

# Fase 1 de la VIII Edición Campeonato Nacional



## Desafío 05: Powertrain

Centro: CIFP Juan de Herrera-IES Galileo

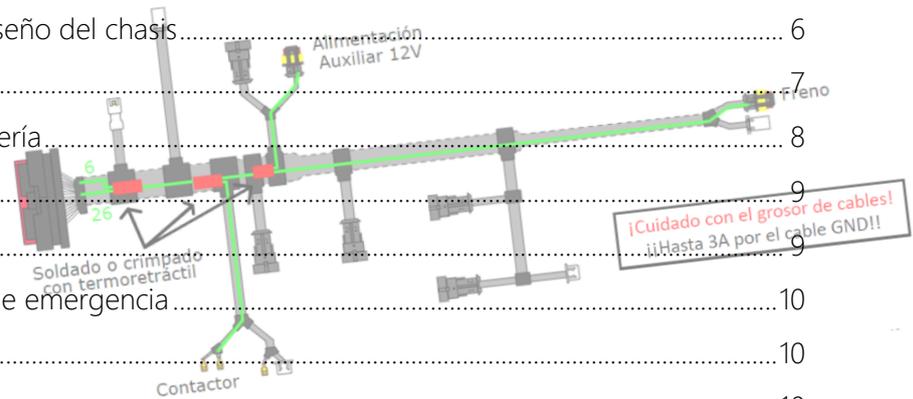


*Fecha: 7 de marzo de 2025*

*Autores: CIFP Juan de Herrera-IES Galileo*

# 0. Índice

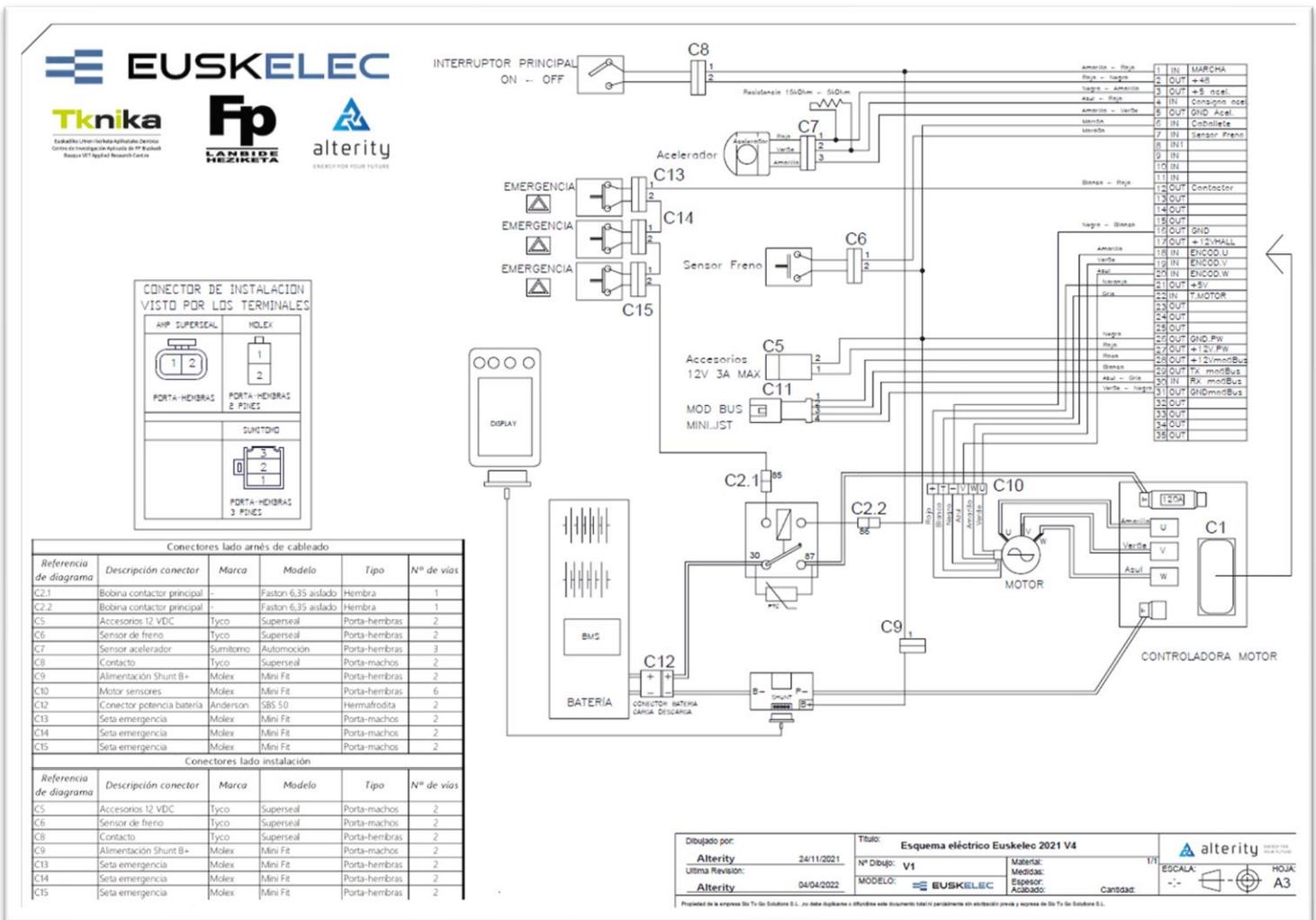
.....	1
1. Introducción .....	3
2. Procedimiento de conexión y desconexión .....	4
2.1 Procedimiento de conexión.....	4
2.2 Procedimiento de desconexión .....	4
2.3 Procedimiento de mantenimiento .....	5
3. Powertrain.....	6
3.1 Croquis cableado en el diseño del chasis.....	6
3.2 Motor.....	7
3.3 Batería y cargador de batería.....	8
3.4 Controladora .....	9
3.5 Cableado .....	9
3.6 Interruptores de parada de emergencia.....	10
3.7 Acelerador.....	10
3.8 Switch de freno.....	10
4. Sistemas auxiliares 12V .....	11
4.1 Croquis del cableado en el diseño del chasis.....	11
4.2 Display.....	11
4.3 Luces.....	11
4.4 Claxon .....	11
4.5 Descripción de consumos de los elementos auxiliares .....	12
5. Transmisión.....	12
5.1 Tipo de transmisión inicial seleccionada .....	12
5.2 Elementos utilizados en el sistema de transmisión .....	12
5.3 Uso de diferencial .....	12
5.4 Configuración y relación de transmisión final.....	13



# 1. Introducción

Partimos de la base, en este desafío, de que la organización proporciona a todos los equipos el mismo Kit de potencia que desarrollamos a lo largo de todo el desafío y que será un reto importante sacar el máximo partido al KIT en cuanto a la eficiencia que necesitamos en la fase final de Euskelec VIII.

Presente en este desafío de manera reiterada el esquema eléctrico del que se parte para poder entender el funcionamiento y puesta en marcha del powertrain facilitado y, que proporcionamos en esta introducción para no repetir en cada uno de los puntos por el espacio que ocupa, pero que está presente en todos ellos.



## 2. Procedimiento de conexión y desconexión

### 2.1 Procedimiento de conexión

Para llevar a cabo la conexión del sistema eléctrico, se seguirán los siguientes pasos:

- ✚ **Verificación previa:** Se comprobará que todos los componentes del sistema eléctrico están correctamente instalados y fijados al chasis. Se revisará el estado de los cables y conexiones, asegurando que no haya cortocircuitos o elementos sueltos.
- ✚ **Conexión de la batería auxiliar:** Se conectará la batería de 12V al sistema auxiliar, verificando que la polaridad sea la correcta.
- ✚ **Activación del sistema de alimentación:** Se encenderá el display del vehículo para confirmar que recibe energía correctamente.
- ✚ **Comprobación de sistemas auxiliares:** Se verificará el funcionamiento de la luz de posición trasera, la luz de freno y el claxon.
- ✚ **Conexión del sistema de tracción:** Se activará el desconector de mantenimiento, permitiendo la alimentación del motor y la controladora.
- ✚ **Prueba de funcionamiento:** Con el vehículo en reposo, se comprobará la respuesta del pedal del acelerador y el display.

### 2.2 Procedimiento de desconexión

Para la desconexión del sistema eléctrico, se seguirá el siguiente protocolo:

- ✚ **Verificaciones previas:** Asegurar que el vehículo eléctrico se encuentra completamente detenido y en una zona segura. Comprobar que el piloto ha descendido del vehículo. Verificar que no haya señales de sobrecalentamiento en cables o componentes eléctricos.
- ✚ **Apagado del Sistema de tracción:**
  - **Accionar el desconector de mantenimiento:**
    - Accionar el desconector manual para interrumpir la alimentación de la controladora y el motor.
    - Comprobar que el display se apaga o indica la interrupción del sistema.
- ✚ **Desactivación del Sistema auxiliar.**
  - **Apagar el display y verificar la desconexión de los sistemas auxiliares:**
    - Comprobar que la luz de posición y la luz de freno están apagadas.
    - Asegurarse de que el claxon no responde al accionamiento.
- ✚ **Desconexión de la Batería de 12V.**
  - **Desconectar la batería auxiliar** asegurándose de que los terminales quedan aislados para evitar consumo residual.

#### ✚ Inspección final.

- Realizar una revisión visual para asegurar que no quedan circuitos activos.
- Confirmar que todos los componentes eléctricos están apagados y correctamente protegidos.

### 2.3 Procedimiento de mantenimiento

Antes de realizar el procedimiento de mantenimiento se accionará el desconectador de mantenimiento, ubicado entre la batería de tracción y la controladora del motor, para interrumpir la alimentación del motor y la controladora.

#### ✚ Revisión de la batería:

- Cargar la batería cada dos meses, asegurándose de utilizar el cargador suministrado.
- Cargador Rojo/Rojo: Batería cargando.
- Cargador Rojo/Verde: Carga completa o batería no conectada.
- Si el voltaje es menor a 40V, la batería no podrá cargarse y puede estar dañada.
- Almacenar la batería en un lugar limpio, seco y libre de polvo.
- Comprobar que la batería no presenta hinchazón, fugas o daños en la carcasa.
- Revisar que los precintos de seguridad están intactos. (En caso de daño, informar a la organización).

#### ✚ Comprobación de la controladora:

- Inspeccionar los 35 pines del conector, asegurando que están rectos y sin dobleces.
- En caso de conexiones flojas o pines doblados, corregir antes de conectar la controladora.
- Verificar que las conexiones entre la controladora, el motor y la batería están firmes y limpias.
- Apriete de los tornillos a 5 Nm para evitar desconexiones accidentales.
- Si es necesario manipular la controladora, primero se debe quitar el desconectador de mantenimiento.

#### ✚ Inspección del motor:

- Verificar que el eje del motor no tenga juego y que gire libremente con la mano.
- Confirmar que la tuerca del piñón está correctamente apretada (rosca a izquierdas).
- Inspeccionar la zona de conexión con la controladora y asegurarse de que no hay cables pelados o terminales doblados.

#### ✚ Verificación del desconectador, relé, pantalla y shunt:

- Revisar que las conexiones del relé, la pantalla y el shunt están bien sujetas y no presentan componentes quemados o pistas dañadas.

- En el shunt, comprobar que el tornillo crítico de conexión está correctamente apretado.
- Para limpiar el relé y la PCB del shunt, utilizar limpiador de contactos eléctricos, asegurando que los componentes están completamente desconectados antes de la limpieza.

#### ✚ Mantenimiento del acelerador:

- Si el pedal del acelerador presenta corrosión o rozamiento, aplicar aceite lubricante tipo WD-40 o 3 en 1 en las zonas móviles.
- Comprobar que los terminales del conector están alineados y no presentan daños.

#### ✚ Revisión del cableado general

- Verificar que no hay cables pelados ni contactos flojos.
- Inspeccionar las zonas donde el cableado forma curvas cerradas, ya que son puntos críticos de desgaste.
- Usar un polímetro para medir la continuidad entre los extremos del cableado.
- Si la pantalla del polímetro muestra O.L, significa que no hay conexión y el cableado debe revisarse.

#### ✚ Resumen de tareas de mantenimiento:

Elemento	Acción	Frecuencia
Batería	Cargar y verificar voltaje	Cada 2 meses
Controladora	Revisar pines, conexiones y limpieza	Cada uso
Motor	Revisar eje, apriete del piñón y cableado	Cada uso
Desconector y relé	Comprobar conexiones y estado del shunt	Cada uso
Acelerador	Lubricar mecanismo y revisar cableado	Cada uso
Cableado	Inspeccionar conexiones y medir continuidad	Cada uso

## 3. Powertrain

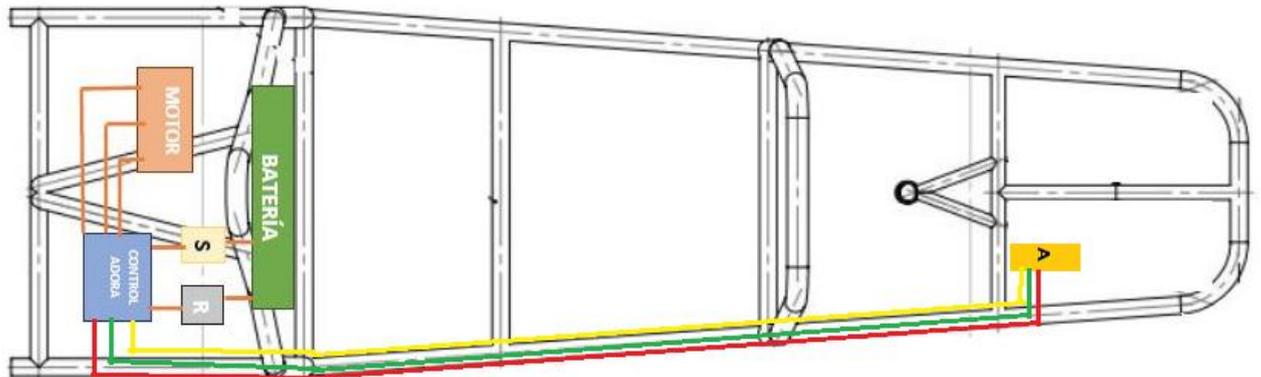
### 3.1 Croquis cableado en el diseño del chasis

En la siguiente imagen se puede observar la disposición de los elementos del Powertrain en la base del chasis

- ✚ Batería, motor, controladora, relé de desconexión del cable positivo y el sensor de corriente, se han colocado en la parte trasera, detrás del piloto, con el objetivo de que los cables de más sección y por lo tanto más pesados, sean lo más cortos posible.
- ✚ En la parte delantera únicamente se posiciona el pedal del acelerador, en el lado derecho, a la altura de los pies del piloto.

## Identificación de los elementos en la imagen

- **Batería:** Batería de tracción.
- **Motor:** Motor de tracción.
- **S:** Medidor de corriente. (Shunt).
- **R:** Relé de desconexión del cable positivo de alimentación.
- **Controladora:** controladora.
- **A:** Acelerador.



## 3.2 Motor

Los **motores de imán permanente** son usados en servomotores, accionamientos eléctricos para posicionamiento, robótica, máquinas herramienta, ascensores, etc. Se han llegado a construir máquinas de una potencia por encima de 1MW por ejemplo para el accionamiento de submarinos. También es posible su aplicación en generación y bombeo a partir de energía solar fotovoltaica o energía eólica. Más recientemente, se usan en la propulsión de trenes de alta velocidad y, por lo general, es el tipo de motor que se usan en los vehículos eléctricos.

En el caso concreto **del motor EUS21, es un motor de 1600W de potencia**, que con el desarrollo adecuado es capaz de mover el vehículo que, en su conjunto, alcanzará los 150-200kg. Gracias a las **3.500 r.p.m, la velocidad punta del vehículo podrá superar los 40 km/h**, aunque por especificaciones de la competición estará limitada.

El motor desarrolla una **potencia mecánica superior a 1 kW**.

Se deben tener en cuenta **una serie de consideraciones de seguridad** ya que el motor puede producir daños en el cuerpo en caso de atrapamiento, es por ello que, se recomienda: no introducir herramientas, ni por supuesto operar cerca de este mientras se encuentra activo; extraer la batería para evitar arranques indeseados; se debe anclar firmemente para evitar que las fuerzas de inercia muevan el motor en caso de realizar pruebas en el tren de potencia fuera del vehículo.



### 3.3 Batería y cargador de batería

La **batería de ION-L** proporcionada por la organización, suministra **una tensión de 46,8V** y es capaz de abastecer hasta **24,5 Ah**, lo que constituye una **energía almacenada de 1146.6 Wh**, suficiente para mantener el vehículo eléctrico en marcha durante más de una hora.

En general, la batería de ion de litio se conforma de **4 fragmentos: ánodo, cátodo, separador y electrolito**. el primero al descargarse pierde electrones y se oxida, y cuando se carga se reduce ya que gana electrones. lo opuesto sucede en el caso del cátodo.

Las **propiedades** de las baterías de Li-ion, como la **ligereza** de sus componentes, su **elevada capacidad energética y resistencia a la descarga**, junto con **el poco efecto memoria** que sufren o su **capacidad para funcionar con un elevado número de ciclos de regeneración**, permiten diseñar acumuladores ligeros, de pequeño tamaño y variadas formas, con un alto rendimiento, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo.



Desde la primera comercialización de un acumulador basado en la tecnología Li-ion a principios de los años 1990, su uso se ha popularizado en aparatos como teléfonos móviles, tabletas, ordenadores portátiles y altavoces inalámbricos. Sin embargo, **su rápida degradación y sensibilidad a las elevadas temperaturas**, que pueden resultar en su destrucción por inflamación o incluso explosión, requieren, en su configuración como producto de consumo, la **inclusión de dispositivos adicionales de seguridad**, resultando en un coste superior que ha limitado la

extensión de su uso a otras aplicaciones. En la actualidad, estos problemas se están minimizando de diversas maneras y su aplicación se está extendiendo a los automóviles y el ejemplo más popular de utilización de esta tecnología es TESLA.

La batería **almacena 1,16 kWh de energía** y se carga mediante el **cargador Wate 54.6 5A**.

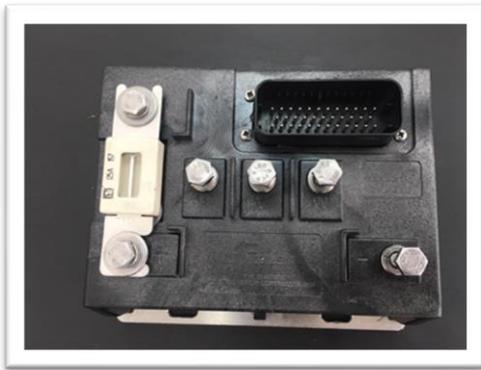
#### ⚠ Normas de seguridad que se deben cumplir:

- Es obligatorio supervisar la batería durante la carga.
- Cuando se vaya a manipular el sistema eléctrico se debe sacar la batería del vehículo.
- Se debe evitar el contacto eléctrico de la batería con herramientas o elementos externos.
- Conservar en un lugar limpio y seco.
- Evitar la colocación de elementos combustibles, en parte alguna de la instalación o en las zonas próximas.
- Si se detecta un aumento de temperatura anormal durante el funcionamiento y/o operaciones de instalación, sacar la batería de su emplazamiento y colocar en un lugar apartado y al aire libre, observando su estado y avisando a emergencias si fuera necesario.

### 3.4 Controladora

Su misión es transformar la energía de la batería en energía que se pueda proporcionar al motor trifásico. Para ello, el módulo recibe señales desde diversos elementos, como el acelerador, freno etc..., para poder adecuar la señal que envía al motor a las exigencias del piloto.

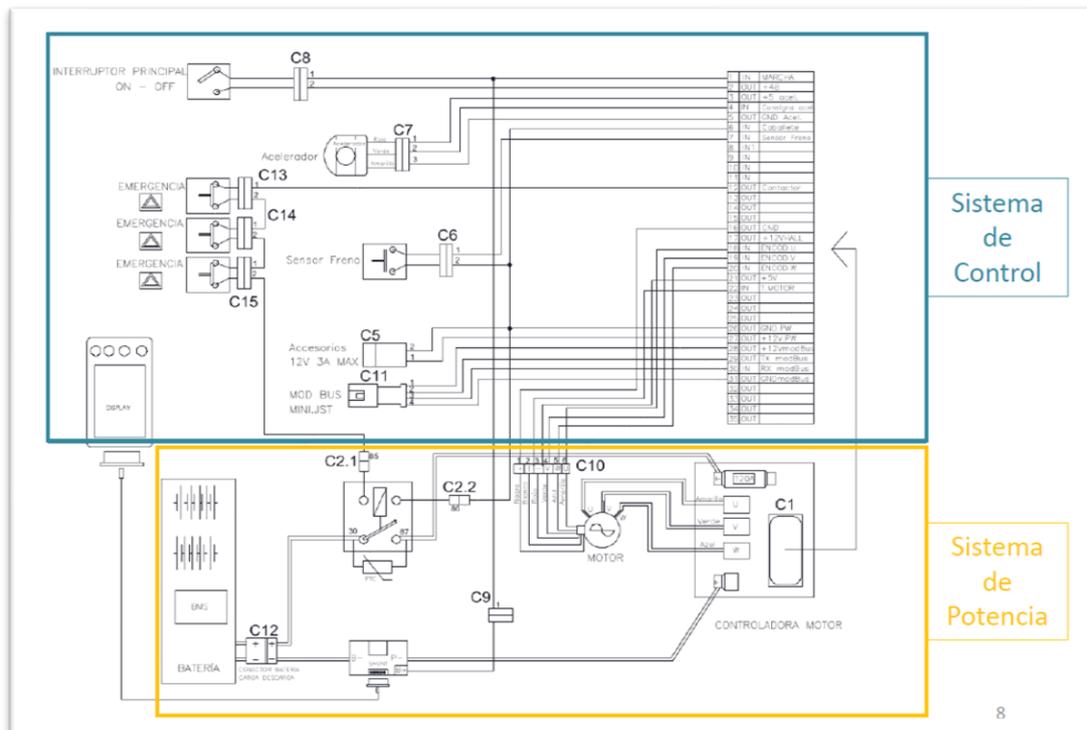
El módulo de control es alimentado por la batería, a 48 Vdc y ha de ser capaz de, mediante una regulación PWM, de proporcionar 3 salidas de tensión alterna, en frecuencia variable para regular la velocidad del motor. La regulación de la velocidad, vendrá dada por la señal del acelerador.



La controladora de motor posee varias conexiones de potencia, pueden efectuarse cortocircuitos con herramientas o elementos conductores. Se recomienda la utilización de guantes protectores para la manipulación del conexionado y evitar la colocación de elementos combustibles, en parte alguna de la instalación o en las zonas próximas.

### 3.5 Cableado

El esquema eléctrico en el que se pueden observar el sistema de potencia de control.



Se utiliza como base el kit de fabricación de arnés de conexionado Alterity EUS210.

Para elementos auxiliares se usará cable de sección acorde a la intensidad que vaya a circular.

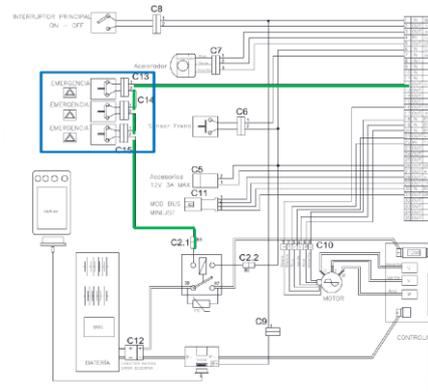
### 3.6 Interruptores de parada de emergencia

Incorporaremos **tres interruptores**, dos de ellos, uno a cada lado del vehículo, en la parte superior de la carrocería y, el tercero delante del cockpit del piloto, también en la parte superior de la carrocería. Su **conexión es en serie**, de modo que, pulsando cualquiera de ellos, se corta la alimentación positiva al relé de desconexión principal y, por lo tanto, se corta la corriente a la controladora.

**Tensión máxima**  
60 VDC

**Corriente de ruptura**  
120 A

Sistema de precarga  
Tensión de activación 12V



### 3.7 Acelerador

Usaremos el facilitado con el **kit Alterity (EUS20)**.



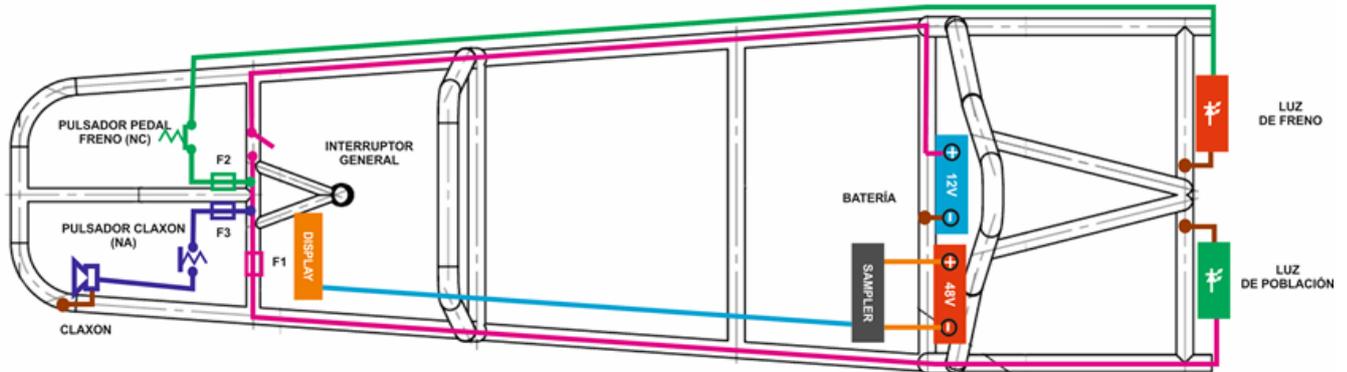
Se ubicará **en la parte delantera del vehículo**, a la altura de los pies del piloto, de forma que la posición del pie derecho sea cómoda durante toda la carrera. El cableado que une el acelerador con la controladora se conduce por el lado derecho del chasis como se puede apreciar en la imagen del **punto 3.1** de este desafío.

### 3.8 Switch de freno

Usaremos un **microinterruptor n/c de 2 vías con un fleje metálico flexible**, ubicado en la parte más cercana al punto de pivote del pedal de freno, de modo que cuando el pedal de freno no esté pisado, el interruptor se encuentre abierto.

## 4. Sistemas auxiliares 12V

### 4.1 Croquis del cableado en el diseño del chasis



Este esquema representa la instalación eléctrica del sistema auxiliar de 12V en la estructura de nuestro vehículo.

A continuación, se describe el papel de los elementos principales:

### 4.2 Display

El "Display" es un componente electrónico conectado a la instalación eléctrica **a través del fusible F1**. Su función es proporcionar información visual sobre el estado del sistema eléctrico, como el nivel de carga de la batería, el encendido de luces, o incluso advertencias de fallos eléctricos. Se encuentra ubicado cerca del interruptor general, lo que sugiere que es un elemento de monitoreo principal.

### 4.3 Luces

- ✚ **Luz de freno:** Está conectada al circuito del "Pulsador Pedal Freno (NC)", lo que indica que se enciende cuando el conductor pisa el pedal del freno. Utiliza un **cableado específico (verde)** y un fusible de protección **F2**.
- **Luz de población:** Es una luz de señalización que permanece encendida mientras el sistema esté activado. Está conectada a la batería de 12V y sigue un recorrido en paralelo con otros elementos del sistema.

### 4.4 Claxon

El claxon está vinculado al "Pulsador Claxon (NA)", lo que indica que es un sistema de activación momentánea. Cuando se presiona el botón, el circuito se cierra y el claxon emite un sonido. Está protegido por el **fusible F3** y tiene su propio recorrido de cableado independiente (**en color azul en el esquema**).

## 4.5 Descripción de consumos de los elementos auxiliares

Elementos	Consumos
Claxon	42W
Población	1W
Frenos	1W
Display	1W

# 5. Transmisión

## 5.1 Tipo de transmisión inicial seleccionada

La transmisión será **por cadena de paso 219** para minimizar las pérdidas por rozamiento de la transmisión

## 5.2 Elementos utilizados en el sistema de transmisión

**Piñón de salida** para el motor que es fácilmente intercambiable mediante 4 tornillos, realizando un acoplamiento intermedio para adaptarlo al eje del motor.



**Coronas traseras intercambiables**, intercambiables sin desmontar el eje, mediante dos sistemas:

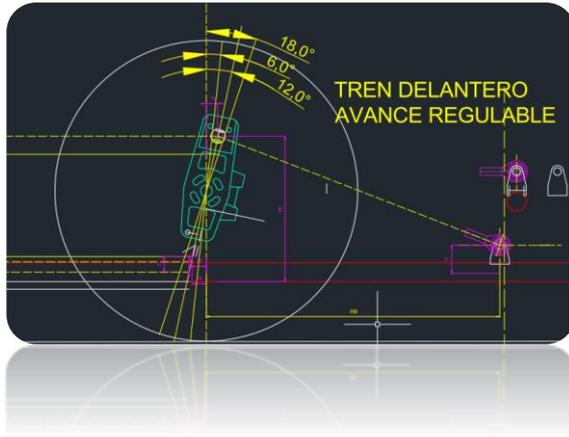
- Montadas sobre un buje de aluminio que fijado mediante chaveta al eje de 30mm, que permite montar dos coronas con diferente número de dientes. Este buje puede desplazarse en el eje para que el piñón del motor y la corona trasera queden perfectamente alineados, evitando pérdidas de energía por rozamiento
- Utilizando coronas partidas



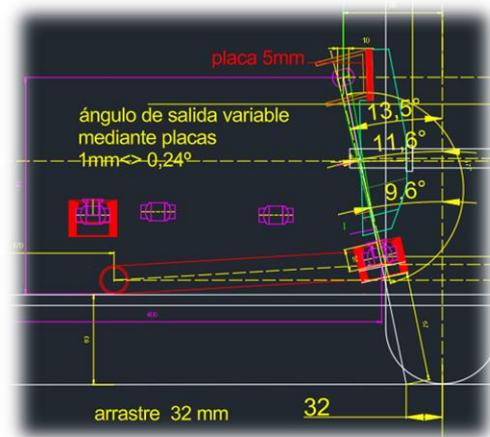
## 5.3 Uso de diferencial

No usamos diferencial, por lo que la geometría de la dirección delantera debe de ser muy agresiva con altos valores en ellos ángulos de avance, salida, y con un arrastre variable (mínimo de 32mm).

En las siguientes imágenes aportamos los ángulos estudiados.



Angulo de avance



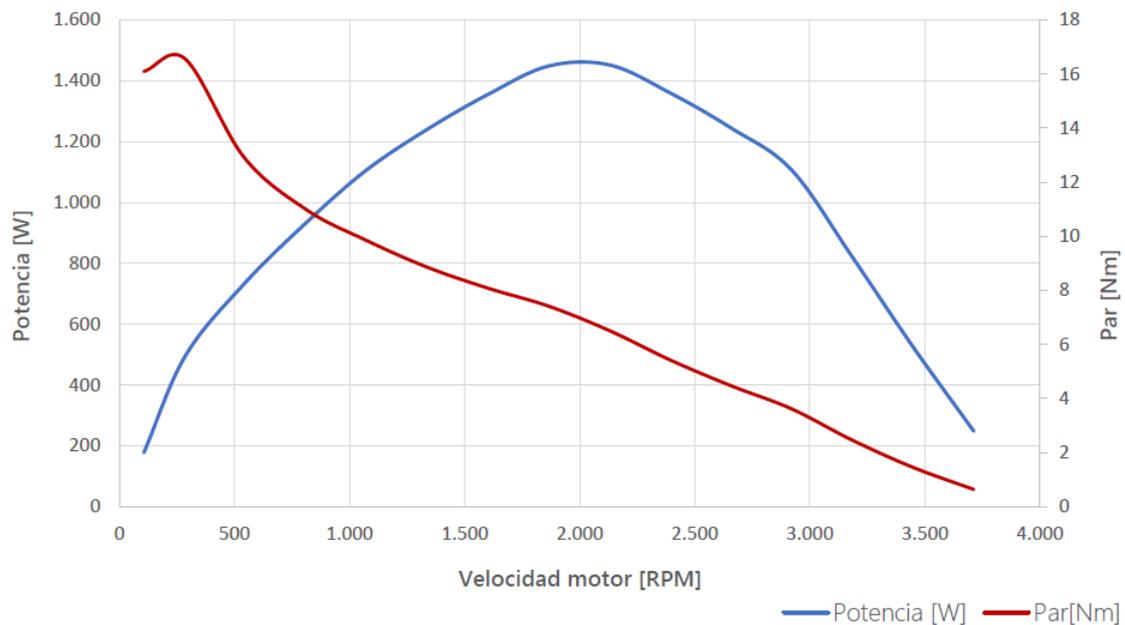
Angulo de salida y arrastre

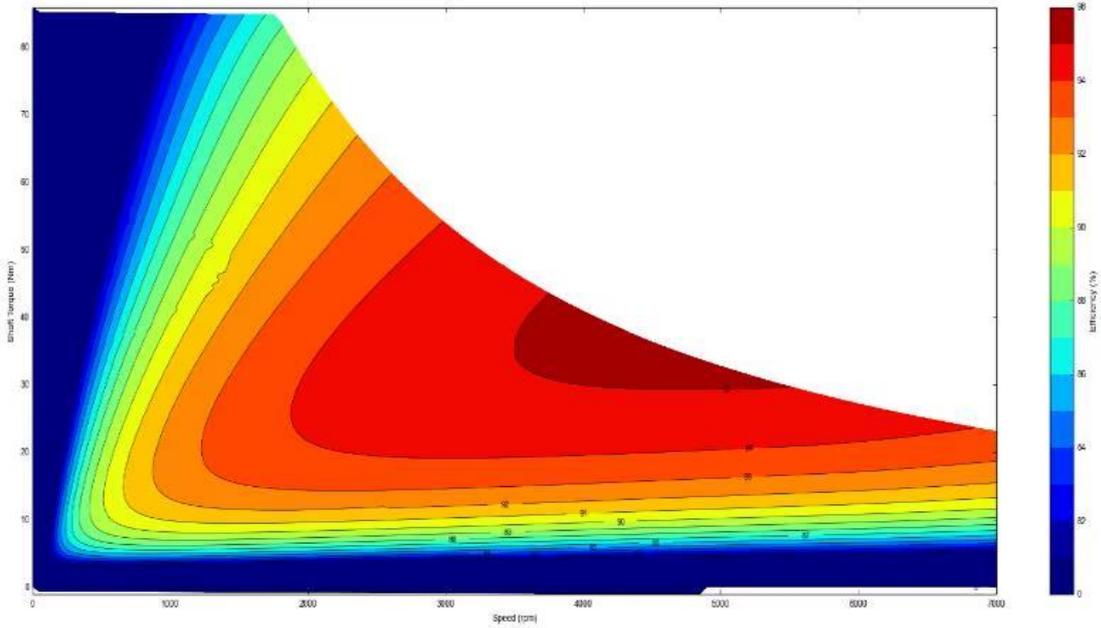
Con estos ángulos, al girar en una curva, el punto de contacto con el suelo de las ruedas delanteras cambian de plano respecto a este: La exterior sube y la interior baja, por lo que el vehículo, debido a la fuerza centrífuga, hace que el vehículo gire respecto al eje formado por la rueda delantera interior y la trasera exterior, apoyándose en la delantera exterior y quedando prácticamente sin apoyo la rueda trasera interior, lo que facilita el cambio de dirección del vehículo sin necesidad de tener diferencial, el diferencial añadiría peso, mayores pérdidas por rozamiento e incluso pérdida de adherencia y capacidad de tracción en giros muy pronunciados.

#### 5.4 Configuración y relación de transmisión final.

La elección de la transmisión final la hacemos para hacer trabajar al motor en la zona de su máxima eficiencia.

Con la curva de eficiencia proporcionada por la organización, trabajamos con la zona de máximo rendimiento.





La zona de máximo rendimiento está en un régimen de revoluciones entre el 75%-65% del máximo.

Para calcular la relación de trasmisión fijamos los siguientes parámetros:

Velocidad	40 Km/h
R.P.M. del motor	3.000 rpm
Piñón de salida	11 Z

Calculamos a partir de ellos, el número de dientes Z de la corona trasera para que el vehículo alcance los 40 Km/h cuando el vehículo gire a 3.000 rpm

VELOCIDAD Km /hora	40,0	
VELOCIDAD metro /segundo	11,1	VELOCIDAD Km/horaX1000/3600
VELOCIDAD metro / minuto	666,7	X60segundos/1minuto
DIAMETRO RUEDA metros	0,409	
CIRCUNFERENCIA metros	1,28	
REVOLUCION RUEDA EN 1 minuto para esa velocidad	519	VELOCIDAD metro / minuto/DIAMETRO RUEDA metros
REVOLUCION MOTOR por minuto	3000	
DESMULTIPLICACION VELOCIDAD M /1000F	5,782	
Nº DIENTES Z PIÑON SALIDA MOTOR	11	
Nº DIENTES Z CORONA EJE	63	

Una vez que tenemos calculado el número de dientes de la corona trasera completaremos las opciones con piñón de ataque y otra corona con diferentes Nº de dientes, para cubrir un intervalo amplio y que los saltos entre desarrollos sean similares, de tal manera que:

- Con una corona de 65 Z y un piñón de ataque de 12 Z (adicionales a 63 Z y 11 Z).
- Cubrimos un intervalo del 14% con saltos entre el 3% y el 6%.

Obtenemos con ello la siguiente desmultiplicación:

DESMULTIPLICACIÓN		
63/12	5,25	91%
65/12	5,41666667	94%
63/11	5,78210128	100%
65/11	5,96566005	103%

Relación 11/63		Relación 12/63	
VELOCIDAD	RPM	VELOCIDAD	RPM
3	200	3	200
8	600	9	600
13	1000	15	1000
19	1400	21	1400
24	1800	26	1800
29	2200	32	2200
35	2600	38	2600
40	3000	44	3000
45	3400	50	3400
51	3800	56	3800

Relación 11/65		Relación 12/65	
VELOCIDAD	RPM	VELOCIDAD	RPM
3	200	3	200
8	600	9	600
13	1000	14	1000
18	1400	20	1400
23	1800	26	1800
28	2200	31	2200
34	2600	37	2600
39	3000	43	3000
44	3400	48	3400
49	3800	54	3800

Y si lo llevamos a un gráfico obtenemos

