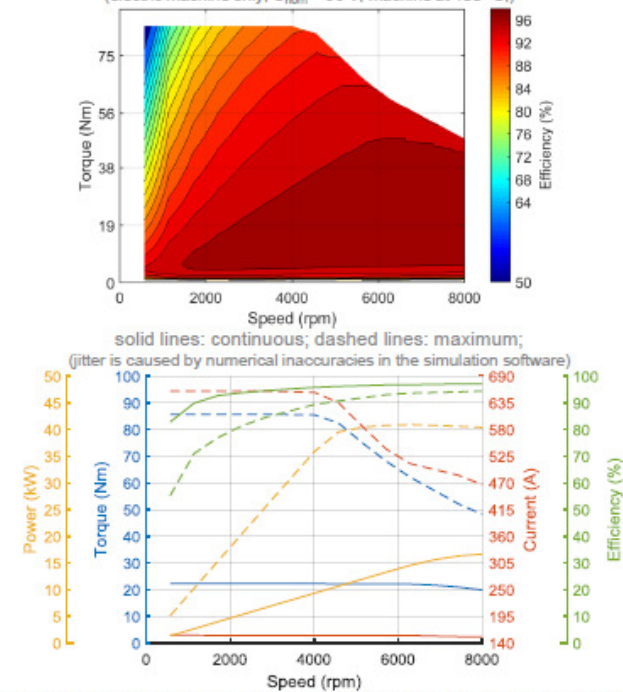
Nominal Operation Drive Set (S1)

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	$\cos(\varphi)$	0.75

Maximal Values Drive Set (S2, 1-10s)

Torque	T_{max}	86 Nm
Power	P_{max}	41 kW
Phase rms-current	I_{max}	660 A
Battery voltage (DC)	U_{max}	96 V
Speed	n_{max}	8000 rpm
Electric frequency	$f_{el,max}$	553 Hz

Simulated Efficiency and Motor Characteristic of Motor Application
(electric machine only; $U_{nom} = 96$ V; machine at 100 °C;)

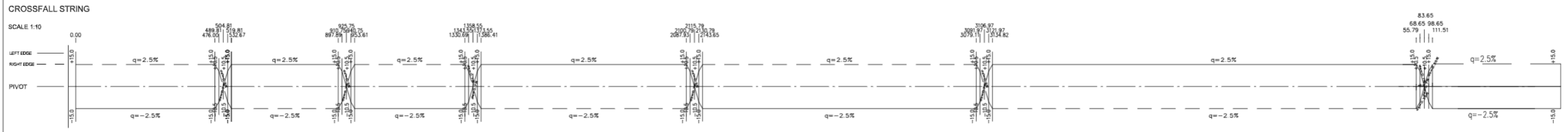
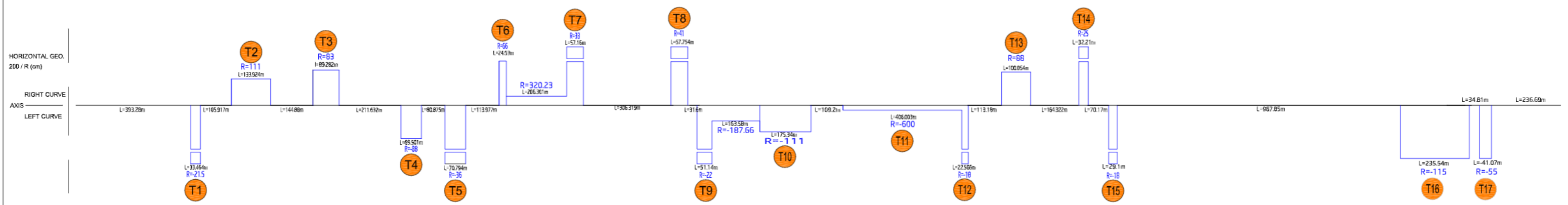
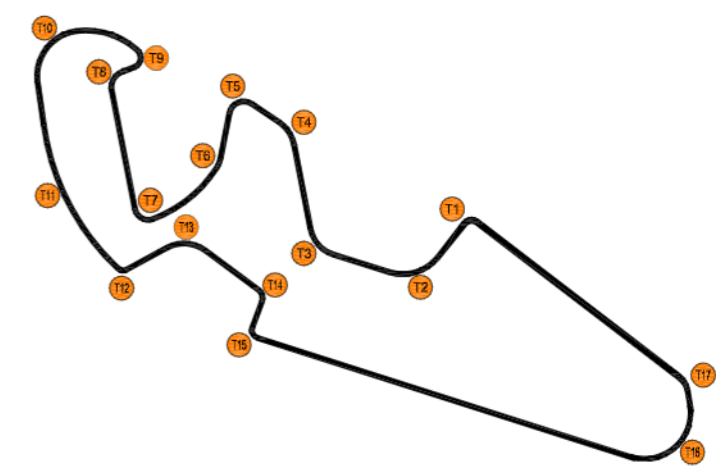
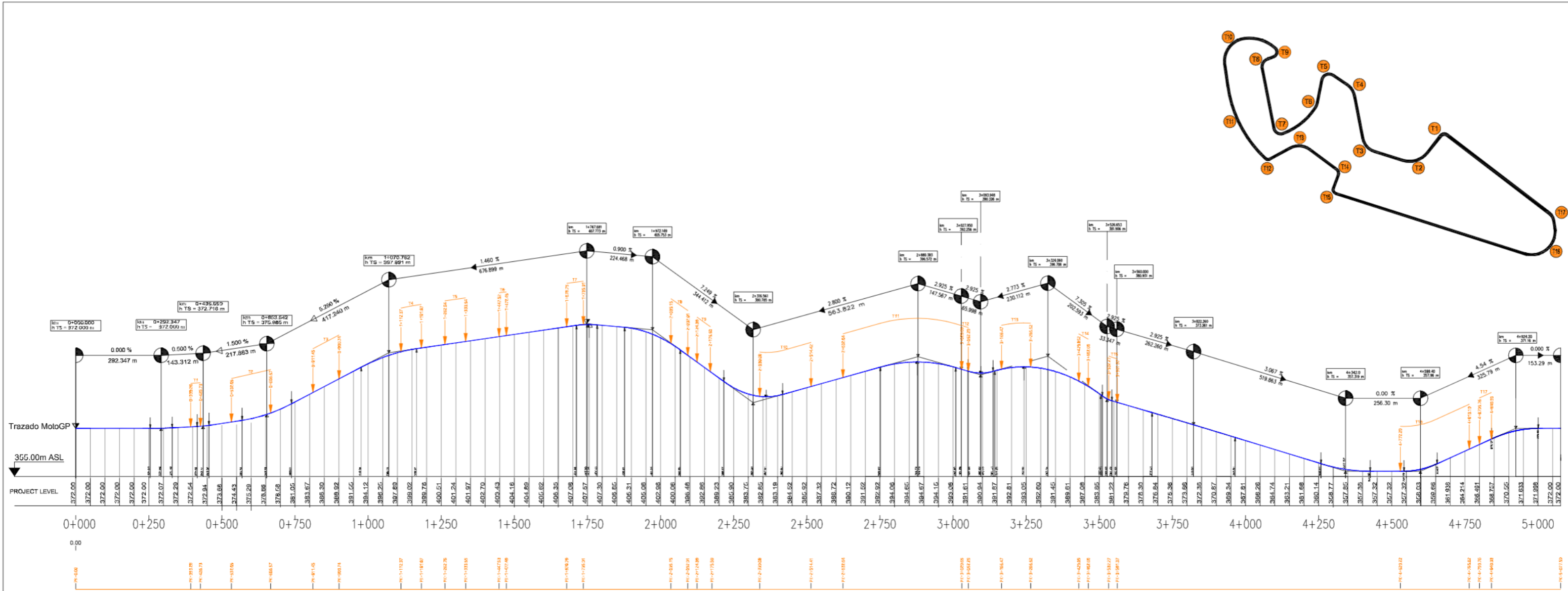


II.6. Especificaciones Baterías

Type		Spec.	Typical INR18650-25R
Chemistry		NCA	NCA
Dimension (mm)	Diameter	18.33 ± 0.07	18.33 ± 0.07
	Height	64.85 ± 0.15	64.85 ± 0.15
Weight (g)		Max. 45.0	43.8
Initial IR (mΩ AC 1kHz)		≤ 18	13.20 ± 2
Initial IR (mΩ DC (10A-1A))		≤ 30	22.15 ± 2
Nominal Voltage (V)		3.6	3.64
Charge Method (100mA cut-off)		CC-CV (4.2±0.05V)	CC-CV (4.2±0.05V)
Charge Time	Standard (min), 0.5C	180min	134min
	Rapid (min), 4A	60min	55min
Charge Current	Standard current (A)	1.25	1.25
	Max. current (A)	4.0	4.0
Discharge	End voltage (V)	2.5	2.5
	Max. cont. current (A)	20	20
	Max. momentary pulse (A, <1sec)	100	100
Rated discharge Capacity	Standard (mAh) (0.2C)	2,500	2,560
	rated (mAh) (10A)	2,450	2,539

II.7.Circuito MotorLand





TRABAJO FINAL DE GRADO

Cristina Tomas Gil



II.8 Tablas de Intensidad del Motor

VI MOTOSTUDENT INTERNATIONAL COMPETITION 2019 - 2020



ELECTRIC MOTOR PARAMETERS



Is [Arms]	speed [rpm] ->														
Torque [Nm]	0	572	1144	1716	2288	2860	3432	4004	4576	5148	5720	6292	6864	7436	8008
96	777,719333	777,719333	777,723851	777,732785	777,74698	777,761719	777,794044	777,82817	780,935223						
94,76923077	763,187165	763,187165	763,191741	763,200785	763,215152	763,235587	763,262757	763,292756	763,877897						
93,53846154	748,898173	748,898173	748,902805	748,912149	748,926492	748,947158	748,974871	749,009484	749,052263						
92,30769231	734,854022	734,854022	734,858798	734,870918	734,884311	734,9045	734,936449	734,968664	735,012674						
91,07623078	721,063501	721,063501	721,068334	721,078284	721,093019	721,114535	721,143682	721,179339	721,223757						
89,84615385	707,498401	707,498401	707,503288	707,512935	707,528238	707,549973	707,578825	707,615393	707,6602						
88,61538462	693,902075	693,902075	693,907099	693,917016	693,932744	693,955077	693,984713	694,022263	694,068254						
87,38461538	680,610394	680,610394	680,61555	680,625725	680,641857	680,664755	680,695126	680,733586	680,780663						
86,15384615	667,386623	667,386623	667,391832	667,402108	667,418393	667,441499	667,472131	667,5109	667,558328						
84,92307692	654,376833	654,376833	654,382092	654,392464	654,408895	654,432198	654,463075	654,502133	654,549886						
83,69230769	641,592928	641,592928	641,598346	641,609026	641,62594	641,649916	641,68167	641,721814	641,770864						
82,46153846	629,050515	629,050515	629,05598	629,066751	629,0838	629,107958	629,139934	629,180336	629,229669	652,354667					
81,23076923	616,495252	616,495252	616,50086	616,511909	616,529395	616,554161	616,589266	616,628313	618,019793	627,876117					
80	604,224157	604,224157	604,229891	604,241186	604,259054	604,28435	604,320742	604,360019	606,648252	613,214987					
78,76923077	591,992949	591,992949	591,998725	592,010097	592,028081	592,053528	592,087159	592,129575	592,181264	595,360876					
77,53846154	579,991584	579,991584	579,997531	580,009235	580,027735	580,053899	580,088456	580,132011	580,185048	581,436994					
76,30769231	568,213305	568,213305	568,219292	568,23107	568,249677	568,275979	568,310696	568,354421	568,407622	568,472699					
75,07692308	556,522628	556,522628	556,528719	556,540697	556,559615	556,586342	556,6216	556,665979	556,719937	556,783808					
73,84615385	545,116531	545,116531	545,122779	545,135065	545,154459	545,181846	545,217953	545,263366	545,318535	545,38378					
72,61538462	533,671171	533,671171	533,677604	533,690249	533,7102	533,738355	533,775449	533,822065	533,878645	533,945494	591,034814				
71,38461538	522,434782	522,434782	522,441251	522,453961	522,474004	522,502271	522,539485	522,586212	522,642874	522,709751	579,834748				
70,15384615	511,355098	511,355098	511,361602	511,374376	511,395653	511,424685	511,460213	511,507044	511,56512	511,630666	537,165425				
68,92307692	500,432324	500,432324	500,439016	500,452154	500,476951	500,508483	500,540312	500,583339	500,651423	500,714917	517,252606				
67,69230769	489,747941	489,747941	489,754671	489,767878	489,790107	489,826223	489,85637	489,9045	489,964501	490,031138	501,185488				
66,46153846	479,050691	479,050691	479,057639	479,071268	479,094216	479,122873	479,162453	479,211969	479,273501	479,342037	486,881685				
65,23076923	468,528997	468,528997	468,53602	468,549792	468,575793	468,601888	468,641799	468,691682	468,757111	468,822609	473,77007				
64	458,156135	458,156135	458,163371	458,177553	458,201269	458,23114	458,272139	458,323326	458,386764	458,457282	461,527454	515,252386			
62,76923077	447,902955	447,902955	447,910244	447,92452	447,94694	447,9784	448,019568	448,070907	448,132684	448,20499	449,95217	504,887666			
61,53846154	437,762812	437,762812	437,77032	437,78502	437,80809	437,840344	437,882716	437,935383	437,99876	438,072654	438,952674	477,381807			
60,30769231	427,837136	427,837136	427,844711	427,85955	427,88277	427,915321	427,957825	428,010702	428,074158	428,14821	428,466054	454,93365			
59,07692308	417,898768	417,898768	417,906619	417,92197	417,946026	417,979686	418,02359	418,078135	418,143496	418,219652	418,306402	437,915414			
57,84615385	408,070518	408,070518	408,078534	408,0942	408,118732	408,153025	408,197703	408,253137	408,319468	408,396629	408,484375	422,992992			
56,61538462	398,4096	398,4096	398,417837	398,433924	398,459093	398,494237	398,539962	398,596608	398,664275	398,742848	398,832028	409,739064			
55,38461538	388,796307	388,796307	388,804653	388,820943	388,846405	388,881918	388,92806	388,985135	389,053199	389,132087	389,221453	399,534992	444,63159		
54,15384615	379,338413	379,338413	379,347053	379,363904	379,390216	379,426869	379,474422	379,533146	379,603047	379,683906	379,775315	390,262487	428,293703		
52,92307692	369,907974	369,907974	369,916884	369,934249	369,963101	369,999015	370,047827	370,109806	370,182099	370,261994	370,350667	378,357465	403,952142		
51,69230769	360,62201	360,62201	360,631168	360,649003	360,681775	360,715408	360,765351	360,832008	360,907284	360,983628	361,078112	369,581033	386,804062		
50,46153846	351,398677	351,398677	351,408224	351,426798	351,458399	351,495805	351,547579	351,614059	351,690686	351,77283	351,869889	362,079336	373,140313	418,395972	
49,23076923	342,199065	342,199065	342,208795	342,227711	342,257112	342,297038	342,350319	342,41638	342,490565	342,577615	342,675108	347,499802	364,218039	408,607229	
48	333,138274	333,138274	333,14839	333,168036	333,19853	333,240696	333,294931	333,361245	333,439335	333,528631	333,628367	335,840841	353,323085	380,922008	
46,76923077	324,111126	324,111126	324,121573	324,141837	324,173248	324,225233	324,307379	324,37454	324,453424	324,543386	324,643585	326,100403	340,494763	367,501852	418,488821
45,53846154	315,215449	315,215449	315,226261	315,247214	315,279643	315,335409	315,410301	315,479531	315,560628	315,652851	315,755268	316,655261	328,466257	356,662738	408,09116
44,30769231	306,374922	306,374922	306,386251	306,408178	306,442606	306,494612	306,563997	306,659127	306,754043	306,859105	307,246369	317,202963	340,151335	370,16501	
43,07692308	297,520955	297,520955	297,532761	297,555584	297,590791	297,63018	297,691015	297,764638	297,850368	297,947251	298,05415	298,17489	306,397367	324,992567	360,645319
41,84615385	288,806116	288,806116	288,818247	288,841664	288,877713	288,927074	288,989732	289,06535	289,153103	289,25192	289,360563	289,477718	295,971502	311,504724	336,847649
40,61538462	280,108729	280,108729	280,121338	280,145641	280,182976	280,23394	280,298505	280,376134	280,465902	280,573226	280,682436	280,799781	285,993797	299,125063	322,874706
39,38461538	271,50789	271,50789	271,521088	271,546481	271,583599	271,633838	271,705247	271,785362	271,87641	272,020259	272,131782	272,251922	276,282683	287,492205	313,937133
38,15384615	262,985293	262,985293	262,999205	263,025923	263,066796	263,122195	263,191935	263,275161	263,370644	263,457326	263,571857	263,699302	266,811369	277,48167	298,632137
36,92307692	254,446059	254,446059	254,460709	254,488786	254,531588	254,589467	254,662007	254,748204	254,84665	254,920815	255,037685	255,161665	257,605676	269,12544	284,129949
35,69230769	245,956096	245,956096	245,97137	246,000572	246,044946	246,104722	246,179316	246,26754	246,367814	246,47835	246,591278	246,722951	248,436125	247,103975	271,103975
34,46153846	237,519752	237,519752	237,535903	237,566702	237,613347	237,675928	237,753665	237,845154	237,946807	238,062055	238,18353	238,311178	239,066593	248,971847	258,984543
33,23076923	229,078444	229,078444	229,095665	229,128403	229,177784	229,243715	229,325172	229,420488	229,527631	229,644438	229,768797	229,898766	230,261667	238,930855	248,105828
32	220,69764	220,69764	220,715918	220,75056	220,802607	220,87177	220,95677	221,05567	221,166194	221,285985	221,412797	221,544609	221,776321	228,159978	239,773519
30,76923077	212,327275	212,327275	212,346924	212,384027	212,4395	212,512794	212,602301	212,705758	212,820608	212,944286	213,077413	213,208903	217,350269	217,383467	230,550288
29,53846154	203,944322	203,944322	203,965262	204,004663	204,063298	204,140338	204,233836	204,341194	204,459575	204,58621	204,718596	204,854598	204,984535	208,326547	219,774288
28,30769231	195,559839	195,559839	195,582373	195,624581	195,687014	195,768456	195,866521	195,978216	196,100396	196,230099	196,364727	196,502135	196,640263	199,379406	209,453323
27,07692308	187,237098	187,237098	187,261382	187,306682	187,373318	187,459679	187,562264	187,678808	187,803248	187,935436					

VI MOTOSTUDENT INTERNATIONAL COMPETITION 2019 - 2020

-17,23076923	120,682736	120,682736	120,729708	120,811509	120,921464	121,05025	121,189113	121,331334	121,472419	121,60971	121,741852	121,868336	121,989153	122,104573	124,278921
-18,46153846	128,927663	128,927663	128,970163	129,045235	129,147961	129,270561	129,405138	129,545173	129,685973	129,82451	129,959034	130,088688	130,213185	130,332585	132,948469
-19,69230769	137,19994	137,19994	137,238787	137,308177	137,404524	137,521393	137,65178	137,789525	137,929888	138,06957	138,206477	138,339413	138,467804	138,591484	141,643757
-20,92307692	145,513021	145,513021	145,548732	145,613161	145,703794	145,815332	145,941592	146,076811	146,216303	146,356609	146,495381	146,631147	146,763082	146,915702	150,471679
-22,15384615	153,833729	153,833729	153,866617	153,926468	154,011634	154,117825	154,239672	154,371885	154,509928	154,650266	154,790345	154,928447	155,0635	155,440824	159,802096
-23,38461538	162,142433	162,142433	162,172782	162,228402	162,308298	162,408998	162,525848	162,654039	162,789262	162,928013	163,067642	163,20627	163,342646	163,892974	170,228517
-24,61538462	170,495743	170,495743	170,523821	170,575629	170,650726	170,746379	170,858623	170,983139	171,115883	171,253411	171,393003	171,532629	171,67086	172,403207	179,893512
-25,84615385	178,867608	178,867608	178,89372	178,942164	179,012899	179,103777	179,21141	179,331937	179,461604	179,597098	179,735705	179,875322	180,014404	181,435083	189,49672
-27,07692308	187,237098	187,237098	187,261382	187,306682	187,373318	187,459679	187,562264	187,677808	187,803248	187,935436	188,071692	188,209868	188,348318	190,540359	199,33981
-28,30769231	195,559839	195,559839	195,582373	195,624581	195,687014	195,768456	195,866521	195,978216	196,100396	196,230099	196,364727	196,502135	196,640623	199,379406	209,435323
-29,53846154	203,944322	203,944322	203,965262	204,004663	204,063298	204,140338	204,233836	204,341194	204,459575	204,58621	204,718596	204,854598	204,984535	208,326547	219,771428
-30,76923077	212,327275	212,327275	212,346924	212,384027	212,4395	212,512794	212,602301	212,705758	212,820608	212,944286	213,074413	213,208903	213,350269	217,383467	230,550288
-32	220,69764	220,69764	220,715918	220,75056	220,802607	220,87177	220,95677	221,05567	221,166194	221,285985	221,412797	221,544609	221,776321	228,159978	239,773519
-33,23076923	229,078444	229,078444	229,095665	229,128403	229,177784	229,243715	229,325172	229,420488	229,527631	229,644438	229,768779	229,898766	230,261667	238,930855	248,105828
-34,46153846	237,519752	237,519752	237,539593	237,566702	237,613347	237,675928	237,753665	237,845155	237,948607	238,062055	238,18353	238,311178	239,066593	248,971847	258,984543
-35,69230769	245,956096	245,956096	245,97137	246,000572	246,044946	246,104722	246,179316	246,26754	246,367814	246,47835	246,597316	246,722951	248,436125	259,450964	271,103975
-36,92307692	254,446059	254,446059	254,460709	254,488786	254,531588	254,589467	254,662007	254,748204	254,84665	254,920815	255,037685	255,163665	257,605676	269,12544	284,129949
-38,15384615	262,985293	262,985293	262,999205	263,025923	263,066769	263,122195	263,191935	263,275161	263,370644	263,457326	263,571857	263,699302	266,811369	277,48167	298,632137
-39,38461538	271,50789	271,50789	271,521088	271,546481	271,585399	271,638368	271,705247	271,785362	271,877641	272,020259	272,131782	272,251128	276,282683	287,492205	313,937133
-40,61538462	280,108729	280,108729	280,121338	280,145641	280,182976	280,23394	280,298505	280,376134	280,465920	280,573226	280,682436	280,799781	285,993797	299,125063	322,874706
-41,84615385	288,806116	288,806116	288,818247	288,841664	288,877713	288,927046	288,989732	289,06535	289,153103	289,25192	289,360563	289,477718	295,971502	311,504724	336,847649
-43,07692308	297,520955	297,520955	297,532761	297,555584	297,590791	297,63018	297,691015	297,764638	297,850368	297,947251	298,05415	298,17489	306,397367	324,992567	360,645319
-44,30769231	306,374922	306,374922	306,386251	306,408178	306,44206	306,484462	306,530367	306,579394	306,659127	306,754043	306,859105	307,246369	317,202963	340,151335	370,16501
-45,53846154	315,215449	315,215449	315,226261	315,247214	315,279643	315,353409	315,410301	315,479531	315,560628	315,652851	315,755268	316,655261	328,466257	356,662738	408,09116
-46,76923077	324,111126	324,111126	324,121573	324,141837	324,173248	324,252323	324,307379	324,374254	324,454324	324,543386	324,643585	326,100403	340,494763	367,501852	418,488821
-48	333,138274	333,138274	333,14839	333,168036	333,19853	333,240698	333,294931	333,361454	333,439335	333,528631	333,629387	335,840841	353,323085	380,922008	
-49,23076923	342,199065	342,199065	342,208795	342,227711	342,257112	342,297836	342,350319	342,414638	342,490565	342,577615	342,675108	347,499802	364,218039	408,607229	
-50,46153846	351,398677	351,398677	351,408224	351,426798	351,458399	351,495805	351,547579	351,614059	351,690686	351,77283	351,869889	362,079336	373,140313	418,395972	
-51,69230769	360,62201	360,62201	360,631168	360,649003	360,681775	360,715408	360,765351	360,832008	360,907284	360,983628	361,078112	369,581033	386,804062		
-52,92307692	369,907974	369,907974	369,916884	369,934249	369,963101	369,999015	370,047827	370,109806	370,182099	370,261994	370,350667	378,357465	403,952142		
-54,15384615	379,338413	379,338413	379,347053	379,363904	379,390216	379,426869	379,474422	379,533146	379,603407	379,683906	379,775315	390,262487	428,293703		
-55,38461538	388,796307	388,796307	388,804653	388,820943	388,846405	388,881918	388,92806	388,985135	389,053199	389,132087	389,221453	399,534992	444,63159		
-56,61538462	398,4096	398,4096	398,417837	398,433924	398,459093	398,494273	398,539962	398,596608	398,664275	398,742488	398,832028	409,739064			
-57,84615385	408,070518	408,070518	408,078534	408,0942	408,118732	408,153025	408,197703	408,253137	408,319468	408,396629	408,484375	422,992928			
-59,07692308	417,898768	417,898768	417,906619	417,92197	417,946026	417,979686	418,02359	418,078135	418,143496	418,219652	418,306402	437,514514			
-60,30769231	427,837136	427,837136	427,844711	427,85953	427,88277	427,915321	427,957825	428,010702	428,074158	428,14821	428,460054	454,193365			
-61,53846154	437,762812	437,762812	437,77032	437,78502	437,80809	437,840434	437,882716	437,935383	437,998676	438,072654	438,952671	477,381807			
-62,76923077	447,902955	447,902955	447,910244	447,92452	447,94694	447,9784	448,019568	448,070907	448,132684	448,20499	449,95217	504,887666			
-64	458,156135	458,156135	458,163371	458,177553	458,201269	458,23114	458,272139	458,323326	458,386764	458,457282	461,527454	515,252386			
-65,23076923	468,528997	468,528997	468,53602	468,549792	468,575793	468,601888	468,641799	468,691682	468,75711	468,822609	473,77007				
-66,46153846	479,050691	479,050691	479,057639	479,071268	479,094216	479,122873	479,162453	479,211969	479,273501	479,342037	486,881685				
-67,69230769	489,747941	489,747941	489,754671	489,767878	489,790107	489,820223	489,85637	489,9045	489,964501	490,031138	501,185488				
-68,92307692	500,432324	500,432324	500,439016	500,452154	500,476951	500,508483	500,540312	500,588339	500,651423	500,714917	517,252606				
-70,15384615	511,355098	511,355098	511,361602	511,374376	511,395653	511,424685	511,460213	511,507044	511,565512	511,630666	537,165425				
-71,38461538	522,434782	522,434782	522,441251	522,453961	522,474004	522,502271	522,539485	522,586212	522,642874	522,709751	579,834748				
-72,61538462	533,671171	533,671171	533,677604	533,690249	533,7102	533,738355	533,775449	533,822065	533,878645	533,945494	591,034814				
-73,84615385	545,116531	545,116531	545,122779	545,135065	545,154459	545,181846	545,217953	545,263366	545,318535	545,38378					
-75,07692308	556,522628	556,522628	556,528719	556,540697	556,559615	556,586342	556,6216	556,665979	556,719937	556,783808					
-76,30769231	568,213305	568,213305	568,219292	568,23107	568,249677	568,275979	568,310696	568,354421	568,407622	568,472699					
-77,53846154	579,991584	579,991584	579,997531	580,009235	580,027735	580,053899	580,088456	580,132011	580,185048	581,436994					
-78,76923077	591,992949	591,992949	591,998725	592,010097	592,028081	592,053528	592,087159	592,129575	592,181264	595,360876					
-80	604,224157	604,224157	604,229891	604,241186	604,259054	604,28435	604,320742	604,360019	606,648252	613,214987					
-81,23076923	616,495252	616,495252	616,50086	616,511909	616,529395	616,554161	616,589266	616,628313	618,019793	627,876117					
-82,46153846	629,050515	629,050515	629,05598	629,066751	629,0838	629,107958	629,139934	629,180336	629,229669	652,354667					
-83,69230769	641,592928	641,592928	641,598346	641,609026	641,62594	641,649916	641,68167	641,721814	641,770864						
-84,92307692	654,376833	654,37683													



ELECTRIC MOTOR PARAMETERS



Is [Arms]	speed [rpm] ->															
	0	572	1144	1716	2288	2860	3432	4004	4576	5148	5720	6292	6864	7436	8008	
96	777,719333	777,719333	777,723851	777,732785	777,74698	777,767179	777,794044	780,885232								
94,76923077	763,187165	763,187165	763,191741	763,200785	763,215152	763,235587	763,262757	763,83306								
93,53846154	748,898173	748,898173	748,902805	748,912149	748,926492	748,947158	748,974871	749,009484								
92,30769231	734,854022	734,854022	734,858798	734,870918	734,883211	734,9045	734,936449	734,968664								
91,07692308	721,063501	721,063501	721,068334	721,078284	721,093019	721,114535	721,143682	721,179339								
89,84615385	707,498401	707,498401	707,503288	707,512935	707,528238	707,549973	707,578825	707,615393								
88,61538462	693,902075	693,902075	693,907099	693,917016	693,932744	693,955077	693,984713	694,022663								
87,38461538	680,610394	680,610394	680,61555	680,625725	680,641857	680,664755	680,695126	680,733586								
86,15384615	667,386623	667,386623	667,391832	667,402108	667,418393	667,441499	667,472131	667,5109								
84,92307692	654,376833	654,376833	654,382092	654,392464	654,408895	654,432198	654,463075	654,502133								
83,69230769	641,592928	641,592928	641,598346	641,609026	641,62594	641,649916	641,68167	641,721814								
82,46153846	629,050515	629,050515	629,05598	629,066751	629,0838	629,107958	629,139934	629,180336								
81,23076923	616,495252	616,495252	616,50086	616,511909	616,529395	616,554161	616,589266	616,628313	655,129149							
80	604,224157	604,224157	604,229891	604,241186	604,259054	604,28435	604,320742	604,360019	620,675143							
78,76923077	591,992949	591,992949	591,998725	592,010097	592,028081	592,053528	592,087159	592,129575	606,053771							
77,53846154	579,991584	579,991584	579,997531	580,009235	580,027735	580,053899	580,088456	580,132011	591,18271							
76,30769231	568,213305	568,213305	568,219292	568,23107	568,249677	568,275979	568,310696	568,354421	574,760855							
75,07692308	556,522628	556,522628	556,528719	556,540697	556,559615	556,586342	556,6216	556,665979	560,122252							
73,84615385	545,116531	545,116531	545,122779	545,135065	545,154459	545,181846	545,217953	545,263366	546,72038							
72,61538462	533,671171	533,671171	533,677604	533,690249	533,7102	533,738355	533,775449	533,822065	533,942935							
71,38461538	522,434782	522,434782	522,441251	522,453961	522,474004	522,502271	522,539485	522,586212	522,642874							
70,15384615	511,355098	511,355098	511,361602	511,374376	511,395653	511,424685	511,460213	511,507044	512,987447							
68,92307692	500,432324	500,432324	500,439016	500,452154	500,476951	500,508483	500,540312	500,588339	506,482348	541,812021						
67,69230769	489,747941	489,747941	489,754671	489,767878	489,790107	489,820223	489,85637	489,9045	500,844816	525,425983						
66,46153846	479,050691	479,050691	479,057639	479,071268	479,094216	479,122873	479,162453	479,211969	480,653575	506,369137						
65,23076923	468,528997	468,528997	468,53602	468,549792	468,575793	468,601888	468,641799	468,691682	473,066066	487,217904						
64	458,156135	458,156135	458,163371	458,177553	458,201269	458,23114	458,272139	458,323326	461,32241	471,504461						
62,76923077	447,902955	447,902955	447,910244	447,92452	447,94694	447,97484	448,019568	448,070907	448,132684	457,437593						
61,53846154	437,762812	437,762812	437,77032	437,78502	437,80809	437,840034	437,882716	437,935383	437,998676	444,492416						
60,30769231	427,837136	427,837136	427,844711	427,85953	427,88277	427,915321	427,957825	428,010702	428,074158	432,374507	484,309804					
59,07692308	417,898768	417,898768	417,906619	417,92197	417,946026	417,979686	418,02359	418,078135	418,143496	420,897451	474,237515					
57,84615385	408,070518	408,070518	408,078534	408,0942	408,118732	408,153025	408,197703	408,253137	408,319468	410,043356	451,094924					
56,61538462	398,4096	398,4096	398,417837	398,433924	398,459093	398,494237	398,539962	398,596608	398,664275	399,60792	428,365445					
55,38461538	388,796307	388,796307	388,804653	388,820943	388,846405	388,881918	388,92806	388,985139	389,053199	389,503786	411,467319					
54,15384615	379,338413	379,338413	379,347053	379,363092	379,390216	379,426869	379,474422	379,533146	379,603047	379,762069	396,923642					
52,92307692	369,907974	369,907974	369,916884	369,934249	369,963101	369,999015	370,047827	370,109806	370,182099	370,261994	385,70639					
51,69230769	360,62201	360,62201	360,631168	360,649003	360,681775	360,715408	360,765351	360,832008	360,907284	360,983628	376,673482	428,064338				
50,46153846	351,398677	351,398677	351,408224	351,426798	351,458399	351,495805	351,547579	351,614059	351,690686	351,77283	368,093826	405,134519				
49,23076923	342,199065	342,199065	342,208795	342,227711	342,257112	342,297836	342,350319	342,414638	342,490565	342,577615	360,063119	508,563821				
48	333,138274	333,138274	333,148839	333,168036	333,194931	333,240698	333,294931	333,361245	333,439935	333,528631	341,467672	368,386718				
46,76923077	324,111126	324,111126	324,121573	324,141837	324,173248	324,252323	324,307379	324,37454	324,453244	324,543386	330,672882	359,59165	402,539071			
45,53846154	315,215449	315,215449	315,226261	315,247214	315,279643	315,353409	315,410301	315,479531	315,560628	315,652851	320,324448	343,342704	392,575323			
44,30769231	306,374922	306,374922	306,386251	306,404462	306,444612	306,503697	306,575394	306,659127	306,754043	310,280954	329,396598	359,019169				
43,07692308	297,520955	297,520955	297,532761	297,555584	297,590791	297,63018	297,691015	297,764638	297,850368	297,947251	300,583	316,624235	349,786018			
41,84615385	288,806116	288,806116	288,818247	288,841664	288,877713	288,927046	288,989732	289,06535	289,153103	289,25192	291,140745	304,640441	336,345483			
40,15384615	280,108729	280,108729	280,121338	280,145641	280,182976	280,23394	280,298505	280,376134	280,465902	280,573226	281,895304	293,258533	317,575812	354,883599		
39,38461538	271,50789	271,50789	271,521088	271,546481	271,585399	271,638368	271,705247	271,785362	271,877641	272,020259	272,492847	282,402433	302,14716	343,37208	372,466048	
38,15384615	262,985293	262,985293	262,999205	263,025293	263,066769	263,121295	263,191935	263,275161	263,370644	263,457326	263,571857	272,059477	291,390597	314,484787	361,911718	
36,92307692	254,446059	254,446059	254,460709	254,488786	254,531588	254,589467	254,662007	254,748204	254,848654	254,920815	255,037685	262,009487	282,797573	306,168818	369,903008	
35,69230769	245,956096	245,956096	245,97137	246,000572	246,044946	246,104722	246,179316	246,26754	246,367814	246,47835	246,59716	252,269899	270,800887	293,30199	322,727502	
34,46153846	237,519752	237,519752	237,535903	237,566702	237,613347	237,675928	237,753665	237,845155	237,948607	238,062055	238,18353	242,807663	258,697225	276,166875	305,17265	
33,23076923	229,078444	229,078444	229,095665	229,128403	229,177784	229,243715	229,325172	229,420488	229,529763	229,644438	229,768797	233,512081	247,220353	262,952618	293,389772	
32	220,69764	220,69764	220,715918	220,75056	220,802607	220,87177	220,95677	221,05567	221,166194	221,285985	221,412797	224,432647	236,295917	254,292892	270,927157	
30,76923077	212,327275	212,327275	212,346924	212,384027	212,4395	212,512794	212,602301	212,705758	212,820608	212,944286	213,077143	215,471214	225,831977	243,337445	259,024468	
29,53846154	203,944322	203,944322	203,965262	204,004663	204,063298	204,140338										

VI MOTOSTUDENT INTERNATIONAL COMPETITION 2019 - 2020

-14,76923077	104,224171	104,224171	104,282495	104,380393	104,506211	104,646991	104,792562	104,936409	105,075012	105,20685	105,331574	105,449459	105,642745	110,291396	120,504445
-16	112,458958	112,458958	112,51078	112,599668	112,716861	112,851318	112,993461	113,136512	113,276351	113,410836	113,539102	113,661039	114,060468	120,294737	129,860802
-17,23076923	120,682736	120,682736	120,729708	120,811509	120,921464	121,05025	121,189113	121,331334	121,472419	121,60971	121,741852	121,868336	122,597594	130,028833	138,517088
-18,46153846	128,927663	128,927663	128,970163	129,045235	129,147961	129,270561	129,405138	129,545173	129,685973	129,82451	129,959034	130,088688	131,341494	139,434676	148,791201
-19,69230769	137,19994	137,19994	137,238787	137,308177	137,404524	137,521393	137,65178	137,789525	137,929888	138,06957	138,206477	138,339413	140,309286	149,105228	159,808407
-20,92307692	145,513021	145,513021	145,548732	145,613161	145,703794	145,815333	145,941592	146,076811	146,216303	146,356609	146,495381	146,631147	148,988394	158,943664	171,250251
-22,15384615	153,833729	153,833729	153,866617	153,926468	154,011634	154,117825	154,239672	154,371885	154,509928	154,650266	154,790345	154,928447	157,865624	169,050919	180,121106
-23,38461538	162,142433	162,142433	162,172782	162,228402	162,308298	162,408998	162,525848	162,654039	162,789262	162,928013	163,067642	163,20627	167,750059	177,905983	189,398901
-24,61538462	170,495743	170,495743	170,523821	170,575629	170,650726	170,746379	170,858623	170,983139	171,115883	171,253411	171,393003	171,532629	177,332075	186,259961	201,821743
-25,84615385	178,867608	178,867608	178,89372	178,942164	179,012899	179,103777	179,21141	179,331937	179,461604	179,597098	179,735705	179,940043	186,617019	196,521337	210,956672
-27,07692308	187,237098	187,237098	187,261382	187,306682	187,373318	187,459679	187,562264	187,677808	187,803248	187,935436	188,071692	188,605518	196,109404	207,37327	220,253596
-28,30769231	195,559839	195,559839	195,582373	195,624581	195,687014	195,768456	195,866521	195,978216	196,100396	196,230099	196,364727	197,585801	205,755772	218,607722	234,187774
-29,53846154	203,944322	203,944322	203,965262	204,004663	204,063298	204,140338	204,233836	204,341194	204,459575	204,58621	204,718596	206,634913	215,645154	230,566546	249,970013
-30,76923077	212,327275	212,327275	212,346924	212,384027	212,4395	212,512794	212,602301	212,705758	212,820608	212,944286	213,074413	215,471214	225,831977	243,337445	259,024468
-32	220,69764	220,69764	220,715918	220,75056	220,802607	220,87177	220,95677	221,05567	221,166194	221,285985	221,412797	224,432647	236,295917	254,292892	270,927157
-33,23076923	229,078444	229,078444	229,095665	229,128403	229,177784	229,243715	229,325172	229,420488	229,527631	229,644438	229,768797	233,512081	247,220353	262,952618	293,389772
-34,46153846	237,519752	237,519752	237,535903	237,566702	237,613347	237,675928	237,753665	237,845155	237,948607	238,062055	238,18353	242,807663	258,697225	276,166875	305,17265
-35,69230769	245,956096	245,956096	245,97137	246,000572	246,044946	246,104722	246,179316	246,26754	246,367814	246,47835	246,597316	252,269989	270,800887	293,30199	322,727502
-36,92307692	254,446059	254,446059	254,460709	254,488786	254,531588	254,589467	254,662007	254,748204	254,84665	254,920815	255,037685	262,009487	282,797573	304,168818	336,900308
-38,15384615	262,985293	262,985293	262,992005	263,025923	263,066769	263,122195	263,191935	263,275161	263,370644	263,457326	263,571857	272,059477	291,390597	314,484787	361,911718
-39,38461538	271,50789	271,50789	271,521088	271,546481	271,585399	271,638368	271,705247	271,785362	271,877641	272,020259	272,492847	282,402433	302,14716	343,378208	372,466048
-40,61538462	280,108729	280,108729	280,121338	280,145641	280,182976	280,23394	280,298505	280,376134	280,465902	280,573226	281,895304	293,258533	317,575812	354,883599	
-41,84615385	288,806116	288,806116	288,818247	288,841664	288,877713	288,927046	288,989732	289,06535	289,153103	289,25192	291,140745	304,640441	336,345483		
-43,07692308	297,520955	297,520955	297,532761	297,555584	297,590791	297,63018	297,691015	297,764638	297,850368	297,947251	300,583	316,624235	349,786018		
-44,30769231	306,374922	306,374922	306,386251	306,408178	306,44206	306,444612	306,503697	306,575394	306,659127	306,754043	310,280954	329,396598	359,019169		
-45,53846154	315,215449	315,215449	315,226261	315,247214	315,279643	315,353409	315,410301	315,479531	315,560628	315,652851	320,32448	343,342704	392,575323		
-46,76923077	324,111126	324,111126	324,121573	324,141837	324,173248	324,252323	324,307379	324,37454	324,453424	324,543386	330,672882	359,59165	402,539071		
-48	333,138274	333,138274	333,14839	333,168036	333,19853	333,240698	333,294931	333,361245	333,439335	333,528631	341,467672	368,386718			
-49,23076923	342,199065	342,199065	342,208795	342,227711	342,257112	342,297836	342,350319	342,414638	342,490565	342,577615	360,063119	380,5863821			
-50,46153846	351,398677	351,398677	351,408224	351,426798	351,458399	351,495805	351,547579	351,614059	351,690686	351,77283	368,093826	405,134519			
-51,69230769	360,62201	360,62201	360,631168	360,649003	360,681775	360,715408	360,765351	360,832008	360,907284	360,983628	376,673482	428,064338			
-52,92307692	369,907974	369,907974	369,916884	369,934249	369,963101	369,999015	370,047827	370,109806	370,182099	370,261994	385,70639				
-54,15384615	379,338413	379,338413	379,347053	379,363904	379,390216	379,426869	379,474422	379,533146	379,603047	379,762069	396,923642				
-55,38461538	388,796307	388,796307	388,804653	388,820943	388,846405	388,881918	388,92806	388,985135	389,053199	389,130786	411,467319				
-56,61538462	398,4096	398,4096	398,417837	398,433924	398,459093	398,494237	398,539962	398,596608	398,664275	399,60792	428,365445				
-57,84615385	408,070518	408,070518	408,078534	408,0942	408,118732	408,153025	408,197703	408,251317	408,319468	410,043356	451,094924				
-59,07692308	417,898768	417,898768	417,906619	417,92197	417,946026	417,979686	418,02359	418,078135	418,143496	420,897451	474,273515				
-60,30769231	427,837136	427,837136	427,844711	427,85953	427,88277	427,915321	427,957825	428,010702	428,074158	432,374507	484,309804				
-61,53846154	437,762812	437,762812	437,770232	437,78502	437,80809	437,840434	437,882716	437,935383	437,998676	444,492416					
-62,76923077	447,902955	447,902955	447,910244	447,924254	447,94694	447,9784	448,019568	448,070907	448,132684	457,437593					
-64	458,156135	458,156135	458,163371	458,177553	458,201269	458,23114	458,272139	458,323326	461,32241	471,504461					
-65,23076923	468,528997	468,528997	468,536022	468,549792	468,575793	468,601888	468,641799	468,691682	473,066066	487,217904					
-66,46153846	479,050691	479,050691	479,057639	479,071268	479,094216	479,122873	479,162453	479,211969	480,653575	506,369137					
-67,69230769	489,747941	489,747941	489,754671	489,767878	489,790107	489,820223	489,85637	489,9045	500,844816	525,425983					
-68,92307692	500,432324	500,432324	500,439016	500,452154	500,476951	500,508483	500,540312	500,588339	506,482348	541,812021					
-70,15384615	511,355098	511,355098	511,361602	511,374376	511,395653	511,424685	511,460213	511,507044	512,987447						
-71,38461538	522,434782	522,434782	522,441251	522,453961	522,474004	522,502271	522,539485	522,586212	522,642874						
-72,61538462	533,671171	533,671171	533,677604	533,690249	533,7102	533,738355	533,775449	533,822065	533,942935						
-73,84615385	545,116531	545,116531	545,122779	545,135065	545,154459	545,181846	545,217953	545,263366	546,72038						
-75,07692308	556,522628	556,522628	556,528719	556,540697	556,559615	556,586342	556,6216	556,665979	560,122252						
-76,30769231	568,213305	568,213305	568,219292	568,23107	568,249677	568,275979	568,310696	568,354421	574,760855						
-77,53846154	579,991584	579,991584	579,997531	580,009235	580,027735	580,053899	580,088456	580,132011	591,18271						
-78,76923077	591,992949	591,992949	591,998725	592,010097	592,028081	592,053528	592,087159	592,129575	606,053771						
-80	604,224157	604,224157	604,229891	604,241186	604,259054	604,28435	604,320742	604,360019	620,675143						
-81,23076923	616,495252	616,495252	616,50086	616,511909	616,529395	616,554161	616,589266	616,628313	655,129149						
-82,46153846	629,050515	629,050515	629,05598	629,066751	629,0838	629,107958	629,139934	629,180336							
-83,69230769	641,592928	641,592928	641,598346	641,609026	641,62594	641,649916	641,68167	641,721814							
-84,92307692	654,376833	654,376833	654,382092	654,392464	654,408895	654,432198	654,463075	654,502133							

III. PLANOS

TRABAJO FINAL DE GRADO

Cristina Tomas Gil

ÍNDICE PLANOS

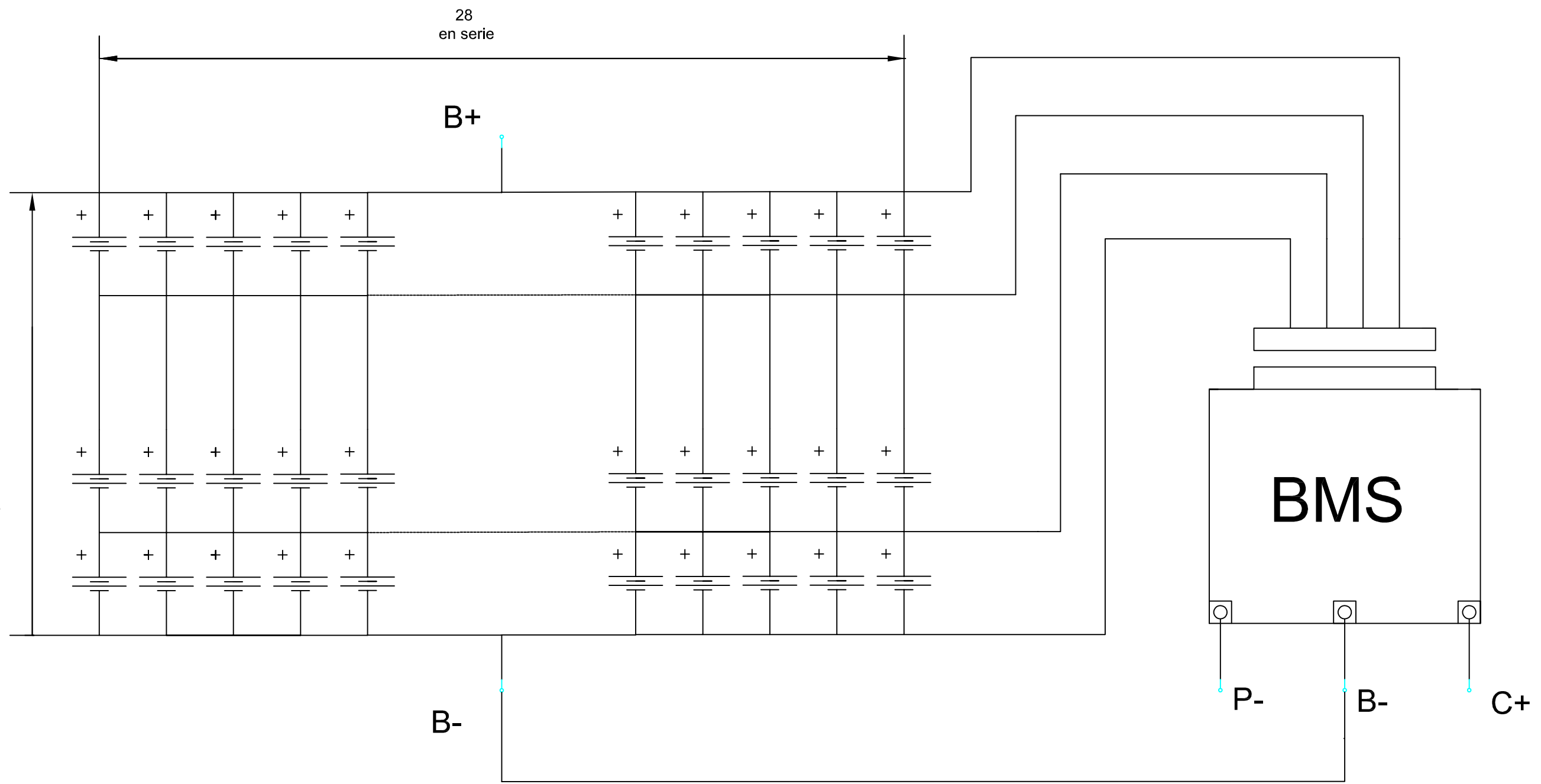
PLANO Nº1 BATERÍA

PLANO Nº2 ALTA TENSIÓN

PLANO Nº3 BAJA TENSIÓN

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Leyenda Circuito
 B+ Polo positivo de la batería
 B- Polo negativo de la batería
 P- Polo descarga
 C+ Polo de carga

Propietario legal: 	Apellidos, Nombre: Tomás Gil, Cristina	Escala: Sin escala	Sistema: Sin sistema
	Equipo: UJI ELECTRIC Racing Team	Unidades: Sin unidades	Formato Papel: A3
	Título: BATERÍA	Fecha: 26-04-2020	Plano n°: 1

Leyenda General del Circuito

- Q1 Contactor Mapa1
- Q2 Contactor Mapa 2
- Q3 Contactor de mando de Gas
- Q4 Contactor de línea
- Q5 Contactor llave de contacto
- F1 Fusible de contacto
- Q6 Contactor Arranque Precarga
- Q7 Contactor +
- Q8 Contactor -
- F2 Fusible Carter Baterias
- P1 Potenciómetro 1 Acelerador

Leyenda Controlador

- 1 Key switch in
- 3 Contactor out 1
- 4 Output 1 Supply 1+
- 9 Digital Input 6
- 15 Encoder Power Supply -
- 19 Digital Input 3
- 21 Digital Input 8
- 22 Pot 1 wiper
- 26 Uncoder power supply
- 32 Digital Input 7
- 33 Motor thermistor in
- 34 Pot 1 power supply +
- 35 Pot 2 power supply +

Leyenda Motor

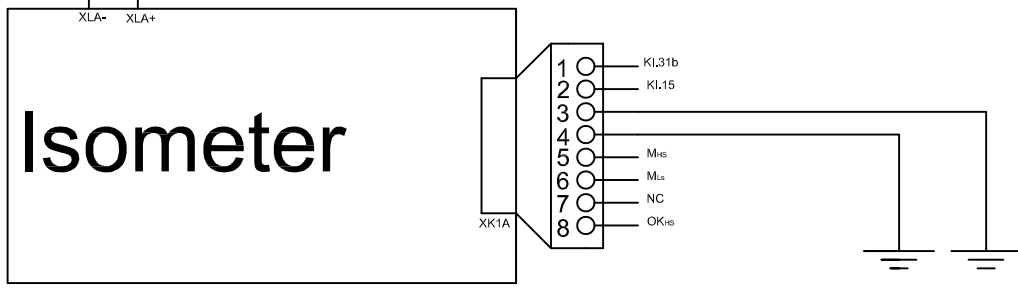
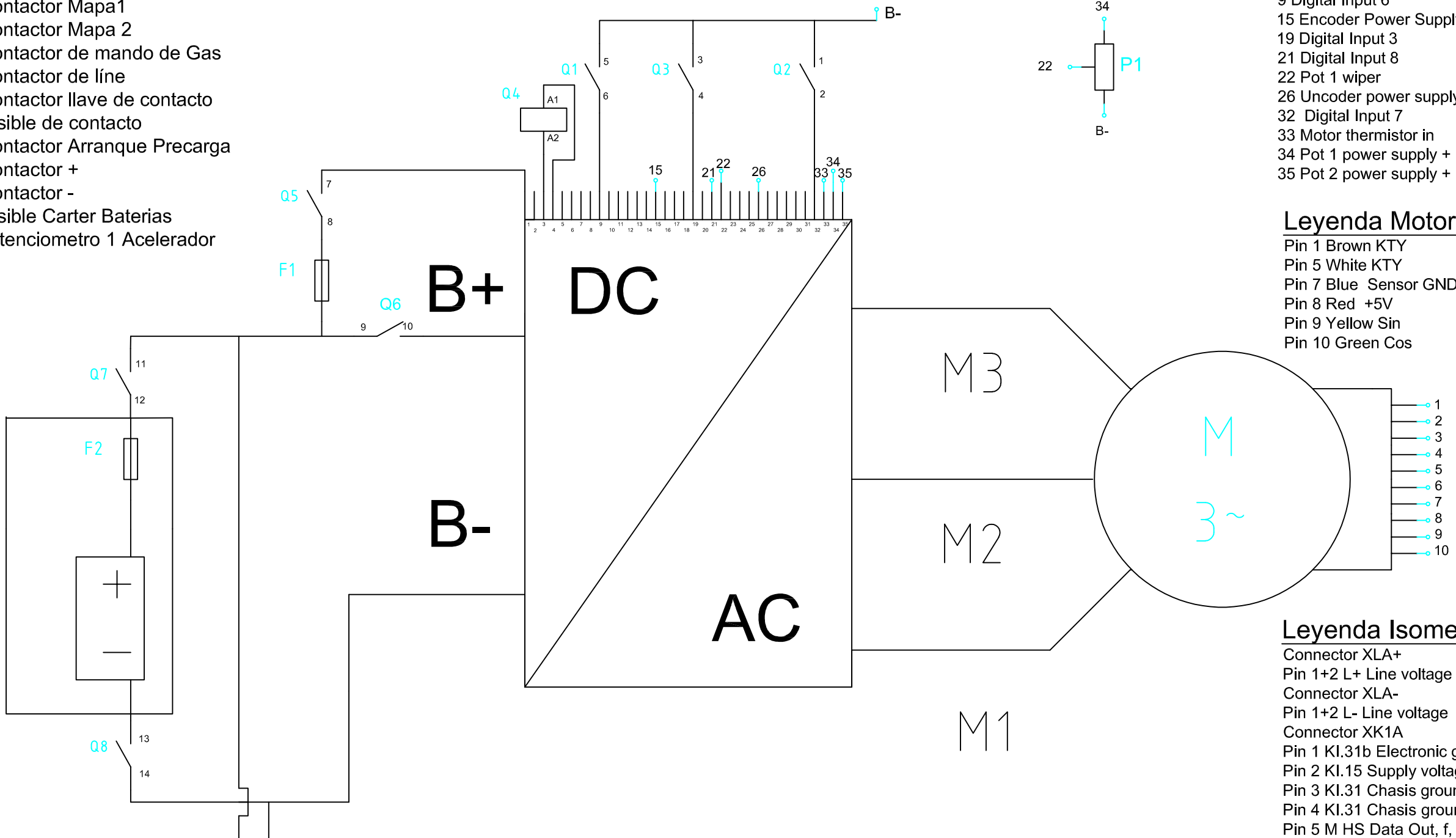
- Pin 1 Brown KTY
- Pin 5 White KTY
- Pin 7 Blue Sensor GND
- Pin 8 Red +5V
- Pin 9 Yellow Sin
- Pin 10 Green Cos

Leyenda Isometer

- Connector XLA+
- Pin 1+2 L+ Line voltage
- Connector XLA-
- Pin 1+2 L- Line voltage
- Connector XK1A
- Pin 1 KI.31b Electronic ground
- Pin 2 KI.15 Supply voltage
- Pin 3 KI.31 Chasis ground
- Pin 4 KI.31 Chasis ground (sep. line)
- Pin 5 M HS Data Out, f, PWM (high side)
- Pin 6 M LS Data Out, f, PWM (low side)
- Pin 7 n.c.
- Pin 8 OK HS Status Output (high side)

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

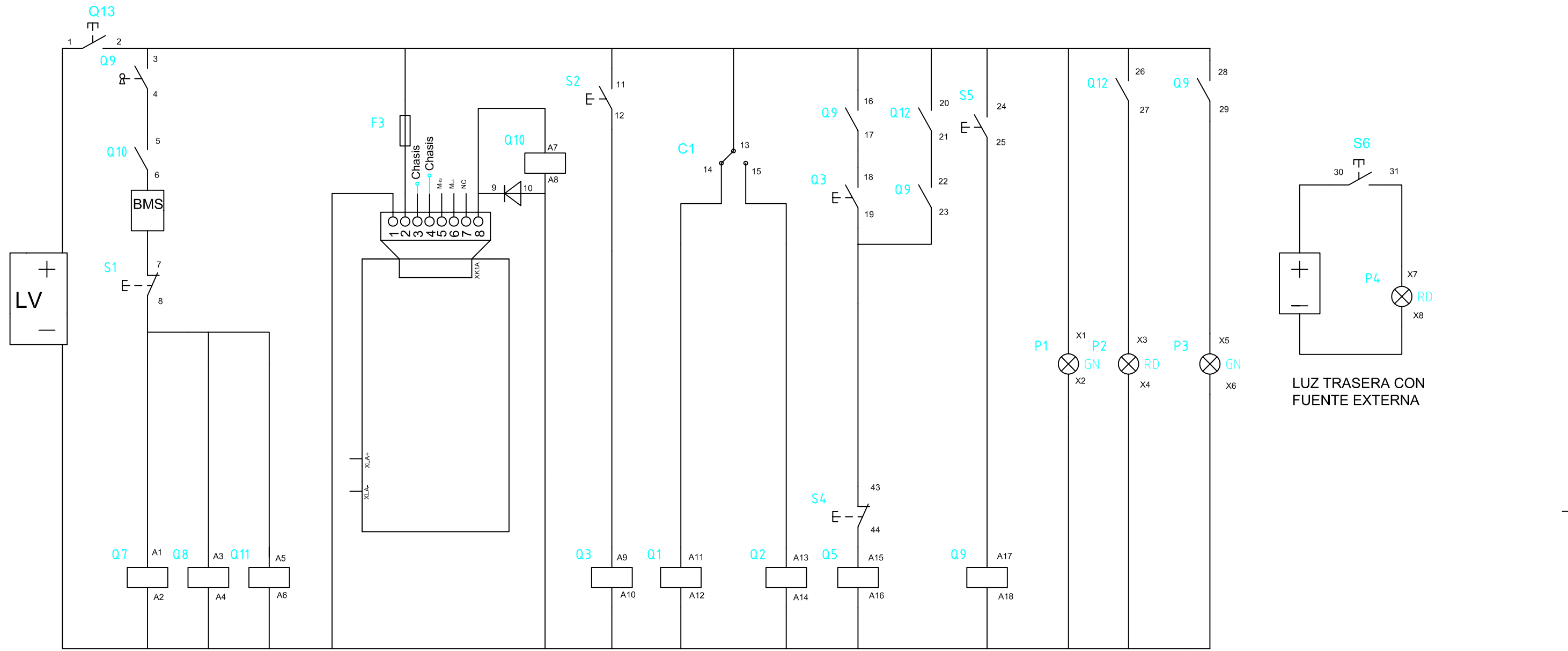
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Propietario legal: 	Apellidos, Nombre: Tomás Gil, Cristina	Escala: Sin escala	Sistema: Sin sistema
	Equipo: UJI ELECTRIC Racing Team	Unidades: Sin unidades	Formato Papel: A3
	Título: ALTA TENSIÓN	Fecha: 26-04-2020	Plano n°: 2

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Leyenda

- Q7 Contactor +
- Q8 Contactor -
- Q3 Contactor de mando de gas
- Q1 Contactor Mapa 1
- Q2 Contactor Mapa 2
- Q5 Contactor llave contacto
- Q13 Interruptor general LV
- Q9 Contactor arranque tracción
- Q10 Optoacoplador Isometer
- S1 Seta emergencia

- Q11 Contactor circuito indique tensión
- F3 Fusible Isometer
- S2 Pulsador Mando Gas
- C1 Conmutador de mapas
- S3 Pulsador llave contacto carga
- Q12 Contactor Arranque Precarga
- S4 Pulsador Paro
- S5 Pulsador Arranque Tracción
- P1 Luz verde Interruptor Fuente Baja Tensión
- P2 Luz roja Pulsador Tracción
- P3 Luz verde pulsador precarga
- P4 Luz roja trasera
- S6 Pulsador Luz trasera

Propietario legal: 	Apellidos, Nombre: Tomás Gil, Cristina	Escala: Sin escala	Sistema: Sin sistema
	Equipo: UJI ELECTRIC Racing Team	Unidades: Sin unidades	Formato Papel: A3
	Título: BAJA TENSIÓN	Fecha: 26-04-2020	Plano n°: 3

IV. PRESUPUESTO

Cristina Tomas Gil

IV.PRESUPUESTO

Detalladamente se analizarán todo lo necesario para la construcción de la parte eléctrica de la motocicleta. Para ello se desglosarán todos los gastos necesarios tanto de material como de personal. No se tendrán en cuenta las licencias de software dado que se han utilizado las licencias de la universidad. Al tratarse de un proyecto universitario que no busca un fin lucrativo se considera que no procede el estudio de la viabilidad económica.

IV.1 Coste de materiales

Para obtener el presupuesto de la parte eléctrica de la moto primeramente se obtendrá un listado con todo el material necesario para la parte eléctrica.

Concepto	Unidades	Coste Unitario (€)	Coste Total (€)
Motor	1	1.815	1.815
Batería	728	4,18	3.045,3
BMS	1	500	500
Material aislante Carter de baterías	150 piezas	300	300
Fusible del controlador	1	12,88	12,88
Contactador de línea	1	42,27	42,27
Potenciómetro acelerador	1	20	20
Display	1	500	500
Cableado HVS	4 metros	30	30
Cableado LV	5 metros	6,75	6,75
Interruptor General	1	59,94	59,94
Interruptor de emergencia	1	47,92	47,92
Vigilante de aislamiento	1	435	435
Cargador	1	6.000	6.000
Controlador	1	1.554,85	1.554,85
Luz trasera	1	12,60	12,60
Batería para luz trasera	1	20,95	20,95
Interruptor para luz trasera	1	9,15	9,15
Total			14.412,61

Tabla 25: Presupuesto del material

IV.2 Coste de mano de obra

El coste de la mano de obra se divide entre dos tipos de personal debido a la organización del propio equipo. Es por ello por lo que se dividirá entre personal técnico y personal de comunicación. Dado la situación del COVID

Cristina Tomas Gil

las horas de trabajo han variado de si se hubiera seguido el planning inicial para la fecha prevista, con ello se han obtenido las siguientes horas de trabajo.

Concepto	Salario (€/h)	Horas	Coste (€)
Personal técnico	15	500	7.500
Personal de comunicación	8	200	1.600
Total			9.100

Tabla 26: Presupuesto de la mano de obra

IV.3Coste total

Con lo que tras haber sacado el precio del material y la mano de obra, en ambos casos aplicando ya el IVA del 21%, se obtiene que el coste de la parte eléctrica de la motocicleta es de veintitrés mil quinientos doce con sesenta y un céntimos.

V. BIBLIOGRAFÍA

Cristina Tomas Gil

V.BIBLIOGRAFIA

[1] Normativa MotoStudent. VI Edición

[2] Wikipedia *Gráfico de densidad de energía por masa y volumen para varias celdas secundarias* [Online].

Disponible: https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_recargable

[3] Wikipedia *Batería de litio Ion* [Online].

Disponible: https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_ion_de_litio

[4] Wikipedia *Batería de litio Polímero* [Online].

Disponible: https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_pol%C3%ADmero_de_litio

[5] Jesús Fraile Mora Autor, Maquinas eléctricas, Garceta grupo editorial, 2016

[6] Foro coches eléctricos *Motores eléctricos de inducción vs motores de corriente continua* [Online].

Disponible: <https://forococheselectricos.com/2014/03/motores-electricos-de-induccion-vs-motores-de-corriente-continua.html>

[7] Electro movilidad *Tipos de motores eléctricos* [Online].

Disponible: <http://electromovilidad.net/tipos-de-motores-electricos/>

[8] Revista técnica CENTRO ZARAGOZA *Conectores vehículos eléctricos* [Online].

Disponible: <https://revistacentrozaragoza.com/conectores-vehiculos-electricos/>

[9] Lovesharing *Tipos de cargadores para coches eléctricos* [Online].

Disponible: <https://www.lovesharing.com/tipos-de-cargadores-para-coches-electricos/>

[10] Reglamento electrotécnico para baja tensión ITC *ITC-BT-52* [Online].

file:///D:/Descargas/BOE-326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC%20(1).pdf

[11] UNE-EN 61851

[12] BENDER Official IMD Supplier

[13] Instrumentación electrónica *Seguridad eléctrica en vehículos eléctricos* [Online]. Disponible:

<http://idm-instrumentos.es/instrumentacion/seguridad-electrica-en-vehiculos-electricos/>

[14] ITC-BT-19 [Online]. Disponible: http://www.f2i2.net/documentos/lsi/rbt/ITC_BT_19.pdf

[15] Asunción León Blasco, Enrique Belenguer Balaguer y Vicente Sanmartín Sáez Autores, *Proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión Aplicación a edificios de viviendas*, Marcombo universitaria, 2013