



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO
PARA UN VEHÍCULO DE CATEGORÍA TUBULAR TIPO
BUGGY BASADO EN EL REGLAMENTO PARA
COMPETENCIAS DE LA FEDAK**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ**

MUÑOZ HERRERA SANTIAGO JAVIER

DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS LUCERO NARVAEZ

Quito, abril 2018

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2018
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	171987876-9
APELLIDO Y NOMBRES:	Muñoz Herrera Santiago Javier
DIRECCIÓN:	Milton Jácome It 69 y Cacha
EMAIL:	santiag02012@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	022031092
TELÉFONO MOVIL:	0984679081

DATOS DE LA OBRA					
TÍTULO:	"Diseño e implementación del sistema eléctrico para un vehículo de categoría tubular tipo buggy basado en el reglamento para competencias de la FEDAK"				
AUTOR:	Santiago Javier Muñoz Herrera				
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	12 de abril de 2018				
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Juan Carlos Lucero				
PROGRAMA	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">PREGRADO</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; width: 30px;">X</td> <td style="border: none;">POSGRADO</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center; width: 30px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	PREGRADO	X	POSGRADO	<input type="checkbox"/>
PREGRADO	X	POSGRADO	<input type="checkbox"/>		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz				
RESUMEN:	<p>El presente proyecto tuvo como finalidad el diseño e implementación del sistema eléctrico para un vehículo de categoría tubular tipo buggy, basándose en la normativa para competencias de la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo, FEDAK; siendo así: el diseño, implementación y evaluación del sistema de arranque, sistema de carga, sistema de encendido y sistema de iluminación. Como primer paso se tomó en consideración la importancia del sistema eléctrico de un vehículo que participará en varias competencias donde no se puede descuidar ningún factor. Se investigó también la normativa de la FEDAK y la FIA. Como segundo paso se realizaron cálculos utilizando ecuaciones de potencia eléctrica e intensidad eléctrica, con los resultados obtenidos se seleccionaron los componentes a utilizarse tales como: cables conductores AWG 6, 12, 14, 16 y 18, relés, fusibles y distintos</p>				

consumidores utilizados para los respectivos subsistemas. Como tercer paso se realizó el diseño de éstos sistemas mediante programas de computadora que permitieron comprobar su funcionamiento y posteriormente la instalación del cableado y elementos que componen el sistema eléctrico del prototipo. Se instalaron además dos ventiladores eléctricos accionados por un switch en el tablero de instrumentos o por un termoswitch para mejorar la refrigeración del motor y como requisito de seguridad por parte de la FEDAK se instaló un switch master que cortará la corriente eléctrica en caso de producirse una emergencia. Como último paso se establecieron las conclusiones obtenidas al final de este trabajo en relación al diseño y construcción del sistema eléctrico, también recomendaciones para realizar posibles mejoras del sistema eléctrico del prototipo.

PALABRAS CLAVES:

FEDAK, AWG, Termoswitch, Switch Master, Buggy.

ABSTRACT:

The purpose of this project was the design and implementation of the electrical system for a tubular vehicle type buggy, based on the regulations for competitions of the Ecuadorian Federation of Motoring and Karting, FEDAK; being the case: the design, implementation and evaluation of the starting system, charging system, ignition system and lighting system. As a first step, the importance of the electrical system of a vehicle that will participate in several competitions where no factor can be neglected was taken into consideration. The regulations of the FEDAK and the FIA were also investigated. As a second step, calculations were made using electric power and electric intensity equations, with the results obtained were selected the components to be used such as: AWG 6, 12, 14, 16 and 18 conductors, relays, fuses and different consumers used for the respective subsystems. As a third step, the design of these systems was carried out using computer programs that allowed to verify their operation and then the installation of the wiring and elements that make up the electrical system of the prototype. Two electric fans were also installed, powered by a switch in the dashboard or by a thermoswitch to improve the cooling of the engine and as a safety

KEYWORDS

requirement by FEDAK a master switch was installed that will cut the electric current in case of an emergency. As a final step, the conclusions obtained at the end of this work were established in relation to the design and construction of the electrical system, as well as recommendations for possible improvements to the prototype's electrical system.

FEDAK, AWG, Termoswitch, Switch Master, Buggy.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: _____

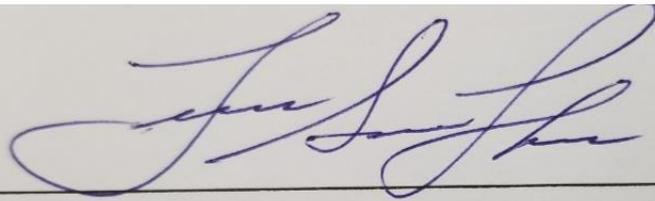
MUÑOZ HERRERA SANTIAGO JAVIER
C.I.171987876-9

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **MUÑOZ HERRERA SANTIAGO JAVIER**, C.I: **171987876-9** autor del proyecto titulado: **“Diseño e implementación del sistema eléctrico para un vehículo de categoría tubular tipo buggy basado en el reglamento para competencias de la FEDAK”** previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 12 de abril de 2018

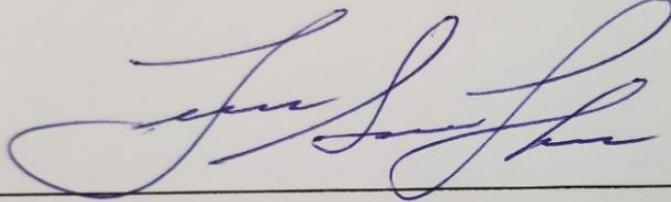
f. 

MUÑOZ HERRERA SANTIAGO JAVIER
C.I.171987876-9

DECLARACIÓN

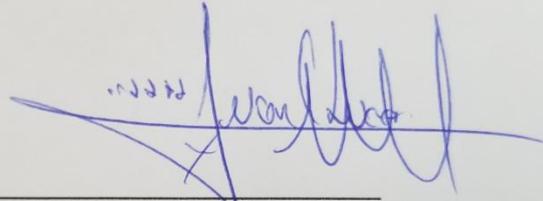
Yo SANTIAGO JAVIER MUÑOZ HERRERA, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

f. 
MUÑOZ HERRERA SANTIAGO JAVIER
C.I.171987876-9

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño e implementación del sistema eléctrico para un vehículo de categoría tubular tipo buggy basado en el reglamento para competencias de la FEDAK**”, que, para aspirar al título de Ingeniero Automotriz fue desarrollado por **SANTIAGO JAVIER MUÑOZ HERRERA**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



f: _____
Ing. Juan Carlos Lucero Narvárez
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 171592560-6

DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo está plasmado en este trabajo, que dedico a mis padres Santiago Muñoz y Doris Herrera, a mis hermanos Gabriel y Liliana, a mi familia y amigos.

El apoyo y motivación de cada persona que estuvo conmigo durante estos años son y serán razones importantes para cumplir mis metas y objetivos en la vida.

Muñoz Santiago

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido realizar este sueño, a mis padres **Santiago Muñoz** y **Doris Herrera** que fueron el pilar fundamental para alcanzar esta gran meta en mi vida, de igual forma a toda mi familia, quienes confiaron en mí y me apoyaron.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial, que me enseñó el camino para cumplir un sueño y que de la mano de grandes docentes supo afianzar mi idea de superarme y ser parte de esta gran carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 OBJETIVOS	7
2. METODOLOGÍA	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
3.1 PARÁMETROS DE PRE-DISEÑO	13
3.1.1 REGLAMENTO FEDAK	13
3.1.2 NORMATIVA INTERNACIONAL	13
3.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO	14
3.2 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO	15
3.2.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN	15
3.2.2. SISTEMA DE VENTILADOR PARA EL RADIADOR	25
3.2.3. SISTEMA DE ARRANQUE	27
3.2.4. SISTEMA DE CARGA	28
3.2.5. SISTEMA DE ENCENDIDO PARA UN MOTOR DE COMPETICIÓN	30
3.2.6 MANÓMETROS INDICADORES	35
3.2.7 ELECTRICAL SWITCH MASTER	36
3.2.8 COSTO DE IMPLEMENTOS	37
3.3 CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN EL VEHÍCULO	38
3.3.1. SISTEMA DE ARRANQUE	38
3.3.2 SISTEMA DE CARGA	38
3.3.3 SISTEMA DE ILUMINACIÓN	39
3.3.4 SISTEMA DE VENTILADOR PARA EL RADIADOR	40
3.3.5 SISTEMA DE ENCENDIDO	41
3.3.6 MANÓMETROS INDICADORES	42
3.3.7 SWITCH MASTER	43

3.3.8 BOMBA DE COMBUSTIBLE	44
3.3.9 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	45
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
4.1 CONCLUSIONES	48
4.2 RECOMENDACIONES	49
5. BIBLIOGRAFÍA	51
6. ANEXOS	55
ANEXO 1.	55
ANEXO 2.	58
ANEXO 3.	77

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA.
Tabla 1. Elementos utilizados en el proyecto	10
Tabla 2. Ficha técnica Hyundai Atos 2002	14
Tabla 3. Conductores eléctricos CABLEC	15
Tabla 4. Especificaciones del motor de arranque Hyundai Atos	27
Tabla 5. Conductores eléctricos de acuerdo al calibre y capacidad	28
Tabla 6. Especificaciones del alternador del Hyundai Atos	29
Tabla 7. Análisis de selección de batería.	32
Tabla 8. Costo de implementos	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA.
Figura 1. Esquema simplificado del sistema de arranque	5
Figura 2. Esquema del Sistema de carga	5
Figura 3. Esquema de un sistema de encendido DIS	5
Figura 4. Elementos del sistema de iluminación	6
Figura 5. Tablero de instrumentos e indicadores	6
Figura 6. Electrical Master Switch	7
Figura 7. Dimensiones del vehículo prototipo	15
Figura 8. Circuito eléctrico luces principales	17
Figura 9. Circuito eléctrico neblineros	19
Figura 10. Circuito eléctrico barra LED	20
Figura 11. Circuito eléctrico luces de maniobra	21
Figura 12. Circuito eléctrico luces de stop	22
Figura 13. Circuito eléctrico luces de reversa	24
Figura 14. Circuito eléctrico Luces de emergencia	25
Figura 15. Circuito del Ventilador eléctrico	26
Figura 16. Esquema eléctrico del sistema de arranque Hyundai Atos.	28
Figura 17. Esquema eléctrico del alternador del Hyundai Atos	30
Figura 18. Grado térmico de la bujía	33
Figura 19. Grado térmico de la bujía	33
Figura 20. Forma de propagación de la chispa entre los electrodos	34
Figura 21. Cables de bujía ACCEL de alto rendimiento	34
Figura 22. Manómetros indicadores	35
Figura 23. Tacómetro de competición	36
Figura 24. Switch master	37
Figura 25. Instalación del sistema de arranque	38
Figura 26. Prueba de voltaje del sistema de carga	39
Figura 27. Sistema de iluminación delantera	40
Figura 28. Sistema de iluminación posterior	40
Figura 29. Sistema de ventilación para el radiador	41
Figura 30. Cables de bujías de alto rendimiento	42
Figura 31. Manómetros indicadores	43

Figura 32. Instalación del Switch Master	44
Figura 33. Presión en la bomba de combustible	44
Figura 34. Utilización del multímetro	45
Figura 35. Utilización del tester comprobador de cables de bujías	46

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA.
ANEXO 1. Reglamento Técnico de la FEDAK	55
ANEXO 2. Reglamento de la F.I.A.	58
ANEXO 3. Esquemas de manómetros indicadores	77

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como finalidad el diseño e implementación del sistema eléctrico para un vehículo de categoría tubular tipo buggy, basándose en la normativa para competencias de la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo, FEDAK; siendo así: el diseño, implementación y evaluación del sistema de arranque, sistema de carga, sistema de encendido y sistema de iluminación. Como primer paso se tomó en consideración la importancia del sistema eléctrico de un vehículo que participará en varias competencias donde no se puede descuidar ningún factor. Se investigó también la normativa de la FEDAK y la FIA. Como segundo paso se realizaron cálculos utilizando ecuaciones de potencia eléctrica e intensidad eléctrica, con los resultados obtenidos se seleccionaron los componentes a utilizarse tales como: cables conductores AWG 6, 12, 14 ,16 y 18, relés, fusibles y distintos consumidores utilizados para los respectivos subsistemas. Como tercer paso se realizó el diseño de éstos sistemas mediante programas de computadora que permitieron comprobar su funcionamiento y posteriormente la instalación del cableado y elementos que componen el sistema eléctrico del prototipo. Se instalaron además dos ventiladores eléctricos accionados por un switch en el tablero de instrumentos o por un termoswitch para mejorar la refrigeración del motor y como requisito de seguridad por parte de la FEDAK se instaló un switch master que cortará la corriente eléctrica en caso de producirse una emergencia. Como último paso se establecieron las conclusiones obtenidas al final de este trabajo en relación al diseño y construcción del sistema eléctrico, también recomendaciones para realizar posibles mejoras del sistema eléctrico del prototipo.

Palabras clave: FEDAK, AWG, Termoswitch, Switch Master, Buggy.

ABSTRACT

The purpose of this project was the design and implementation of the electrical system for a tubular vehicle type buggy, based on the regulations for competitions of the Ecuadorian Federation of Motoring and Karting, FEDAK; being the case: the design, implementation and evaluation of the starting system, charging system, ignition system and lighting system. As a first step, the importance of the electrical system of a vehicle that will participate in several competitions where no factor can be neglected was taken into consideration. The regulations of the FEDAK and the FIA were also investigated. As a second step, calculations were made using electric power and electric intensity equations, with the results obtained were selected the components to be used such as: AWG 6, 12, 14, 16 and 18 conductors, relays, fuses and different consumers used for the respective subsystems. As a third step, the design of these systems was carried out using computer programs that allowed to verify their operation and then the installation of the wiring and elements that make up the electrical system of the prototype. Two electric fans were also installed, powered by a switch in the dashboard or by a thermoswitch to improve the cooling of the engine and as a safety requirement by FEDAK a master switch was installed that will cut the electric current in case of an emergency. As a final step, the conclusions obtained at the end of this work were established in relation to the design and construction of the electrical system, as well as recommendations for possible improvements to the prototype's electrical system.

Keywords: FEDAK, AWG, Termoswitch, Master Switch, Buggy.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de la preparación de un vehículo para competencias, principalmente se habla del trucaje de motor, modificación de frenos y suspensión. No existe información suficiente ni recursos técnicos claros para la preparación y modificación del sistema eléctrico para un vehículo de competencias, siendo ahora un tema muy importante debido a los cambios tecnológicos que ha sufrido el automóvil en estos últimos años, reemplazando algunos de los sistemas que eran mecánicos, por sistemas eléctricos y electrónicos que buscan mejorar el rendimiento del motor y del automóvil en general. El siguiente trabajo busca establecer bases en cuanto al diseño e implementación del sistema eléctrico que requiere un vehículo que participará en distintas carreras y competencias a nivel nacional, buscando también destacar las condiciones de trabajo a las que serán sometidos los diferentes subsistemas eléctricos, razón por la que se hará énfasis en los distintos conductores, intensidad eléctrica, medidores e indicadores, entre otros.

El sistema eléctrico del automóvil se divide en varios sub sistemas, entre los más importantes se encuentran los siguientes circuitos: arranque, carga, encendido, iluminación e instrumentos indicadores. Cada uno de estos circuitos tiene una misión concreta a realizar, y para ello dispone de un determinado número de aparatos, situados a lo largo de todo el prototipo y a los que es preciso hacer llegar energía eléctrica, para esto, se interconectan por medio de una instalación eléctrica. (Alonso, 1998).

Los diferentes circuitos eléctricos del vehículo se representan gráficamente por medio de diagramas eléctricos utilizando símbolos eléctricos, los cuales indican el funcionamiento y dependencia entre los diferentes aparatos conectados de los que se compone el circuito eléctrico. (González, 2008)

El diagrama eléctrico permite observar de una manera simplificada los diferentes componentes del circuito y las conexiones de señal y alimentación entre los distintos dispositivos, simplificando también cualquier prueba o diagnóstico requerido, de ésta manera es más sencillo encontrar y arreglar un problema eléctrico.

El circuito eléctrico del prototipo entonces debe ser capaz de producir la suficiente cantidad de energía eléctrica y almacenarla para poder distribuir a través del cableado a todos los elementos y sistemas de los que se compone y se menciona a continuación:

Sistema de arranque: Tiene la misión de hacer que el motor del automóvil realice los primeros giros hasta conseguir que funcione por sí mismo, esto lo hace absorbiendo una gran cantidad de corriente en pocos segundos. En la figura 1 se puede observar el esquema del sistema de arranque.

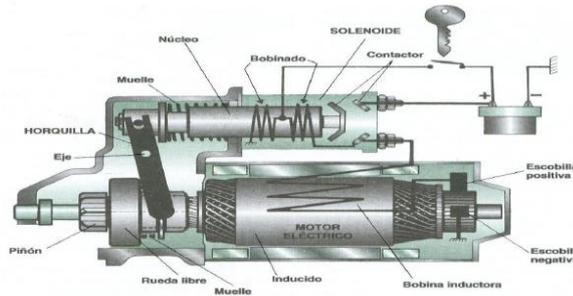


Figura 1. Esquema simplificado del sistema de arranque (Sáenz, 2008)

Sistema de carga: Está compuesto por el alternador, el cual gira impulsado por la banda de transmisión del motor y está encargado de suministrar corriente a la batería, un regulador que limita el voltaje máximo de carga y la batería que actúa en conjunto para controlar el voltaje. En la figura 2 se pueden observar las partes del alternador.

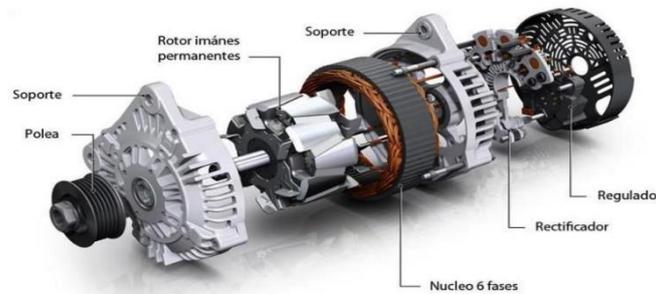


Figura 2. Esquema del Sistema de carga (Martinez, 2017)

Sistema de encendido electrónico DIS: (Distributorless Ignition System) también conocido como sistema de encendido sin distribuidor, consigue eliminar los elementos mecánicos que suelen ser propensos a averiarse o desgastarse, además, de esta forma se puede obtener un gran control sobre la generación de la chispa al tener más tiempo para que la bobina genere el campo magnético suficiente que provoque el arco eléctrico en las bujías e inflame la mezcla, reduciendo así el fallo de encendido a altas revoluciones. El sistema de encendido DIS se muestra en la figura 3.

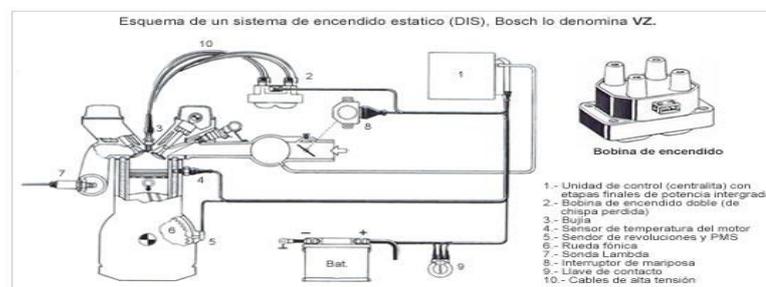


Figura 3. Esquema de un sistema de encendido DIS (mecánica, 2011)

Sistema de iluminación: El propósito de este sistema es el de proveer de iluminación suficiente para que el piloto pueda conducir el vehículo con toda seguridad en lugares y condiciones de baja visibilidad, aumentando la claridad

del camino que está recorriendo e informando a los demás vehículos sobre su presencia en la vía, a su vez informando sobre su posición, dirección y maniobras como girar o frenar. En la figura 4 se puede observar los diferentes elementos del sistema de iluminación.



Figura 4. Elementos del sistema de iluminación (EROSKI, 2017)

El color de las luces y su posición debe regirse a la normativa internacional, siendo los faros delanteros amarillos o de luz blanca, las direccionales ámbar y los faros traseros de color rojo.

Aparatos indicadores: Los más importantes son: el velocímetro (muestra la velocidad a la que circula el vehículo, ya sea en kilómetros o millas por hora), el tacómetro (muestra las revoluciones por minuto del motor), indicador de temperatura del motor (si la temperatura sube en exceso podría dañar seriamente el motor), indicador de presión de aceite (si la presión del aceite baja en exceso no lubricará correctamente todos los elementos mecánicos, pudiendo llegar a fundir el motor), indicador de carga de la batería (muestra la acción del alternador indicando cuando fluye corriente desde y hacia la batería, si el amperaje de la batería es bajo, el motor no podrá encender) y el indicador de nivel de combustible (muestra el nivel de combustible existente en el depósito). En la figura 5 se muestra un ejemplo del tablero de instrumentos de un vehículo de competencia.



Figura 5. Tablero de instrumentos e indicadores (Rober, 2013)

Electrical Master Switch: También conocido como cortacorrientes, es un elemento de seguridad cuyo propósito es el de suspender el paso de corriente eléctrica, la finalidad de este cortacorriente en el prototipo buggy será la de salvaguardar la vida del piloto y copiloto en caso de producirse un choque o volcamiento, evitando así que se forme una chispa un cortocircuito y por

consiguiente un incendio. En la figura 6 se puede observar el cortacorriente seleccionado para el proyecto.



Figura 6. Electrical Master Switch (Ibanez, s.f.)

Para el diseño y la elaboración del sistema eléctrico de un vehículo tubular tipo buggy se debe tomar en cuenta que, si bien el principio y funcionamiento es el mismo que el de un vehículo de fabricación en serie, se debe hacer ciertas modificaciones ya que muchos de estos elementos y accesorios se colocaran en lugares diferentes, además requiere una mejor protección de los elementos eléctricos, esto requiere un diseño y construcción del sistema eléctrico que pueda trabajar aún en las peores condiciones de operación, lo que involucra la utilización de cables y materiales más resistentes y de buena calidad, este sistema eléctrico a su vez deberá cumplir con lo estipulado en el reglamento técnico de la FEDAK y garantizará que el vehículo pueda competir en distintos eventos y carreras.

La Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo Deportivo del Ecuador FEDAK establece ciertos requisitos que debe cumplir el sistema eléctrico, tablero de instrumentos y disposiciones para la iluminación, una vez entendidos estos parámetros que se detallan en el reglamento técnico de la FEDAK, se procede a realizar los objetivos del proyecto.

1.1 OBJETIVOS

Objetivo general: implementar el sistema eléctrico de un vehículo tubular tipo buggy que garantice un funcionamiento óptimo de todos los sistemas e instrumentos de navegación.

Objetivos específicos: Analizar los parámetros de diseño para la aplicación de un sistema eléctrico para un vehículo de categoría tubular tipo buggy. Diseñar el sistema eléctrico: arranque, carga, encendido, iluminación y tablero de instrumentos para un vehículo tubular tipo buggy basado en el reglamento para competencias de la FEDAK.

Implementar el sistema eléctrico: arranque, carga, encendido, iluminación y tablero de instrumentos para un vehículo tubular tipo buggy basado en el reglamento para competencias de la FEDAK.

Evaluar el sistema eléctrico diseñado: arranque, carga, encendido, iluminación y tablero de instrumentos para un vehículo tubular tipo buggy basado en el reglamento para competencias de la FEDAK realizando pruebas que permitan comprobar su funcionalidad y eficiencia.

El vehículo tubular tipo buggy, producto de este proyecto, deberá contar con todos los sistemas eléctricos antes mencionados siguiendo el reglamento establecido por la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo FEDAK.

En este proyecto, para el diseño de los diferentes sistemas eléctricos, se realizaron los cálculos respectivos, utilizando ecuaciones de Potencia Eléctrica y Potencia Total [1], [2].

$$P = V * I \quad [1]$$

Dónde:

P: Potencia

V: Tensión

I: Intensidad

$$PT = P1 + P2 \dots + Pn \quad [2]$$

Dónde:

PT: Potencia Total

P1: Potencia 1

P2: Potencia 2

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

Para la realización del diseño del sistema eléctrico fue necesaria la búsqueda de información en fuentes bibliográficas, investigación de los reglamentos técnicos de la FEDAK y la normativa internacional, siguiendo los métodos de investigación analítico y deductivo se logró reconocer el tipo de diagramas eléctricos aplicables para el desarrollo del prototipo de competencia. También fue necesario tomar en consideración los conceptos prácticos de los circuitos eléctricos y seleccionar aparatos, equipos y conductores según las características y especificaciones que permitan un buen desempeño de los mismos en función de su uso y el ambiente que deberán soportar.

Se realizaron los cálculos correspondientes para determinar la potencia consumida por los dispositivos conectados al circuito, la intensidad de corriente que recorrerá a través de los conductores, las resistencias necesarias y las dimensiones del cableado.

Para el diseño de los circuitos primero fue necesario tener en consideración el alcance del proyecto y las configuraciones que tendrá el circuito en el prototipo, es decir, la ubicación de la fuente de energía y la trayectoria que seguirá el cableado a lo largo del prototipo para llegar a los distintos consumidores. Para esto se hizo necesaria la ayuda de un software que permitió obtener los resultados necesarios en la simulación de cada uno de estos sistemas y de esta forma proceder con su elaboración física.

En la selección de los materiales que formaron parte del diseño y elaboración del proyecto se escogieron aquellos que cumplen con lo dispuesto en el reglamento de la FEDAK y se muestran a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Elementos utilizados en el proyecto

Batería de 12 V, 70 Ah	Terminales (macho-hembra)
Motor de arranque Hyundai Atos	Faros delanteros
Alternador Hyundai Atos	Faros posteriores
Tacómetro	Lámparas H4
Velocímetro	Barra Led
Cables de batería	Cables de bujías racing ACCEL 8.8mm
Cables conductores	Bujías frías de 4 electrodos
Caja de fusibles	Conectores
Fusibles	Botones pulsadores
Cerebro de luces	Manómetros de instrumentos

Una vez realizados los cálculos, el diseño y la selección de materiales se procedió a la construcción del sistema eléctrico del prototipo, seleccionando los cables conductores en función de los subsistemas en los que serán utilizados, completándolo con las conexiones al motor de arranque, alternador, bobina de encendido, luces y manómetros, además cumple con el requerimiento exigido por la FEDAK que es el de la instalación de un switch master.

Una vez construido el sistema eléctrico se realizaron pruebas y mediciones con equipos de comprobación como el multímetro para obtener lecturas y datos de funcionamiento del sistema de carga cuando todos los equipos eléctricos están en funcionamiento, tanto con el motor encendido como apagado, comprobando que el sistema de carga proporcione el voltaje necesario a los aparatos consumidores. También se midió voltajes y resistencias en los diferentes circuitos. Se utilizó un tester comprobador de cables de bujías para comprobar los pulsos eléctricos y el correcto funcionamiento del sistema de encendido y la chispa que deben producir las bujías, así también los pulsos eléctricos que llegan a los inyectores a través de un diodo.

Las pruebas de funcionamiento del prototipo se realizaron con el fin de comprobar la correcta luminosidad de las luces, así como la calidad de la iluminación en cuanto a visibilidad del terreno. Durante este periodo también se apagó varias veces el motor, con el fin de comprobar la calidad de arranque y encendido, se realizaron mediciones en el sistema de carga y revisión correcta del funcionamiento del tablero de instrumentos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PARÁMETROS DE PRE-DISEÑO

3.1.1 REGLAMENTO FEDAK

La respectiva organización encargada de regular los parámetros del sistema eléctrico que el prototipo requiere para competir a nivel nacional se detallan en el siguiente artículo:

El Artículo 11 de la FEDAK referente al sistema eléctrico establece que cada vehículo inscrito tenga para la revisión técnica obligatoriamente lo siguiente:

SISTEMA ELECTRICO.

1. Será libre en cuanto a: Tablero. Alternador, el cual deberá cargar todo el tiempo. Instrumento de navegación. Ventiladores eléctricos adicionales. Sistemas de encendido, etc.
2. Será obligatorio: Switch Master que al ser desconectado apague el motor, debe estar ubicado en un lugar accesible al piloto cuando esté asegurado con el cinturón arnés, y fácilmente accesible desde fuera del habitáculo.
3. Se puede variar la ubicación de la batería, pero en caso de ir en el habitáculo, tendrá que estar perfectamente aislada para evitar el derramamiento de ácidos y emanación de gases a la cabina.
4. Es obligatorio la instalación de un mínimo de 3 luces de stop, faros originales y los faros delanteros deberán funcionar correctamente. Es obligatorio el correcto funcionamiento de las luces intermitentes. (FEDAK, 2013)

3.1.2 NORMATIVA INTERNACIONAL

La normativa encargada de regular los diferentes parámetros para participar en las competencias automovilísticas es la FIA (Federación Internacional del Automóvil), el Artículo 1.6 de la FIA referente a Luces establece lo siguiente:

“Cada vehículo debe estar equipado con un mínimo de 2 luces traseras rojas del tipo de luz antiniebla (con una superficie mínima de área iluminada de cada luz: 6000 mm², cada bombilla de 15 watts) o de 2 luces traseras aprobadas por la FIA (Lista Técnica n°19) funcionando cada vez que los frenos sean accionados. Estas deben estar colocadas entre 1000 mm y 1500 mm arriba del nivel del suelo y deben ser visibles desde atrás. Las luces deben estar colocadas simétricamente en relación al eje longitudinal del vehículo y dentro del mismo plano transversal.”

“Cada vehículo debe estar equipado con una luz roja trasera de tipo luz niebla (bombilla de mínimo 21 watts), claramente visible desde atrás, y debe estar colocada entre 1500 mm y 1150 mm sobre el nivel del piso. Debe ser posible accionar esta luz para el piloto sentado al volante.” (FIA, 2017)

3.1.3 CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO

El vehículo original utilizado para realizar este proyecto es el Hyundai Atos, en la tabla 2 se detalla la ficha técnica del mismo.

Tabla 2. Ficha técnica Hyundai Atos 2002

Fabricante	Hyundai
País de Origen	Corea
Modelo	Atos
Año de Fabricación	2002
Ubicación del Motor	Delantero, Transversalmente
Cilindrada real	999 cm ³
Tipo de Motor	4 cilindros en línea
Potencia Máxima	58 Hp / 5700 rpm
Torque Máximo	84 Nm/3250 rpm
Combustible	Gasolina
Capacidad máxima del tanque de combustible	35 Litros
Transmisión	Manual de 5 velocidades
Tracción	Delantera
Peso del vehículo	941 kg
Longitud del vehículo	3495 mm
Ancho del vehículo	1495 mm
Altura del vehículo	1615 mm
Distancia de ejes	2380 mm
Frenos delanteros	Discos ventilados
Frenos posteriores	Tambor

(auto-data.net, 2002)&(Hyundai Motor Company, 1998)

El vehículo seleccionado para este proyecto ha sido detallado anteriormente, para convertirlo en un vehículo tubular tipo buggy, como se observa en la figura 7, se hicieron varios cambios y adaptaciones, teniendo ahora las siguientes características:

- Tracción posterior.
- Modelo biplaza.
- Carrocería tubular, longitud: 2.10 m, ancho: 1.70 m, altura: 1.65 m.
- Motor 1.0l Hyundai Atos.
- Caja de cambios de 5 velocidades.
- Frenos posteriores de disco.
- Frenos delanteros de tambor.
- Potencia del motor se mantiene 58 Hp.
- Peso del vehículo 600 kg.



Figura 7. Dimensiones del vehículo prototipo

3.2 DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

Para el diseño de los distintos circuitos eléctricos se utilizó la norma DIN 40700-40719 de simbología automotriz.

Para la selección de cables se utilizó la tabla de cables flexibles para instalación automotriz presentada a continuación en la tabla 3.

Tabla 3. Conductores eléctricos CABLEC

CABLES FLEXIBLES GPT 600V

CALIBRE	DIAMETRO CONDUCTOR	# HILOS	DIAMETRO HILO	ESPESOR NOMINAL AISLACION	DIAMETRO AISLADO APROX.	DIAMETRO TOTAL APROX.	PESO TOTAL APROX.	RESIST. MAXIMA 20°C CC	CAPAC. DE CORRIENTE (A) 30°
AWG	mm	cantidad	mm	mm	mm	mm	kg/km	D/Km	D/Km
10	3,0	39	0,41	0,79	4,8	5,5	64	3,41	30
12	2,4	24	0,41	0,66	3,9	4,0	40	5,41	25
14	1,9	25	0,32	0,58	3,2	3,5	26	8,59	18
16	1,5	16	0,32	0,58	2,73	3,1	17,72	13,7	13
18	1,2	10	0,32	0,58	2,4	2,8	12,41	21,8	10

(Cablec)

3.2.1 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

3.2.1.2. Luces principales, neblineros y barra led

Para las competencias en las que los vehículos deben pasar por pruebas nocturnas es necesario contar con un buen sistema de iluminación, mucho mejor que la de un vehículo convencional, por esta razón se utilizarán lámparas de mayor potencia. Se ubicarán dos faros de silbines halógenos en la parte delantera del prototipo, a una distancia de 0.7 m sobre el suelo, los cuales deben emitir un haz de luz asimétrica con dos proyecciones distintas, una para la luz de carretera y otra para luz de cruce. Para el diseño de las luces principales se utilizarán focos halógenos H4 de rally de máxima emisión de luz con filamentos de alta potencia, esta lámpara rally funciona como luz

de cruce y carretera, la potencia del filamento de alta es de 100 W, mientras que la potencia del filamento de baja es de 90 W. Éstas lámparas permitirán tanto al piloto como al copiloto visualizar la pista o el camino con más claridad y a mayor distancia y así no perder de vista los obstáculos que pueden presentarse en este tipo de pruebas, sobretodo la aproximación a las curvas que existan dentro del trayecto.

Se procede a realizar los cálculos para determinar los cables a utilizar en el circuito de luces, así como los relés necesarios.

Especificaciones:

Potencia de cada Halógeno H4: 100/90 W

Voltaje con motor apagado: 12 V

Voltaje con motor encendido: 14V

Fórmulas:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$PT = P1 + P2$$

Entonces:

Luces altas

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = 100 W + 100 W$$

$$PT = 200 W$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1}$$

$$I_1 = \frac{200 W}{12 V}$$

$$I_1 = 16.67 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{V_2}$$

$$I_2 = \frac{200 W}{14 V}$$

$$I_2 = 14.28 A$$

Luces medias

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = 90 W + 90 W$$

$$PT = 180 W$$

$$I_3 = \frac{P_3}{V_3}$$

$$I_3 = \frac{180 W}{12 V}$$

$$I_3 = 15 A$$

$$I_4 = \frac{P_4}{V_4}$$

$$I_4 = \frac{180 W}{14 V}$$

$$I_4 = 12.85 A$$

Con estos resultados se procedió a la selección de dos relés de 30 SPST amperios, uno para luces de carretera y otro para luces de cruce. Para protección del circuito en caso de una sobrecarga se seleccionó también dos fusibles de 20 amperios. El cable que se utilizó para los faros principales fue el AWG 12.

En la figura 8 se puede observar el diseño del circuito para las luces principales.

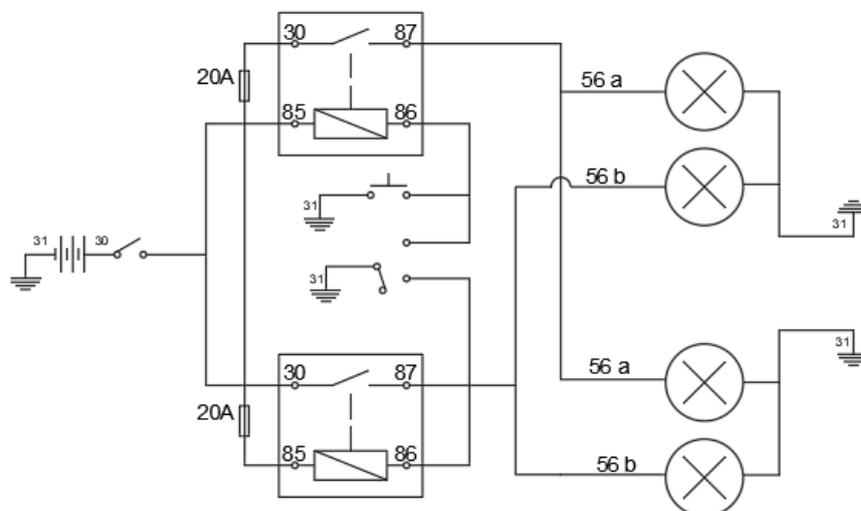


Figura 8. Circuito eléctrico luces principales

A demás de las luces principales son necesarios los faros neblineros. Éstos faros poseen lunas nítidas, es decir lunas sin ninguna raya, lo que genera una proyección de haz de luz de punto. Los faros neblineros deben ubicarse cerca del suelo, proyectando su luz a larga distancia. Para el diseño de los faros neblineros se utilizarán halógenos H3, con una potencia de 55 W cada uno. Los cálculos de cables y relé de los faros antiniebla se presentan a continuación en la tabla 10.

Especificaciones:

Potencia de cada halógeno H3: 55 W

Voltaje con motor apagado: 12 V

Voltaje con motor encendido: 14 V

Fórmulas:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = 55 W + 55 W$$

$$PT = 110 W$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1}$$

$$I_1 = \frac{110 W}{12 V}$$

$$I_1 = 9.17 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{V_2}$$

$$I_2 = \frac{110 W}{14 V}$$

$$I_2 = 7.85 A$$

Con estos resultados se procedió a la selección de un relé SPST de 20 amperios para ambos neblineros. Para protección del circuito en caso de una sobrecarga se seleccionó también un fusible de 10 amperios. El cable que se utilizó es el AWG 16.

En la figura 9 se observa el diseño del circuito para las luces antiniebla.

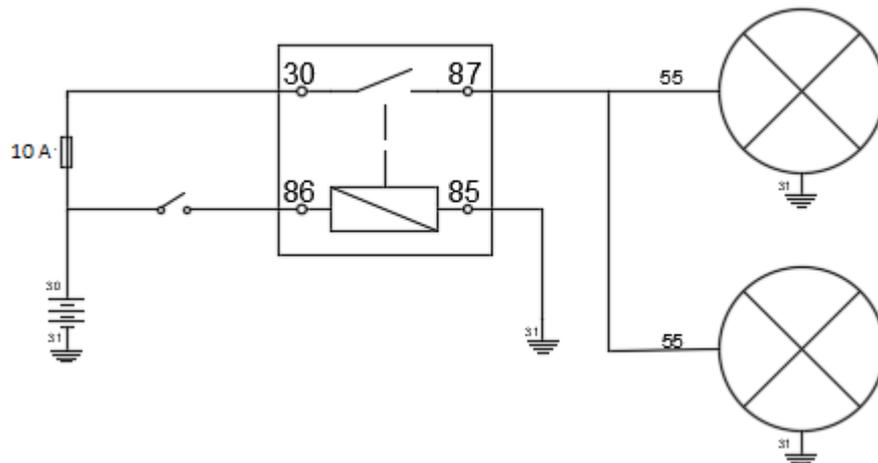


Figura 9. Circuito eléctrico neblineros

También se utilizó un faro de luz LED curvo de 120 W para mejorar la iluminación exterior, las ventajas de un faro de luz LED de este tipo es que permite una visualización de largo alcance permanente de 60 metros hacia el frente, y mejora notablemente la iluminación periférica, mostrando totalmente la carretera y las cunetas existentes al producir un haz de luz transversal, expansivo y de profundidad.

Los cálculos de cables y relé para la barra LED se presentan a continuación:

Especificaciones:

Potencia de la barra LED: 120 W

Voltaje con motor apagado: 12 V

Voltaje con motor encendido: 14 V

Fórmula:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1}$$

$$I_1 = \frac{120 \text{ W}}{12 \text{ V}}$$

$$I_1 = 10 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{V_2}$$

$$I_2 = \frac{120 \text{ W}}{14 \text{ V}}$$

$$I_2 = 8.57 \text{ A}$$

Con estos resultados se procedió a la selección de un relé SPST de 20 amperios para la barra LED. Para protección del circuito en caso de una sobrecarga se seleccionó también un fusible de 15 amperios. Se seleccionó el cable AWG 16 para el circuito de la luz LED.

El diseño del circuito para la barra LED se presenta a continuación en la figura 10.

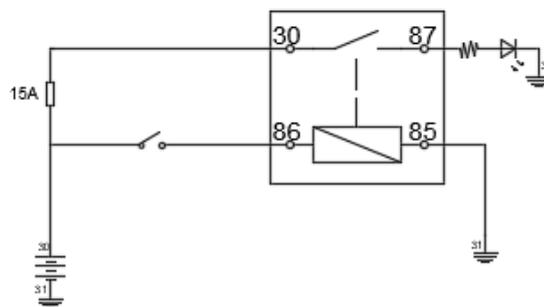


Figura 10. Circuito eléctrico barra LED

3.2.1.3. Luces de maniobra

La indicación de dirección consta de dos focos de luz ámbar que iluminan de forma intermitente gracias a la acción de un flasher. Estos indicadores están situados en los faros posteriores, ubicados a cada lado del vehículo.

Especificaciones:

Potencia de focos direccionales: 21 W

Potencia del Flasher: 25 W

Voltaje con motor apagado: 12 V

Voltaje con motor encendido: 14 V

Fórmulas:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = 21 \text{ W} + 25 \text{ W}$$

$$PT = 46 \text{ W}$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1}$$

$$I_1 = \frac{46 W}{12 V}$$

$$I_1 = 3.83 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{V_2}$$

$$I_2 = \frac{46 W}{14 V}$$

$$I_2 = 3.28 A$$

Con base al resultado que se obtuvo se realizó la selección del cable conductor adecuado para el circuito, siendo el AWG 12. Se utilizó un fusible de 5 A para protección del circuito.

El diseño del circuito para las luces direccionales se presenta a continuación en la figura 11.

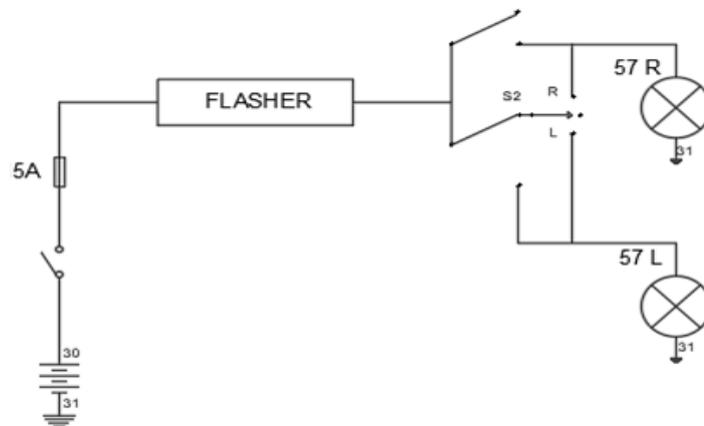


Figura11. Circuito eléctrico luces de maniobra

Las luces de freno son de color rojo y están ubicadas en la parte posterior del vehículo, se ponen en funcionamiento gracias a un interruptor, accionado cuando se presiona el pedal de freno. Para la selección del cable y fusible adecuado se realizó el cálculo correspondiente.

Especificaciones:

Potencia de focos de freno: 21 W

Voltaje con motor apagado: 12 V

Voltaje con motor encendido: 14 V

Fórmulas:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = P1 + P2 + P3 + P4$$

$$PT = 21 W + 21 W + 21 W + 21 W$$

$$PT = 84 W$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1}$$

$$I_1 = \frac{84 W}{12 V}$$

$$I_1 = 7 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{V_2}$$

$$I_2 = \frac{84 W}{14 V}$$

$$I_2 = 6 A$$

Con éste resultado se realizó la selección del cable conductor adecuado para el circuito, siendo el AWG 16. Se utilizó un fusible de 10 A para protección del circuito.

En la figura 12 se presenta el diseño del circuito para las luces de freno.

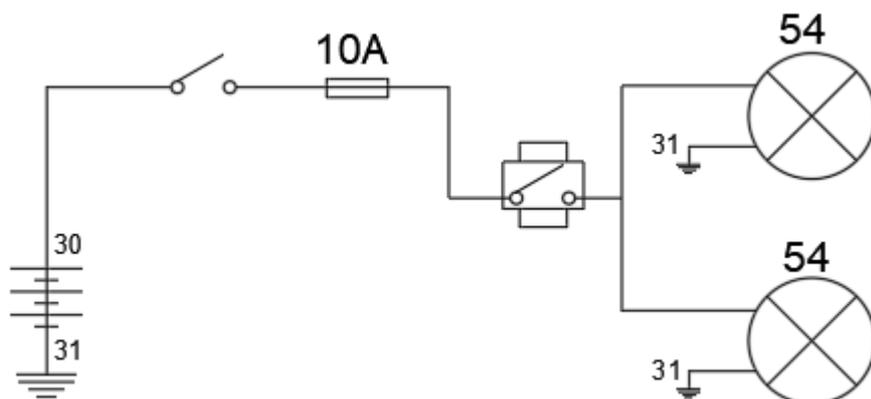


Figura 12.Circuito eléctrico luces de stop

Las luces de reversa son dos focos de luz blanca en la parte posterior del vehículo accionadas por un interruptor ubicado en la caja de cambios, accionado cuando se engrana la marcha de reversa. Para la selección del cable y fusible adecuado se realizó el cálculo correspondiente.

Especificaciones:

Potencia de focos de reversa: 21 W

Voltaje con motor apagado: 12 V

Voltaje con motor encendido: 14 V

Fórmulas:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = 21 W + 21 W$$

$$PT = 42 W$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1}$$

$$I_1 = \frac{42 W}{12 V}$$

$$I_1 = 3.5 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{V_2}$$

$$I_2 = \frac{42 W}{14 V}$$

$$I_2 = 3 A$$

Con éste resultado se realizó la selección del cable conductor adecuado para el circuito, siendo el AWG 18. Se utilizó un fusible de 5 A para protección del circuito.

En la figura 13 se presenta el diseño del circuito para las luces de reversa.

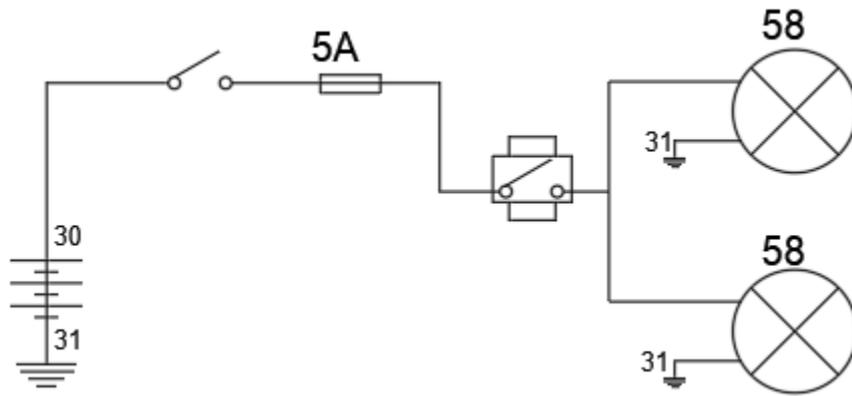


Figura 13. Circuito eléctrico luces de reversa

3.2.1.4. Luces de emergencia

Las luces de emergencia serán utilizadas en caso de presentarse algún imprevisto mecánico en el vehículo o alguna emergencia, de esta forma otros competidores estarán informados y sabrán que pueden pasar y seguir la carrera. Las luces direccionales se encienden simultáneamente cuando se presiona el botón. Para la selección del cable y fusible adecuado se realizó el cálculo correspondiente.

Especificaciones:

Potencia de focos de direccional: 21 W

Potencia del Flasher: 25 W

Voltaje con motor apagado: 12 V

Voltaje con motor encendido: 14 V

Fórmulas:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = P1 + P2 + P3$$

$$PT = 21 W + 21 W + 25W$$

$$PT = 67 W$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1}$$

$$I_1 = \frac{67 W}{12 V}$$

$$I_1 = 5.58 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{V_2}$$

$$I_2 = \frac{67 W}{14 V}$$

$$I_2 = 4.78 A$$

Con éste resultado se realizó la selección del cable conductor adecuado para el circuito, siendo el AWG 12. Se utilizó un fusible de 10 A para protección del circuito.

En la figura 14 se presenta el diseño del circuito para las luces de emergencia.

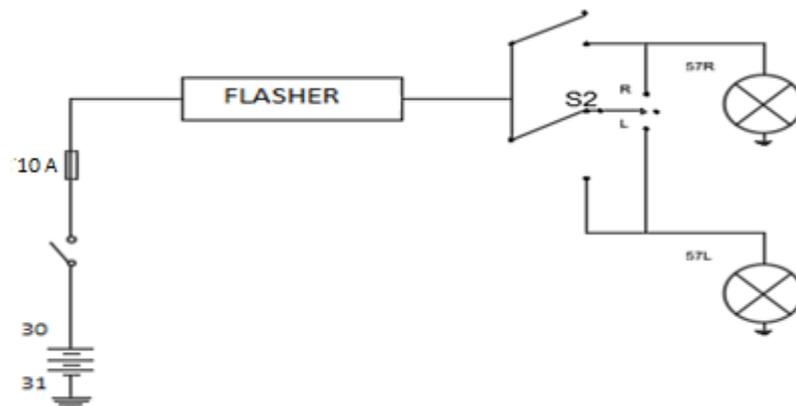


Figura 14. Circuito eléctrico Luces de emergencia

3.2.2. SISTEMA DE VENTILADOR PARA EL RADIADOR

Es muy importante mantener la temperatura de trabajo del motor sin que suba o baje demasiado, es por esta razón que en vehículos de competición se puede manejar el ventilador eléctrico con un interruptor ubicado en el habitáculo, se hace necesario también la utilización de un ventilador adicional ubicado en la parte delantera del radiador que gire en sentido inverso para aumentar la eficiencia de enfriamiento del motor cuando sea necesario. Para la selección del cable, relé y fusible adecuado se realizó el cálculo correspondiente.

Especificaciones:

Potencia del electro ventilador principal: 80 W

Potencia del electro ventilador secundario: 60 W

Voltaje con motor apagado: 12 V

Voltaje con motor encendido: 14 V

Fórmulas:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = P1 + P2$$

$$PT = 80 W + 60 W$$

$$PT = 140 W$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1}$$

$$I_1 = \frac{140 W}{12 V}$$

$$I_1 = 11.66 A$$

$$I_2 = \frac{P_2}{V_2}$$

$$I_2 = \frac{140 W}{14 V}$$

$$I_2 = 10 A$$

Con éste resultado se realizó la selección del cable conductor adecuado para el circuito, siendo el AWG 14. Se utilizó un relé SPST de 20 amperios y un fusible de 15 A para protección del circuito.

En la figura 15 se presenta el diseño del circuito para el ventilador eléctrico.

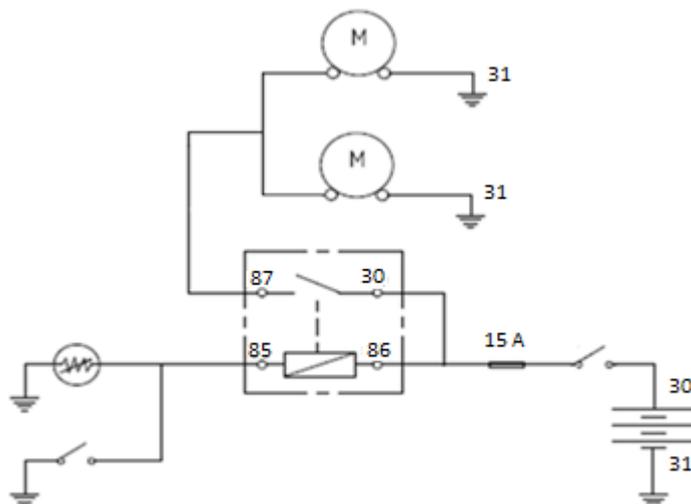


Figura 15. Circuito del Ventilador eléctrico

3.2.3. SISTEMA DE ARRANQUE

El sistema de arranque es el encargado de poner en funcionamiento el motor del prototipo, generando el torque necesario para vencer la resistencia generada por la compresión en los cilindros, necesitando una corriente eléctrica intensa, la cual es absorbida desde la batería a través de un cable conductor grueso que sea capaz de resistir y transportar la intensa corriente. El motor de arranque a utilizar será el original pues el motor de combustión no ha sido modificado, manteniendo la compresión original en los cilindros. Las especificaciones del motor de arranque son presentadas en la tabla 4:

Tabla 4. Especificaciones del motor de arranque Hyundai Atos

Voltaje	12 V
Potencia nominal	800 W
Sentido de giro	Sentido de giro a la derecha (horario)

(Hyundai Motor Company, 1998)

Por la disposición actual del motor, en la parte posterior del prototipo, la batería se instaló en la parte posterior del asiento del copiloto, ubicándose a una distancia de 1.20 m del motor de arranque, esta distancia se utilizó para que, junto con la intensidad de corriente que será absorbida se pueda seleccionar el calibre adecuado del cable conductor.

A continuación, se procederá a realizar el cálculo de la corriente de activación del solenoide.

Datos técnicos:

Voltaje: 12 V.

Potencia nominal del motor de arranque: 800 W.

Fórmula:

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{800 \text{ W}}{12 \text{ V}}$$

$$I = 66.7 \text{ A}$$

Una vez calculada la intensidad de corriente que absorbe el motor de arranque se procede a escoger el conductor eléctrico adecuado para transportarla, por medio de tablas. En la tabla 5 se muestra el calibre que los cables conductores para batería deben poseer en función de la corriente máxima que debe circular por el cable.

Tabla 5. Conductores eléctricos de acuerdo al calibre y capacidad

AWG	Capacidad (Amperios)
1	150
2	130
4	95
6	75
8	55
10	40

(Ingemecánica, s.f.)

La intensidad de corriente que circulará desde la batería del prototipo hacia el motor de arranque será de 66.7 A, como resultado de los cálculos realizados. Se procede a revisar en la tabla 4. El relé de arranque se activa con un amperaje alto, por lo que requiere un cable de calibre AWG 6, el cual debe resistir un amperaje máximo de 75 amperios.

En la figura 16 se puede observar el esquema eléctrico del motor de arranque.

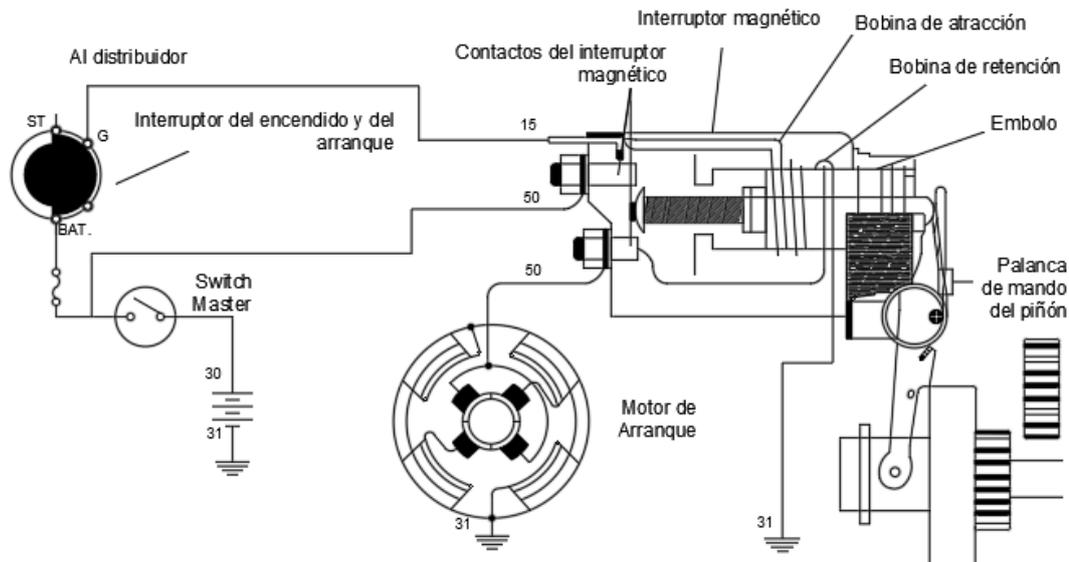


Figura 16. Esquema eléctrico del sistema de arranque Hyundai Atos.

3.2.4. SISTEMA DE CARGA

El sistema de carga es el sistema de mayor importancia, pues este es el encargado de cargar rápidamente la batería y suministrar la corriente continua necesaria a todos los sistemas eléctricos y dispositivos consumidores para que funcionen en óptimas condiciones durante la marcha del vehículo, incluso cuando está funcionando solo en ralentí.

Para seleccionar el alternador adecuado para el prototipo se realizaron los cálculos correspondientes según el consumo eléctrico de los consumidores cuando todos se encuentren en funcionamiento. Se presentan los cálculos a continuación:

Especificaciones:

Luces: 200 W
 Neblineros: 110 W
 Barra LED: 120 W
 Luces de maniobra: 168 W
 Electro ventiladores: 140 W

Fórmula:

$$PT = P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$

$$PT = P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$

$$PT = 200 W + 110 W + 120 W + 168 W + 140 W$$

$$PT = 738 W$$

Potencia nominal del motor de arranque: 800 W

El alternador del prototipo debe generar una potencia mayor a 800 W para poder cargar la batería luego de que el motor encienda y abastecer de energía a los aparatos consumidores, los cuales en conjunto suman una potencia de 738 W cuando todos están en funcionamiento. Para la selección del alternador primero se verificó si el alternador original cumple con las exigencias del sistema eléctrico del prototipo, utilizando el manual del vehículo Hyundai Atos se buscó las especificaciones técnicas del alternador original. El fabricante Hyundai presenta las especificaciones técnicas del alternador, las cuales se muestran a continuación en la tabla 6:

Tabla 6. Especificaciones del alternador del Hyundai Atos

Voltaje de Funcionamiento	12 V
Intensidad de carga	60 A
Tensión	De 12,0 a 14, 7 V
Dirección de rotación	Sentido de las agujas de reloj visto desde la polea

(Hyundai Motor Company, 1998)

Se procedió a realizar los cálculos para averiguar la potencia teórica del alternador.

Datos técnicos:

Voltaje: 12 V.
Intensidad de carga: 60 A.
Tensión: 14,7 V

Entonces:

$$P = V * I$$

$$P = 14,7 V * 60 A$$

$$P = 882 W$$

El alternador original no solo cumple con proveer los 800 W de potencia requeridos, sino que aporta 82 W de potencia extra por lo que se tomó la decisión de mantenerlo, sin embargo, se deberá hacer el cambio de cable que conducirá la corriente entre el alternador y la batería. Con el cálculo realizado anteriormente se pudo seleccionar el cable adecuado a las necesidades del alternador, el cual, según los datos de la tabla 5 es el cable AWG 6.

El esquema del sistema de carga se presenta en la figura 17:

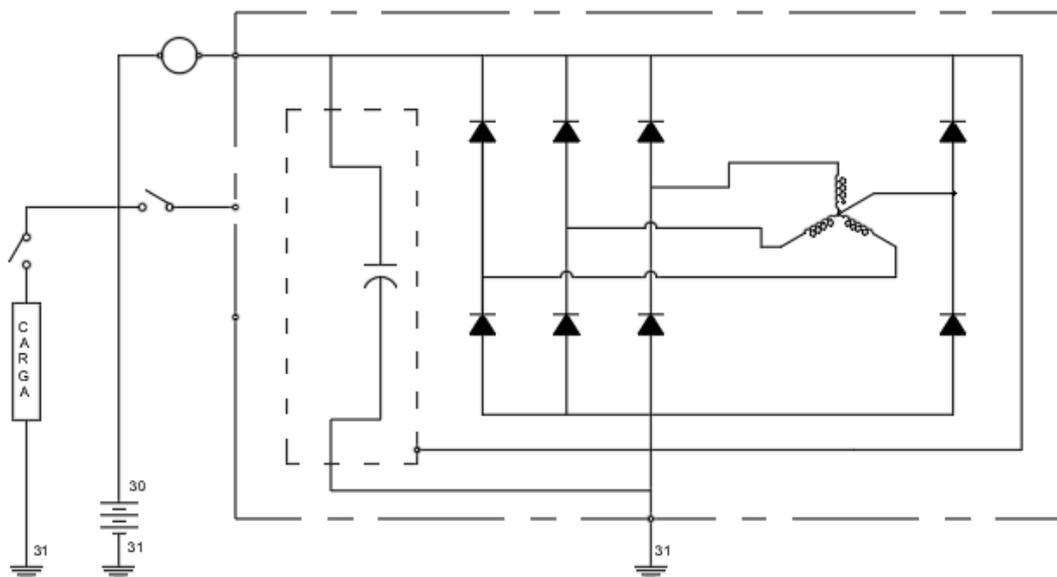


Figura 17. Esquema eléctrico del alternador del Hyundai Atos

3.2.5. SISTEMA DE ENCENDIDO PARA UN MOTOR DE COMPETICIÓN

En un motor de competición se busca tener una presión mayor en los cilindros, lo que genera aún más resistencia para inflamar la mezcla de aire-combustible, necesitando altas tensiones que superen las de los vehículos convencionales.

Éste prototipo posee un sistema de encendido electrónico que lo hace más eficiente que los sistemas de encendido antiguos al suprimir el distribuidor,

eliminando aspectos mecánicos, esto permite obtener mejores condiciones de trabajo a altas revoluciones, el voltaje en el secundario es mayor y por ende la chispa será más fuerte, con lo que se obtiene un mayor rendimiento del motor.

Existen ciertas condiciones que permitirán obtener una mejor calidad de la chispa y de esta forma, del encendido de la mezcla.

- Características de impulso del encendido.
- Grado de compresión y condiciones de la mezcla.
- Separación de los electrodos de la bujía.
- Temperatura de trabajo de las bujías.
- Forma de la cámara de combustión.

El motor del prototipo, al entrar en una competencia, deberá someterse a un intenso régimen de trabajo. Para éste proyecto se realizarán cambios en ciertos elementos que permitan tener un mejor encendido que el de un vehículo normal, estos elementos son:

- Batería
- Bujías
- Cables de bujías

3.2.5.1 Batería

La batería es una fuente de energía independiente del motor que abastece de energía a los consumidores cuando el motor esta pagado, estos consumidores son principalmente el motor de arranque y el sistema de alumbrado. Una vez que el motor está en marcha la batería acumula parte de la energía que suministra el alternador. Para escoger la batería correcta para un vehículo de competencia es importante que cumpla con tres pruebas eléctricas que determinan la energía que requiere el vehículo para ser encendido y mantener los accesorios eléctricos funcionando, estas pruebas son:

- Capacidad de arranque en frio CCA (-18° C)
- Capacidad de reserva (Mínimo)
- Capacidad nominal (AH)

Capacidad de arranque en frio cca

La capacidad de arranque en frio de la batería, o “Cold Cracking Amps” es la cantidad de corriente que la batería puede suministrar a una temperatura de -18°C durante 30 segundos sin bajar de 7,2V para baterías de 12V.

Capacidad de reserva (min)

La capacidad de reserva mínima indica el tiempo en minutos que una batería completamente cargada puede suministrar 25A antes que su voltaje baje de 10,5V.

Capacidad nominal (Ah)

La capacidad nominal de un acumulador se mide en Amperios – hora y determina la cantidad de energía que una batería puede proveer mediante la descarga total de la misma, la cual estaba cargada inicialmente al máximo. Si se descarga la batería hasta el 5% de su capacidad total durante 20 horas se debe obtener un voltaje final de 10,5V.

Para cumplir con las necesidades de abastecimiento de energía a todos los sistemas se realizó un análisis entre la batería original y una batería que permitió mejores prestaciones. Éste análisis se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Análisis de selección de batería.

	BOSCH NS 40	BOSCH 55 FE	BOSCH 42 MP	BOSCH S4
CCA (- 18° C)	400 A	540 A	560 A	570 A
Capacidad de Reserva min	77 min	100 min	111 min	144 min
Capacidad Nominal	47 Ah	58 Ah	62 Ah	70 Ah

Se seleccionó la batería BOSCH S4 principalmente por la capacidad de reserva que es el doble de la original y su capacidad nominal es mayor por 23 Ah.

3.2.5.2. Bujías

Son las encargadas de producir el arco voltaico para encender la mezcla de aire-combustible en la cámara de combustión. Las bujías deben ser capaces de resistir presiones de 30 atmósferas y temperaturas superiores a 500 °C por lo que es importante seleccionar bujías que puedan trabajar de forma correcta y garanticen un buen desempeño durante la competencia.

Una de las características más importantes que debe tener la bujía para un motor de competencia será el grado térmico, es decir, su capacidad de disipar el calor que se produce dentro de la cámara de combustión, manteniendo una temperatura óptima de trabajo. Para poder disipar más rápidamente el calor, la bujía de grado frío posee una punta aislante central de menor tamaño y el recorrido del calor es muy directo, de esta forma evacúa el calor con mayor rapidez y se mantiene más fría, como se observa en la figura 18.

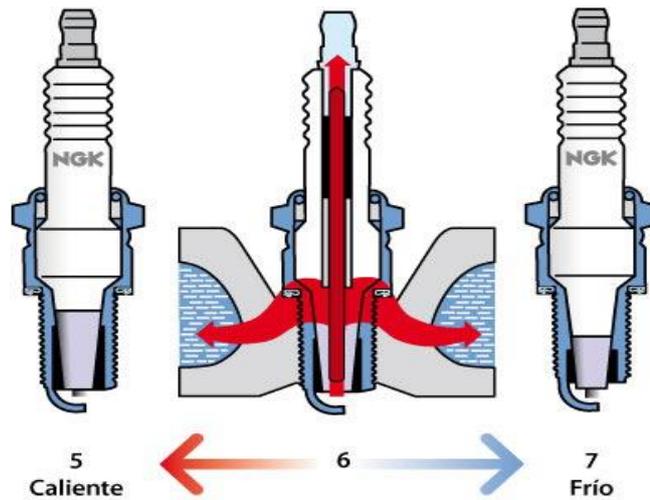


Figura 18. Grado térmico de la bujía (NGK, 2017)

Para un motor de competencia es mejor la utilización de una bujía de rango térmico frío, pues debe trabajar a altas revoluciones y de esta forma disipa el calor más rápidamente que la bujía original de grado térmico caliente. Ésta relación trabajo se presenta en la figura 19.

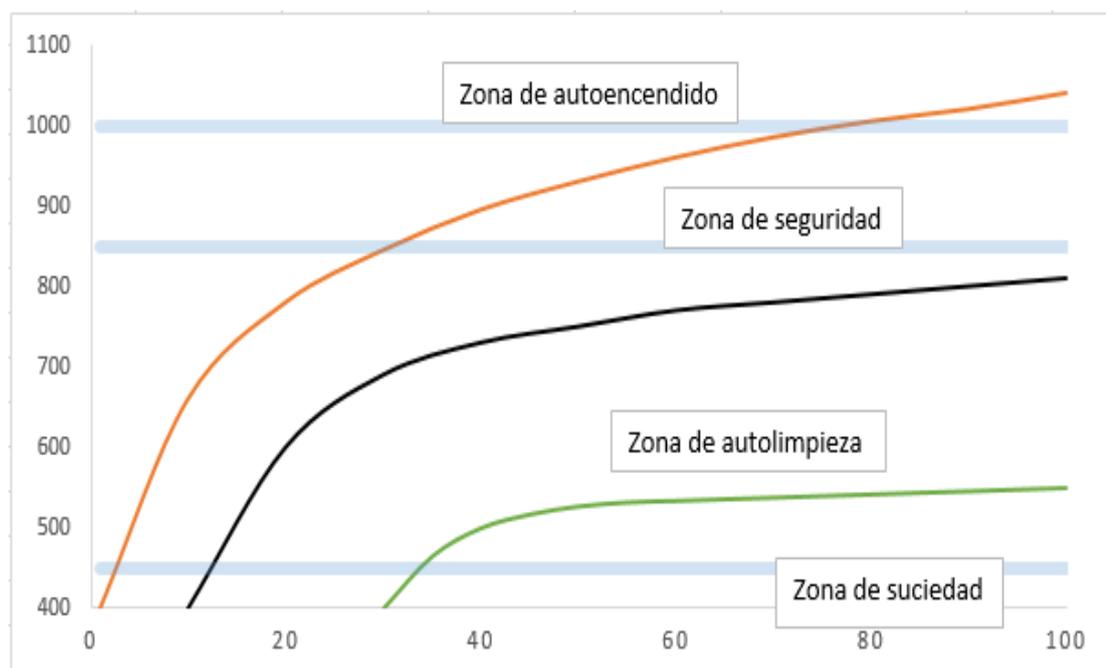


Figura 19. Grado térmico de la bujía (NGK, s.f.)

Existen bujías de un electrodo, tres electrodos y cuatro electrodos. Para un motor de competencia la bujía de cuatro electrodos es la más apropiada debido a que la chispa saltará al electrodo con menor carbonilla o al más cercano según sea la propagación de la misma como se observa en la figura 20; de igual forma esta bujía deberá ser de platino, pues resiste una mayor

temperatura y su conductividad es mayor que el de las bujías normales de aleación de hierro y níquel.

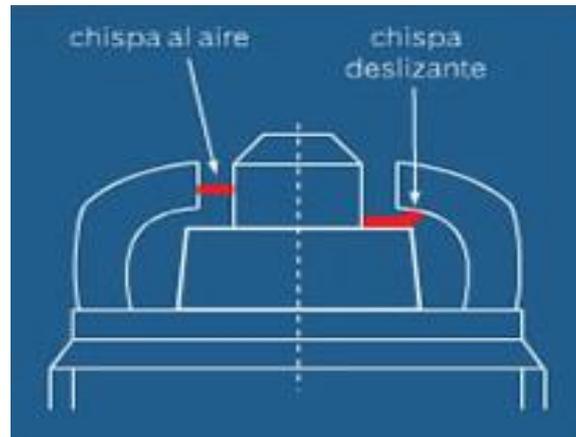


Figura 20. Forma de propagación de la chispa entre los electrodos (Dani, 2014)

La bujía seleccionada para el sistema de encendido del prototipo será la bujía BOSCH de cuatro electrodos de platino y grado térmico frío, brindando mayor seguridad de ignición por sus ocho distancias disruptivas posibles.

3.2.5.3 Cables de bujías

Los cables de bujía son muy importantes en el sistema de encendido, estos son los encargados de conducir la alta tensión que se produce en la bobina hasta las bujías. Los cables de alto rendimiento son fabricados con una malla extra gruesa de kevlar o fibra de vidrio que funciona como un aislante dieléctrico, dando como resultado una resistencia de 5000 ohmios por pie, posee también una gruesa capa de silicón, esto aísla el alto voltaje del conductor ferro magnético, evitando así que la corriente se pierda o salte a masa antes de llegar a las bujías. A demás poseen una protección contra emisiones de señal RFI. Los cables de bujía utilizados en el prototipo fueron los cables de marca ACCEL de 8.8 mm, presentados en la figura 21.



Figura 21. Cables de bujía ACCEL de alto rendimiento (Ibanez, s.f.)

3.2.6 MANÓMETROS INDICADORES

Los indicadores ubicados en el tablero permiten al piloto estar al tanto de los parámetros de funcionamiento del motor, controlando la operación de la mayor parte de los sistemas del automóvil. Estos instrumentos se utilizan para conocer los valores como número de revoluciones, cantidad de combustible, medidores de presión de aceite y temperatura del motor. Los manómetros indicadores usados para el prototipo se presentan a continuación en la figura 22.



Figura 22. Manómetros indicadores

3.2.6.1 Amperímetro

El amperímetro es un manómetro indicador que mide la corriente que entra o sale de la batería hacia el sistema eléctrico y sus consumidores. Cuando la cantidad de corriente utilizada es mayor a la que el sistema de carga puede entregar, la corriente adicional la suministra la batería y la aguja del amperímetro girará hacia la posición negativa. Cuando la batería no está cargada y el nivel de corriente necesaria es mayor, la aguja del amperímetro girará hacia la posición positiva.

3.2.6.2 Manómetro de temperatura del motor

Éste manómetro informa tanto al piloto y al copiloto la temperatura del refrigerante del motor. Esta temperatura se mide gracias a un trompo de temperatura ubicado en una cañería por la que circula el líquido refrigerante, el cual posee una resistencia que disminuye cuando el material del trompo de temperatura empieza a calentarse, produciendo una variación del campo magnético de las bobinas que gobiernan la posición de la aguja indicadora.

3.2.6.3 Manómetro de presión de aceite

Éste indicador permite al piloto y copiloto estar informados de la presión que está enviando la bomba de aceite. La medición de la presión de aceite se la

realiza gracias a una resistencia variable, la cual al aumentar la presión aumenta la resistencia y así la corriente disminuye, reforzando el magnetismo de la bobina derecha desplazando la aguja indicadora del manómetro. La presión que genera la bomba y la envía debe ser la adecuada para mantener una correcta lubricación de las partes móviles del motor, de esta forma se evitará la fatiga y el deterioro prematuro de los elementos que componen el motor.

3.2.6.4 Tacómetro

El tacómetro permite al piloto y copiloto estar al tanto del número de revoluciones del motor, indicando con una luz el momento preciso para el cambio de marcha, el cual permitirá obtener un mejor torque y desempeño de la caja de cambios, también permite observar el límite de revoluciones para no sobre-revolucionar el motor y evitar posteriores daños del tren motriz. El tacómetro utilizado se muestra a continuación en la figura 23.



Figura 23. Tacómetro de competición (RMCompetición, s.f.)

3.2.7 ELECTRICAL SWITCH MASTER

La FEDAK establece la instalación obligatoria de un SWITCH MASTER para bloquear o cortar la corriente eléctrica previniendo cortocircuitos a los sistemas eléctricos y disminuir riesgos por incendios en caso de producirse choques o volcamientos. El SWITCH MASTER, presentado en la figura 24, permite controlar altos amperajes al utilizarlo como una llave de paso de corriente para abrir o cerrar el paso de energía desde la batería hacia todos los sistemas eléctricos (sistema de arranque, sistema de encendido, sistema de alumbrado, etc.).



Figura 24. Switch master (Ibanez, s.f.)

3.2.8 COSTO DE IMPLEMENTOS

El prototipo requirió una modificación parcial en el sistema de arranque, carga y encendido, mientras que para el sistema de iluminación y aparatos indicadores se realizó un diseño e implementación total, para lo cual se hizo necesaria la adquisición de varios repuestos, materiales e implementos que permitieran cumplir con los objetivos previstos. El costo del diseño e implementación de los diferentes sistemas eléctricos se determinó mediante la suma del costo individual de cada uno de sus elementos, los cuales se detallan a continuación en la tabla 8:

Tabla 8.Costo de implementos

Elemento	Costo (USD)
Faros delanteros	80
Faros posteriores	130
Faros neblineros	40
Barra LED	85
Batería BOSCH	130
Cables de bujía ACCEL	40
Bujías de 4 electrodos de platino grado frío	35
Cortacorrientes (switch master)	30
Cableado	70
Tacómetro Amperímetro Manómetro de presión de aceite Manómetro de temperatura	160
Halógenos H4	25
Halógenos H3	15
Botones	30
Tablero	70
Caja de fusibles	10
Relés Terminales Bornes Conectores	45
Total	995

3.3 CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN EN EL VEHÍCULO

3.3.1. SISTEMA DE ARRANQUE

Para la implementación del sistema de arranque se realizaron los respectivos cálculos presentados anteriormente en el diseño. Posteriormente se seleccionó el cable adecuado para conducir la corriente eléctrica, en este caso se realizó el cambio del cable del arranque por un conductor AWG 6 para realizar posteriormente las conexiones correspondientes entre el switch de arranque, la batería y el motor de arranque. Con el solenoide fuera del motor de arranque y la ayuda de un multímetro, escogiendo la escala en 20 ohmios, se mide la resistencia de la bobina interna del automático, el cable rojo del multímetro se coloca en el conector al terminal (+), mientras que el cable negro irá al cuerpo metálico (-), obteniendo una resistencia de 5, 16 Ohmios el cual es un valor normal de funcionamiento. Se procede a instalar el motor de arranque y hacer la respectiva conexión del switch de arranque y los respectivos bornes. La instalación del sistema de arranque se presenta a continuación en la figura 25.



Figura 25. Instalación del sistema de arranque

3.3.2 SISTEMA DE CARGA

Para el sistema de carga se hizo necesario el cambio de cables conforme a los cálculos realizados en el diseño, una vez seleccionados el cable conductor AWG 6 para este sistema se procedió a realizar las conexiones respectivas entre el alternador del motor y la batería del vehículo. Una modificación importante que recibió el sistema de carga fue el cambio de batería, debido a los mayores requerimientos que necesita el prototipo para abastecer toda la electricidad necesaria, y también evitar que el alternador se caliente en exceso por trabajar a su máxima capacidad. Durante su funcionamiento se realizaron pruebas utilizando un multímetro y un probador de baterías. Con el motor encendido, todas las luces en funcionamiento y acelerando a 3000 RPM se obtuvo una lectura máxima de 13.20 V. Esto demuestra el correcto funcionamiento del alternador y la carga que entrega a la batería mientras se

utilizan todos los aparatos consumidores y manteniendo un rango de carga estable, como se observa en la figura 26.



Figura 26. Prueba de voltaje del sistema de carga

3.3.3 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El sistema de iluminación requirió un completo diseño e implementación debido a la necesidad de una mejor iluminación para una competencia nocturna, asimismo éste sistema debe regirse a la norma técnica nacional de la FEDAK y a la normativa internacional de la FIA. Para la instalación de este sistema se utilizaron varios metros de cables conductores para instalación automotriz, los mismos que fueron seleccionados según los cálculos realizados previamente entre los que figuran conductores AWG 12, 16 y 18 tanto para faros delanteros como posteriores. Se armó un arnés completo de cables que recorren el vehículo dentro de mangueras corrugadas. Las conexiones se realizaron como se muestran en los esquemas del sistema de iluminación, el cableado se conecta mediante terminales a los faros, los botones y switches, caja de fusibles y relés. Las pruebas en cuanto a su funcionamiento requieren estrictamente que la iluminación sea mejor que la de un vehículo convencional, por cuanto se realizó el cambio de las bombillas con halógenos H4 que mejoran notablemente la visualización de la vía por donde se circula, esto hace que se pueda conducir a una mayor velocidad y permita estar alerta de los obstáculos, a su vez la necesidad de faros neblineros que aumenten la capacidad visual en circunstancias de baja visibilidad ayudan a mantener una alta velocidad en el trayecto. Para circunstancias de muy baja visibilidad, o donde se pretenda aumentar la distancia de iluminación y la iluminación periférica que no es posible con los faros principales se ha instalado una barra LED en la parte superior como lo dictamina la FEDAK, de esta forma en cuanto a la iluminación delantera se tiene una notable mejoría, rindiendo al máximo en caminos de segundo y tercer orden dando como resultado una circulación segura a altas velocidades. En la figura 27 se observa la instalación del Sistema de iluminación delantera.



Figura 27. Sistema de iluminación delantera

El sistema de iluminación posterior, presentado en la figura 28, cumple con los requerimientos de la FEDAK y la FIA, poniendo en funcionamiento las luces de carretera, stop, direccionales y reversa para poder ser divisados por otros pilotos, anticipando los giros, dando a conocer la posición e intenciones de frenar o ir en reversa si así lo requiere.



Figura 28. Sistema de iluminación posterior

3.3.4 SISTEMA DE VENTILADOR PARA EL RADIADOR

Se realizó la instalación de un ventilador eléctrico adicional en la parte delantera del radiador como se muestra en la figura 29, para mejorar y acelerar el enfriamiento del líquido refrigerante y por lo tanto del motor en

situaciones donde el motor necesita ser exigido. Este nuevo ventilador está conectado a través de un relé cuyos contactos deben instalarse entre la fuente de corriente y masa, y el trompo de temperatura entre la bobina del relé y masa, una vez que se cierran los contactos del sensor de temperatura pasará una pequeña corriente a través de la bobina del relé para cerrar estos contactos, demandando más corriente para hacer trabajar los dos ventiladores, pudiendo ser accionados manualmente por un interruptor colocado en el panel de control.



Figura 29. Sistema de ventilación para el radiador

3.3.5 SISTEMA DE ENCENDIDO

Para el sistema de encendido se cambiaron los cables de bujía por cables ACCEL de alto rendimiento, aumentando su capacidad para transmitir de mejor manera el alto voltaje de la bobina, estos cables soportan mayor temperatura que los cables originales por su cubierta de silicona, la trenza de fibra de vidrio aislante hace que el voltaje no se pierda antes de llegar a las bujías, posee terminales de zinc-latón plateados para el distribuidor y zinc plateado para los terminales de las bujías.

Las bujías originales fueron reemplazadas por bujías de platino BOSCH de grado frío, de cuatro electrodos que mejoran la explosión de la mezcla aire-combustible haciendo que el arco eléctrico salte rápidamente al electrodo más cercano. Esta bujía al ser de grado frío hace que disipe el calor más rápidamente, trabajando dentro de un rango apropiado de temperatura evitando daños prematuros de la bujía y cumpliendo los requerimientos del motor en una competencia. En la figura 30 se observa la instalación de los cables de bujías en el motor del prototipo.



Figura 30. Cables de bujías de alto rendimiento

3.3.6 MANÓMETROS INDICADORES

3.3.6.1 Medidor de presión de aceite

El medidor de presión de aceite posee dos elementos, un manómetro de medición y un sensor de presión del aceite. Para la instalación del manómetro se realizó la conexión de tres cables, un cable rojo positivo de corriente, un cable negro negativo a masa y un cable naranja conectado a luces para iluminación, además se realizó la instalación del sensor de aceite que se conecta al manómetro a través de un delgado tubo de cobre. Para la instalación de este sensor de aceite fue necesario utilizar un acople para mantener también el sensor de aceite original, el cual trabaja directamente con la ECU, enviando información sobre los parámetros de funcionamiento del motor.

3.3.6.2 Amperímetro

Para la instalación del amperímetro se realizó la conexión de tres cables, un cable rojo positivo de corriente, un cable negro negativo conectado a masa y un cable gris conectado a luces para iluminación. El amperímetro muestra tres posiciones, cuando la batería está totalmente cargada la aguja se ubicará en una posición neutra, es decir cero, si se utiliza una cantidad de corriente mayor que aquella que puede suministrar el sistema de carga la aguja girará hacia la posición negativa, cuando la batería no está totalmente cargada y la corriente necesaria es mayor, la aguja girará hacia la posición positiva.

3.3.6.3 Medidor de temperatura del motor

El medidor de temperatura del motor consta de un manómetro y un sensor de temperatura. Para la instalación de éste manómetro se realizó la conexión de cuatro cables, un cable rojo positivo de corriente, un cable negro negativo a masa, un cable rojo conectado a luces para iluminación y un cable negro conectado al trompo de temperatura.

3.3.6.4 Tacómetro

Para la instalación del tacómetro se realizó la conexión de cuatro cables, el cable blanco para iluminación conectado a positivo junto con la conexión de encendido de luces, el cable de color verde se conecta a la bobina de encendido, el cable rojo se conecta a positivo de corriente y el cable negro a masa. También fue necesario hacer una regulación mediante los botones de calibración para que se encienda la luz del shifter.

La instalación de los manómetros indicadores se muestra en la figura 31.



Figura 31. Manómetros indicadores

3.3.7 SWITCH MASTER

La instalación del sistema de desconexión principal que bloquee la corriente hacia los aparatos consumidores es una medida de seguridad. Para la instalación del interruptor de desconexión principal se escogió una posición accesible tanto para el piloto como para una persona ajena a la tripulación como lo establece la normativa de la FEDAK. El switch master se conecta entre el cable que va desde el alternador a la batería, previniendo así que el regulador del alternador pueda sufrir algún daño, principalmente una sobrecarga al alternador. La instalación del Switch Mater se presenta a continuación en la figura 32.

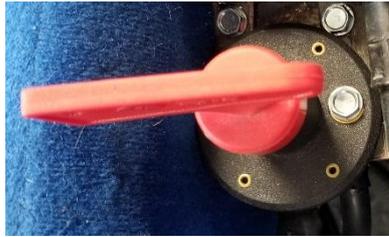


Figura 32. Instalación del Switch Master

3.3.8 BOMBA DE COMBUSTIBLE

La bomba de combustible es un elemento de mucha importancia y debe tener mucha consideración en cuanto a su buen funcionamiento, esta bomba es la encargada de bombear el combustible desde el depósito hacia los inyectores, y posteriormente a la cámara de combustión. La bomba de combustible en el prototipo de carrera es una bomba eléctrica debido al sistema de inyección que posee. Durante las pruebas de funcionamiento del prototipo se realizó una medición de la presión de la bomba de combustible donde se obtuvo una lectura de 2 bares, si bien esta lectura indica que la bomba está trabajando dentro de los parámetros normales, al ser un prototipo con el que se busca competir en carreras se hizo necesario el reemplazo del solenoide de la bomba de combustible, esto con el objetivo de aumentar la presión enviada hacia los inyectores para un mejor rendimiento del prototipo. Realizado el cambio del solenoide de la bomba se realiza nuevamente una medición de presión, donde se obtiene una lectura de 3 bares, como se muestra en la figura 33. El cambio del solenoide se realizó tomando en cuenta que, si la presión se vuelve débil durante el funcionamiento del motor, hará que este opere con una mezcla muy pobre y será incapaz de entregar la potencia que se exige durante una carrera.



Figura 33. Presión en la bomba de combustible

3.3.9 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Previo a la instalación del motor de arranque se realizan dos mediciones de resistencia de la bobina del solenoide o automático y determinar su estado de funcionamiento.

Para la prueba de resistencia de la primera bobina, seleccionaremos en el multímetro la escala de 20 Ohmios, la punta del cable rojo lo conectamos al terminal de conexión (+) y la punta del cable negro al cuerpo metálico del solenoide (-). En ésta prueba obtenemos una resistencia de 5,17 Ohmios, el cual es un valor normal de funcionamiento. Para la prueba de la segunda bobina mantenemos la punta del cable rojo en el terminal de conexión (+) y cambiamos la punta del cable negro (-) al contacto que ingresa al motor eléctrico de arranque. En ésta prueba se obtiene una resistencia de 1,7 ohmios, esto se debe a que ésta bobina posee un alambre de cobre de mayor diámetro.

Para las pruebas de alimentación del sistema de iluminación se procedió a ubicar en ON el interruptor de encendido, el multímetro en una escala de 20 voltios y activar uno por uno los distintos sistemas de luces que se van a medir, es decir, encender el sistema de luces medias, altas, neblineros, barra led, stop, reversa y direccionales. En ésta prueba se obtuvieron medidas de 12.27 Voltios. El voltaje que deben recibir estos aparatos consumidores es de 12 Voltios.

Para la medición de la resistencia de los cables de bujías es necesario seleccionar en el multímetro una escala de 20 kilo Ohmios, pues como se explicó anteriormente éstos cables poseen una alta resistencia. La punta del cable rojo se ubica en el extremo de la salida de la bobina (+) y la punta del cable negro hacia el extremo que va la bujía (-). En este caso el multímetro marca valores diferentes entre cada cable, ya que poseen diferentes medidas. Los valores marcan entre 12.63 kilo Ohmios y 12.82 kilo Ohmios. La utilización del multímetro se muestra en la figura 34.



Figura 34. Utilización del multímetro

En el sistema de encendido se realiza una prueba con un tester comprobador de cables de bujías, el cual se conecta entre el cable y las bujías, mostrando los pulsos eléctricos enviados por la bobina para la generación de la chispa dentro de las cámaras de combustión, así también se realiza una prueba de los pulsos eléctricos enviados a los inyectores conectando un diodo a los sockets correspondientes. En la figura 35 se muestra la prueba realizada con el tester comprobador de cables de bujías.



Figura 35. Utilización del tester comprobador de cables de bujías

En el sistema de carga se realizó una prueba utilizando un probador de baterías. Con el interruptor de encendido en ON se midió que la batería tenía 13.22 Voltios en su carga máxima, se procedió a encender el motor y los consumidores principales como son las luces altas, barra LED, neblineros, y los ventiladores eléctricos, obteniendo una lectura de 12.37 Voltios en ralentí, comprobando que el alternador abastece de energía suficiente para mantener encendidos los principales consumidores y de igual forma cargar la batería. Acelerando el motor hasta 3000 RPM se obtiene una carga de 12.62 Voltios. Por último, se realiza una medición de presión de la bomba de combustible utilizando un manómetro de presión ubicado en la cañería que envía el combustible desde la bomba hasta el riel de inyección. Aquí primero se obtiene una lectura de 2 bares, lo cual indica que la bomba está perdiendo presión, por tanto, se hace necesario reemplazar el solenoide de la bomba. Una vez hecho el cambio y revisando que el solenoide reciba los 12 Voltios de corriente necesaria se mide nuevamente la presión, obteniendo esta vez una presión de 3 bares.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Los métodos de diseño de circuitos estudiados previamente fueron la base para la realización de éste proyecto, teniendo en cuenta que el prototipo está destinado a competir se hizo necesario el estudio de materiales, elementos de los diferentes sistemas y cables conductores, así como los cálculos correspondientes para determinar los voltajes e intensidad de corriente que recorrerá por cada circuito.

La fase de diseño requirió el análisis individual de cada circuito que compone el sistema eléctrico de forma que se pueda determinar según los requerimientos y las dimensiones que tendrán los diferentes conductores si los cálculos y materiales elegidos para cada sistema cumplen su función correctamente, transportando el voltaje que necesita el sistema de forma individual y conjunta para obtener el máximo rendimiento.

Para la implementación de los sistemas eléctricos del prototipo se adquirieron los diferentes elementos como una batería de mayores prestaciones, bujías y cables de bujías, electro ventilador, faros con bombillas de máxima disipación de luz que cumplan con las normas de la FEDAK y de la FIA, conductores eléctricos AWG 6, 12, 14, 16 y 18, relés fusibles que protejan todos los sistemas de posibles sobrecargas o cortocircuitos y nuevos manómetros que permitan obtener lecturas reales y precisas

La evaluación de cada sistema requirió la utilización de instrumentos de medición como multímetro, probador de baterías, un tester comprobador de cables de bujías y diodos, con el fin de comprobar el funcionamiento de cada sistema eléctrico instalado en el prototipo, los voltajes que reciben, comprobación de pulsos eléctricos, medición de resistencia, continuidad, carga y descarga de la batería, arranque y encendido, comprobación de funcionamiento de los sensores e inyectores y presión de la bomba de combustible. Todo esto permite garantizar el funcionamiento correcto de cada sistema de forma individual y también en conjunto.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener al prototipo en un programa de mejora continua para incrementar su rendimiento en las competencias mediante el mapeo de la ECU y mejoramiento en el sistema de encendido electrónico.

Mejorar la iluminación delantera del prototipo mediante el uso de tecnología LED con faros adaptativos y dinámicos que activen o desactiven las luces de cruce automáticamente con el uso de sensores, dependiendo de la aceleración o proximidad con otros vehículos.

Mejorar las instalaciones eléctricas referentes a los sensores mediante inspecciones y mantenimientos, teniendo en cuenta que la adquisición del motor y sus sensores son de segunda mano.

Realizar análisis de funcionamiento y eficiencia y verificar los resultados durante una prueba de ruta o bajo condiciones que demanda una competencia.

En caso de realizarse cambios considerables en las instalaciones eléctricas o adicionar elementos u otros sistemas eléctricos, mantenerse dentro del reglamento que estipula la FEDAK.

5. BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. M. (1998). *Técnicas del Automóvil. Equipo Eléctrico*. España: Paraninfo.
- Alonso, José Manuel. (2000). *Electromecánica de Vehículos*. Madrid: S.A. Ediciones Paraninfo.
- auto-data.net. (2002). *auto-data.net*. Obtenido de https://www.auto-data.net/es/?f=showCar&car_id=13735
- BOSCH. (2017). Obtenido de http://es.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories/service_parts_1/spark_plugs_1/program_1/bosch_super_4/bosch_super_4_1.html
- BOSCH. (s.f.). *BOSCH ECUADOR*. Obtenido de <http://www.boschecuador.com/baterias/34-hp-0>
- Cablec, G. C. (s.f.). Catálogo de productos comerciales. Quito, Ecuador.
- Circuitos de electrónica*. (s.f.). Obtenido de <http://circuitos-de-electronica.blogspot.com/search/label/Teor%C3%ADa%20de%20Circuitos>
- Crouse, W. H. (1991). *Equipo eléctrico y electrónico del automovil*. Barcelona: Marcombo.
- Dani. (2014). *Aficionados a la Mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/bujias.htm>
- Dani Meganeboy. (2004). *Mecánica Virtual*. Obtenido de Curso rápido de electricidad del automóvil: <http://www.clubnissanarg.com.ar/Foro/archivo/archivo/Curso%20de%20electricidad%20del%20automovil,%20simbologia.pdf>
- Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2012). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*. S.A. EDITEX.
- Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2012). *Mantenimiento del sistema de alumbrado del vehículo*. S.A. EDITEX.
- EROSKI. (2017). *Revista consumer EROSKI*. Obtenido de <http://revista.consumer.es/web/es/20070601/pdf/consejo-del-mes-3.pdf>

- Escuelas IADE. (2016). *Electricidad y electrónica automotriz*. Argentina.
- FEDAK. (22 de 8 de 2013). *Sucesos Deportivos*. Obtenido de <https://sucesosdeportivos.wordpress.com/2013/08/22/reglamento-tecnico-y-de-seguridad-para-rally-categorias-todo-terreno/>
- Ferrer Viñas, S. (2006). *Circuitos electricos del automóvil*. Madrid: S.A. EDICIONES PARANINFO.
- FIA. (2017). *RFEDA*. Obtenido de <https://www.rfeda.es/documents/20185/772209/art279A.pdf>
- Gil Martínez, H. (2006). *Manual Práctico del Automóvil*. Madrid: CULTURAL S.A.
- Hyundai Motor Company. (1998). *Manual de servicio ATOS*. Corea.
- Ibanez. (s.f.). *Ibanez Competición*. Obtenido de <http://www.ibanezcompeticion.cl/documents/25.html>
- Ingemecánica. (s.f.). *Ingemecánica*. Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn70.html>
- Lunar Romero, J. M. (12 de 07 de 2017). *Electricidad Automotriz*. Obtenido de <https://electroaut.blogspot.com/>
- Magaña Pineda, L. A. (2012). *Libro de Proyectos Electricos 1*. Mexico DF: ECA.
- Manual de electricidad del automóvil. Módulos A2 y A3*. (s.f.). Obtenido de www.salesianostalca.cl/files/a2-electricidad-basica.pdf
- Martinez, J. A. (1 de Septiembre de 2017). *Actualidad motor*. Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-del-alternador/>
- mecánica, A. a. (2011). *Aficionados a la mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/dis.htm>
- Mr Gasket. (2012). *Master disconnect switch*. Cleveland.
- NGK. (2017). *NGK Spark Plug Europe*. Obtenido de <https://www.ngk.de/it/dettagli-tecnici/candele-di-accensione/comportamento-termico/>
- Plaza Lagunas, J. J. (s.f). *Alternadores trifásicos. Principio de generación*. Liceo Industrial Vicente Pérez Rosales.

- RMCompetición. (s.f.). *RMCompetición*. Obtenido de mcompeticion.mercadoshops.com.ar
- Sáenz, B. (27 de Agosto de 2008). *Electricidad y electrónica*. Obtenido de <http://electricidadyelectronicabrian.blogspot.com/>
- Salazar Peñaherrera, D. C. (2011). *Construcción de un tablero didáctico de un sistema eléctrico de alumbrado del vehículo*. Quito.
- Sergio. (2011). *Mecánica y automoción*. Obtenido de <http://mecanicayautomocion.blogspot.com/2009/03/sistema-electrico-automovil.html>
- TodoAutos. (14 de 12 de 2017). *TodoAutos*. Obtenido de <http://www.todoautos.com.pe/portal/autos/200-especiales/8959-autos-tableros-luz-testigos-indicadores>

6. ANEXOS

6. ANEXOS

ANEXO 1.

Reglamento técnico de la FEDAK

REGLAMENTO TECNICO PARA LA CATEGORIA DE VEHICULOS UTV CON MOTOR DE MOTOCICLETA DESDE 850 HASTA 1300 CC, BUGGYS Y TUBULARES CON MOTOR ATMOSFERICO DE AUTOMOVIL DE 4 CILINDROS HASTA 2000 CC.

SE CONSIDERAN BUGGYS, TUBULARES O UTV DENTRO DEL CODIGO DEPORTIVO INTERNACIONAL DE LA FIA A LOS VEHICULOS DE 4 RUEDAS, Y DEBIDAMENTE EQUIPADOS CON CAJA O CREMALLERA DE DIRECCIÓN CUYO TIMON O VOLANTE DE ACCIONAMIENTO PARA CURVAR NO SEA DE ACCIÓN DIRECTA COMO UNA MOTOCICLETA O UN CUADRON.

1-) VEHICULOS ADMITIDOS.

Se admiten Los vehículos UTV y Buggys de Chasis Tubular y tracción posterior a 2 ruedas únicamente. Los vehículos deberán ser de 2 plazas como mínimo teniendo la ubicación del Piloto y Copiloto perfectamente sentados el uno al lado del otro. No se permiten vehículos monoplazas ni tampoco de 2 plazas cuando el Copiloto va ubicado adelante o atrás del Conductor. En Ambos casos todos los tubos del Chasis deberán ser de material ferroso y de un espesor mínimo de 1,5 milímetros. Los Buggys obligatoriamente deberán tener el motor y la caja de cambios ubicados detrás de los asientos del piloto y copiloto, es decir se prohíben los Buggys con motor delantero.

2-) MODIFICACIONES PERMITIDAS.

- a) SUSPENSIÓN: Todas las mesas, tijeras, triángulos y demás partes de la suspensión deben ser de material ferroso únicamente. El # de Amortiguadores se limita a un máximo de 2 por rueda. La dirección deberá ser de cajetín o cremallera con volante a la derecha o a la izquierda únicamente. Se prohíben los vehículos con Volante Central. Las Rotulas de suspensión son libres y se pueden utilizar rotulas tipo UNIBALL. El material de los bujes de suspensión es libre.

Sección 8

- b) FRENOS: El número de discos o tambores de freno se limita a 4 al igual que el número de mordazas. Serán libres el material de las pastillas y los forros de las zapatas. El número de bombas de freno puede ser de máximo 2 una para el circuito delantero y otra para el posterior. Deberán tener obligatoriamente funcionando el freno de mano.

- c) SISTEMA DE ESCAPE:

Se debe instalar uno o varios resonadores con la finalidad de cumplir la norma de ruido la cual se limita a 120 decibeles. Se puede eliminar el catalizador. El escape deberá salir por la parte posterior del vehículo.

d) AROS Y LLANTAS

Los aros de rueda al igual que las llantas serán libres, pero el Rin de aro máximo permitido es de 15 pulgadas. La fijación de las ruedas se puede hacer ya sea con pernos o con espárragos y tuercas. Todo vehículo deberá llevar como mínimo una llanta de emergencia debidamente asegurada.

e) SISTEMA ELECTRICO:

Libre en cuanto a las instalaciones de luces complementarias. Debe instalarse un switch máster (cortacorriente) que al ser desconectado apague el motor por completo y desconecte todos los accesorios del vehículo. Se debe contar con un mínimo de 3 luces de STOP. Instrumentos Libres Luces de Stop, Direccionales y luces delanteras obligatorias.

f) MOTOR

UTV Desde 850 hasta 1300 Centímetros Cúbicos Únicamente en motores de motocicleta.

Buggys Hasta 2000 centímetros cúbicos de 4 cilindros en motores de automóvil.

Sección 9

g) CAJA DE CAMBIOS Y EMBRAGUE.

UTV.

Caja de Cambios original del motor del vehículo. Buggys.

Caja de Cambios original del motor si es de motocicleta y caja de cambios de hasta 5 velocidades si es un motor de Automóvil.

h) CARROCERIA

La carrocería es libre debiendo guardar las siguientes consideraciones: Debe cubrir íntegramente el vehículo en sus componentes interiores vista desde el plano superior. Los guardafangos deben cubrir las 4 llantas, Los guardafangos delanteros se pueden mover con el giro de los neumáticos al curvar. Deben instalarse obligatoriamente, guardabarros en las 4 ruedas. El Piloto y Copiloto deben estar ubicados dentro del Habitáculo del vehículo el mismo que deberá tener puertas laterales o la estructura de la cabina cubriendo íntegramente su cuerpo íntegramente visto desde el plano superior y lateralmente hasta parte superior de la cintura. Deberán contar con mallas laterales para la protección de brazos y manos con la finalidad de evitar que las mismas se salgan del vehículo en caso de volcadura. Los Asientos deberán ser monovolumen de una sola pieza y bajo ningún concepto podrán ser reclinables. Deberá existir un panel central que divida perfectamente el habitáculo del piloto de la sección del motor. Deberá tener un mínimo de 2 espejos laterales y el central de ser

posible. El Motor y la caja de cambios deberán estar íntegramente cubiertos vistos desde el plano superior del vehículo.

i) **COMBUSTIBLE.**

Se Permite únicamente el uso de gasolina comercial súper o extra únicamente. Puede se aditivada con aditivos de venta local. No se permite el uso de gasolina de avioneta, ni como combustible ni como aditivo. No se permiten los sistemas de óxido nitroso, ni el uso de metanol como combustible.

ANEXO 2.

Reglamento de la F.I.A



FEDERATION
INTERNATIONALE
DE L'AUTOMOBILE
WWW.FIA.COM

2017

ANEXO J / APPENDIX J – ARTÍCULO / ARTICLE 261

Reglamento Específico para vehículos de Grupo R5

Specific Regulations for Cars in Group R5

Artículo modificado - <i>Modified Article</i>	Fecha de aplicación - <i>Date of application</i>	Fecha de publicación - <i>Date of publication</i>

	Reglamento / Regulations	
	RALLYE 5 R5 Gasolina	RALLYE 5 R5 Petrol
00-0	<u>Introducción:</u> Este Artículo 261 debe ser usado con los Artículos 251, 252 y 253 del Apéndice J y con las fichas correspondientes para Grupo VR5 y Grupo A.	<u>Foreword:</u> this Article 261 must be used with Articles 251, 252 and 253 of Appendix J and with the corresponding Group VR5 and Group A forms.
01-1	DEFINICIÓN / DEFINITION	
01-2	Vehículos de Turismo o Vehículos de Producción a Gran Escala, motor gasolina turboalimentado, tracción a las 4 ruedas.	Touring Cars or Large Scale Series Production Cars, supercharged Petrol engine, 4-wheel drive.
02-1	HOMOLOGACIÓN / HOMOLOGATION	
02-2	Estos vehículos deben haber sido producidos por lo menos en 2500 unidades idénticas durante 12 meses consecutivos y homologadas por la FIA en Vehículos Turismos (Grupo A). Se usará la ficha básica de Grupo A, completada por la ficha VR5 y las VO específicas (ver 02-3). <u>Voladizos:</u> Los voladizos (art. 209ª) y 209b)) de la ficha de homologación se deben medir de acuerdo al método descrito en el Dibujo 255A-1.	At least 2500 identical examples of these cars must have been manufactured in 12 consecutive months and homologated by the FIA in Touring Cars (Group A). The basic Group A form must be used, completed by the VR5 form and the specific VOs (see 02-3). <u>Overhangs:</u> The overhangs (articles 209a) and 209b)) of the homologation form may be measured in accordance with the method described in Drawing 255A-1.
02-3	Todos los elementos homologados como VO específicos para el Grupo R5 de la ficha de Grupo A pueden ser utilizados dentro del Grupo R5. Todos los elementos homologados dentro de la ficha VR5 deberán ser utilizados en su totalidad. Estos elementos no deberán ser modificados. Todos los elementos restantes de las VO están prohibidos para el Grupo R5.	All parts homologated in specific VO for Group R5 of the Group A form may be used in Group R5. All the parts homologated on the VR5 form must be used in their entirety. These parts must not be modified. All other Group A VOs are prohibited in Group R5.

	<p>Todos los elementos homologados dentro de la ficha variante VR5 deberán ser utilizados en su totalidad y no podrán ser modificados en ningún caso. La utilización de una parte homologada como comodín en un vehículo será anotada dentro de su pasaporte técnico. A partir de la fecha mencionada, no será posible utilizar la pieza antigua.</p>	<p>All the parts homologated on the VR5 Variant form must be used in their entirety. These parts must not be modified. The use of a part homologated as "Joker" on a car will be noted on its technical passport. It will no longer be possible to use the old part as from the date specified.</p>
03-1	MODIFICACIONES AUTORIZADAS Y CAMBIOS / AUTHORISED MODIFICATIONS AND ADDITIONS	
03-2	<p>Esta normativa ha sido escrita bajo términos de modificación; por tanto lo que no sea expresamente autorizado en lo sucesivo estará prohibido.</p>	<p>These regulations are written in terms of authorisation; therefore, what is not expressly authorised hereinafter is prohibited.</p>
03-4	<p><u>Es posible reparar las siguientes partes homologadas por soldadura:</u> Culata, tapa de culata, bloque motor, cárter de aceite, colectores de admisión y escape, carcasa de caja de cambios y carcasa de diferencial. La soldadura debe limitarse estrictamente a reparar la zona, debe respetarse la forma y no cambiar la función o prestaciones de la pieza. Los hilos dañados pueden ser reparados atornillando un nuevo hilo con el mismo diámetro interior (tipo « helicoil »). Los límites de estas modificaciones y montajes en lo sucesivo están autorizados. Aparte de las mencionadas modificaciones, toda parte deteriorada o accidentada solo podrá ser remplazada por una pieza original o idéntica a la estropeada. Los vehículos deberán ser estrictamente de serie e identificables por la información reflejada en su ficha de homologación. <u>Tuercas y tornillos:</u> A lo largo del coche, cualquier tuerca, perno o tornillo puede ser sustituido por cualquier otra tuerca, perno o tornillo y tener cualquier tipo de dispositivo de bloqueo (arandela, tuerca de seguridad, etc).</p>	<p><u>It is possible to repair the following homologated parts by welding:</u> Cylinder head, cylinder head cover, engine block, oil pan, intake and exhaust manifolds, gearbox casing and differential casing. The weld must be limited strictly to the repair area, must respect the shape and must not change the function or performance of the part. Damaged threads can be repaired by screwing on a new thread with the same interior diameter ("helicoil" type). The limits of the modifications and fittings allowed are specified hereinafter. Apart from these, any part worn through use or accident can only be replaced by an original or specific part identical to the damaged one. The cars must be strictly series production models identifiable from the information given on the homologation form. <u>Nuts and bolts:</u> Throughout the car, any nut, bolt or screw may be replaced by any other nut, bolt or screw and have any kind of locking device (washer, lock nut, etc.).</p>
03-5	<p><u>Materiales:</u> La utilización de la aleación de magnesio queda prohibida excepto en el caso de partes montadas que sean del modelo de serie. La utilización de aleaciones cerámicas y de titanio queda prohibida excepto en el caso de que estos materiales estén presentes en el vehículo de serie. Sólo se deben utilizar estas partes estándar. La utilización de carbón y/o kevlar está autorizada bajo la condición de que sea una única capa y que sea puesta en la cara visible de la pieza. Se autoriza el uso de varias capas de fibra de aramida para la protección de partes de la carrocería (lateral, suelo, pasos de rueda interiores). Las protecciones del depósito de gasolina pueden estar compuestas de varias capas de Kevlar, fibra de carbono o fibra de vidrio. Las piezas libres así como aquellas piezas homologadas en VR5 deben estar conforme al Artículo 252-1.3 del Anexo J.</p>	<p><u>Materials:</u> The use of magnesium alloy is prohibited except in the case of parts fitted on the series model. The use of ceramics and titanium alloy is not authorised unless these materials are present on the series vehicle. Only these standard parts must be used. The use of carbon and/or Kevlar is authorised on condition that only one layer of fabric is used and is affixed to the visible face of the part. The use of several layers of Kevlar or fibreglass for the protections of the bodywork parts (side, floor, inner wheel arch) is authorised. The fuel tank protections may be made from several layers of Kevlar, carbon fibre or fibreglass. The free parts as well as the parts homologated in VR5 must be in conformity with Article 252-1.3 of Appendix J.</p>
201-1	PESO MÍNIMO / MINIMUM WEIGHT	
201-2	<p><u>Los vehículos deberán contar con al menos el siguiente peso:</u></p>	<p><u>The cars must have at least the following weight:</u></p>
201-3	<p>Este peso es el real del vehículo, sin piloto ni copiloto, ni con su equipamiento. <u>El equipamiento está constituido de los siguientes elementos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Casco + dispositivo de retención de la cabeza del piloto • Casco + dispositivo de retención de la cabeza del copiloto 	<p>This is the real weight of the car, with neither driver nor co-driver nor their equipment. <u>The equipment comprising the following:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Driver's helmet + head restraining device • Co-driver's helmet + head restraining device.

	<p>En ningún momento durante la competición un vehículo deberá pesar menos que este peso mínimo.</p> <p>En caso de disputa durante el pesaje, la equipación completa del piloto y copiloto (ver parte de arriba) será retirada; esto incluye casco, pero el equipo de comunicación externo al casco será dejado en el vehículo.</p> <p>La utilización del lastre está autorizado salvo las condiciones previstas por el Artículo 252-2.2 de las «Prescripciones Generales».</p>	<p>At no time during the competition may a car weigh less than this minimum weight.</p> <p>In case of a dispute during weighing, the full equipment of the driver and co-driver (see above) must be removed; this includes the helmet, but the headphones external to the helmet may be left in the car.</p> <p>The use of ballast is permitted in the conditions provided for under Article 252-2.2 of the "General Prescriptions".</p>
201-4	<p>El peso mínimo es de 1230 kg bajo las condiciones del Artículo 201-03 (y con una sola rueda de repuesto).</p> <p>El peso mínimo combinado del vehículo (dentro de las condiciones del Artículo 201-03 y con una sola rueda de repuesto) con equipo (piloto + copiloto) es de 1390 kg.</p> <p>En el caso de que dos ruedas de repuesto sean transportadas dentro del vehículo, la segunda rueda deberá ser retirada antes del pesaje.</p>	<p>The minimum weight is 1230 kg under the conditions of Article 201-3 (and with only one spare wheel).</p> <p>The combined minimum weight of the car (under the conditions of Article 201-3 and with only one spare wheel) and crew (driver + co-driver) is 1390 kg.</p> <p>When two spare wheels are carried in the car, the second spare wheel must be removed before weighing.</p>
205-1	DISTANCIA AL SUELO / GROUND CLEARANCE	
205-2	<p>Ninguna parte del vehículo puede tocar el suelo cuando los neumáticos de un lado se encuentren desinflados.</p> <p>Esta prueba será efectuada en una superficie plana bajo condiciones de carrera (ocupantes a bordo).</p>	<p>No part of the car must touch the ground when all the tyres on one side are deflated.</p> <p>This test must be carried out on a flat surface under race conditions (occupants on board).</p>
300-1	MOTOR / ENGINE	
300-2	<p>Las protecciones del motor fabricadas de un material plástico, cuyo propósito es esconder componentes mecánicos en el compartimento del motor, pueden ser retiradas si tienen únicamente una función estética.</p>	<p>Engine shields made of plastic material, the purpose of which is to hide mechanical components in the engine compartment, may be removed if they have a solely aesthetic function.</p>
300-3	<p>Los materiales de insonorización acústica y los adornos bajo el capó y no visibles desde el exterior pueden ser retirados.</p>	<p>Soundproofing material and trim fitted under the bonnet and not visible from the outside may be removed.</p>
300-4	<p>Los tornillos y tuercas pueden ser cambiados bajo la condición que los repuestos sean de aleación de hierro.</p>	<p>The screws and bolts may be changed, provided that the replacements are made from iron-based alloy.</p>
300-5	<p>Se permite cerrar aberturas inutilizadas en el bloque del cilindro, si el único propósito de esta operación es la de cerrarlo.</p>	<p>It is permitted to close the unused apertures in the cylinder block, if the only purpose of this operation is that of closing.</p>
300-6	<p>La tensión de las correas y/o cadenas es libre.</p> <p>Su número debe ser idéntico al original excepto para la tensor de la bomba de aceite homologado en VR5.</p>	<p>The belts and/or chains tensioners are free.</p> <p>Their number must be identical to the original except for the oil pump drive tensioner homologated in VR5.</p>
302-1	Soportes de motor / caja de cambios	Engine / Gearbox mountings
302-3	<p>Los soportes del motor deberán ser originales u homologados en VR5. El material de los componentes elásticos podrá ser reemplazado; el número de soportes deberá ser idéntico a los originales.</p>	<p>The engine mountings must be original or homologated in VR5. The material of the elastic part may be replaced; the number of mountings must be the same as the original.</p>
304-1	Turbocompresor	Turbocharger
304-2	<p>El turbocompresor deberá estar homologado en VR5.</p> <p>Ningún dispositivo de sobrealimentación suplementaria al original será autorizado.</p>	<p>The Turbocharger must be homologated in VR5.</p> <p>No additional supercharging device relative to the original is authorised.</p>

	<p>La brida deberá tener una dimensión máxima interna de 32 mm* y una dimensión externa de 38 mm*, según las condiciones dadas por el Artículo 255.5.1.8.3. Este diámetro podrá ser verificado en cualquier momento sin previa notificación.</p> <p>Todo el aire necesario para alimentar el motor deberá pasar a través de este a brida.</p> <p>El sensor de velocidad de giro del turbo no deberá estar situado entre el diámetro mínimo de la brida y el plano tangente al extremo de los álabes del rodete impulsor.</p> <p>La presión máxima de sobrealimentación es de 2,5 bar*</p> <p>El sistema de control de sobrealimentación homologado FIA (válvula pop-off, ver lista técnica nº43) deberá estar conectado a la tubería de la FIA tal y como está descrito en la homologación.</p> <p>El montaje será llevado a cabo de tal manera que se tengan que quitar completamente dos tornillos para separarla de la tubería de la FIA.</p> <p>Los tornillos serán precintados por los Comisarios Técnicos.</p> <p>*sujeto a pruebas adicionales</p> <p><u>Waste-gate:</u> Se puede cambiar el pin usado para conectar el actuador de la waste-gate al turbocompresor.</p>	<p>The maximum internal diameter of the restrictor is 32 mm* and the maximum external dimension is 38 mm*, in the conditions set out in Article 255.5.1.8.3. This diameter may be revised at any time without notice.</p> <p>All the air necessary for feeding the engine must pass through this restrictor.</p> <p>The turbo speed sensor must not be situated between the restrictor minimum diameter and the plane tangent to the top of the blades of the impeller wheel.</p> <p>The maximum boost pressure is 2.5 bars*.</p> <p>The homologated FIA boost control system (pop-off valve, see FIA Technical list nº43) must be fitted on the FIA pipe as described on the homologation form.</p> <p>Its mounting must be carried out in such a way that two screws have to be entirely removed in order to be able to separate it from the FIA pipe.</p> <p>These screws may be sealed by the scrutineers.</p> <p>*subject to additional tests</p> <p><u>Waste-gate:</u> The pin used to connect the waste-gate actuator to the turbocharger may be changed.</p>
304-2-bis	Intercambiador del aire para compresión	Supercharging air exchanger
	<p>El intercambiador del aire de sobrealimentación deberá ser original u homologado en VR5. Las canalizaciones entre el dispositivo de compresión, el intercooler y el colector serán libres (bajo la condición de permanecer dentro del compartimento del motor), pero su única función deberá ser canalizar el aire y unir varias partes.</p> <p>En cualquier punto, la sección de estas tuberías debe ser menor o igual a la de un tubo con un diámetro interior de 80 mm.</p> <p>Los conductos de aire de refrigeración aguas arriba del intercambiador son libres.</p> <p>Las pantallas de aire de refrigeración del intercambiador pueden estar fabricadas por un material compuesto.</p> <p>Los soportes y la posición del intercambiador son libres (con la única condición que estén montadas dentro del compartimento del motor).</p> <p>Adicionalmente, el volumen total entre la brida y la mariposa no deberá sobrepasar los 20 litros.</p>	<p>The Supercharging air exchanger must be original or homologated in VR5</p> <p>The pipes between the supercharging device, the intercooler and the manifold are free (on condition that they remain in the engine bay), but their only function must be to channel air and to join various parts together.</p> <p>At any point, the section of these pipes must be lower than or equal to that of a tube with an interior diameter of 80 mm.</p> <p>The air cooling lines upstream of the exchanger are free.</p> <p>The air cooling screens of the exchanger may be made from composite material.</p> <p>The supports and the position of the exchanger are free (on condition that it is installed in the engine bay).</p> <p>Furthermore, the total volume between the restrictor and the butterfly must not exceed 20 litres.</p>
305-1	Numero de cilindros en rallies	Number of cylinders in rallies
305-2	El número de cilindros está limitado a 4.	The number of cylinders is limited to 4.
310-0	Relación de compresión	Compression Ratio
310-1	<u>Relación máxima:</u> 10,5: 1	<u>Maximum ratio:</u> 10.5:1
317-0	Pistón completo	Complete piston
317-1	Homologado en VR5.	Homologated in VR5.
318-0	Biela	Connecting rod
318-1	Original u homologada en VR5.	Original or homologated in VR5.
319-0	Cigüeñal	Crankshaft
319-1	Original u homologado en VR5.	Original or homologated in VR5.
319-3	La marca y el material de los cojinetes y los cojinetes axiales son libres, pero deberán conservar el tipo y dimensiones originales del motor homologado en VR5.	The make and material of the shell bearing and thrust shell bearings are free, but they must retain the type and dimensions of the engine homologated in VR5.

320-0	Volante motor	Engine flywheel
320-2	Original u homologado en VR5.	Original or homologated in VR5.
321-0	Culata	Cylinder head
321-1	Homologada en VR5. Esta autorizado cerrar las aperturas no utilizadas en la culata, si la única función de esto es cerrarlas.	Homologated in VR5. It is authorised to close the unused openings in the cylinder head, if closing them is the only purpose of this operation.
321-2	Todos los dispositivos para el reciclaje de los gases de escape o sistemas equivalentes (por ejemplo una bomba de aire adicional, filtros de carbono activos) pueden ser retirados y sus orificios resultantes de esta operación sellados.	All devices for recycling the exhaust gases or equivalent systems (e.g. an additional air pump, active carbon filters) may be removed and the openings resulting from that operation sealed.
322-0	Junta de la culata	Cylinder head gasket
322-2	Original u homologada en VR5.	Original or homologated in VR5.
324-a0	Sistema de inyección	Injection system
324-a1	Cualquier sistema adicional de inyección (por ejemplo, de agua) está prohibido. <u>Inyectores:</u> Para la inyección de gasolina, en cualquier punto del circuito del carburante, la presión máxima autorizada es de 8 bar dentro del circuito de baja presión y 200 bar de media en un ciclo dentro del circuito de alta presión (inyección directa solamente).	Any additional injection system (i.e. water ...) is prohibited. <u>Injectors:</u> For direct petrol injection, at any point of the fuel circuit, the maximum pressure authorised is 8 bars in the low pressure circuit and 200 bars average on one cycle in the high pressure circuit (direct injection only).
324-a2	La ECU deberá estar homologada en VR5.	The ECU must be homologated in VR5.
324-a3	Las entradas dentro de la ECU (sensores, actuadores, etc.) incluidas sus funciones, deberán estar homologadas en VR5. Los cables son libres. Esta permitido remplazar o doblar por otro el cable del acelerador sin importar que provenga del mismo fabricante o no. Los componentes del sistema de inyección situados aguas abajo del sensor de medida de caudal de aire, que controla la cantidad de carburante que entra en la cámara de combustión, pueden ser modificados, pero no remplazados, siempre que no tengan influencia sobre la cantidad de aire admitido. Solo se pueden utilizar sensores / actuadores homologados en VR5.	Inputs to the ECU (sensors, actuators, etc.), including their functions, must be homologated in VR5. The looms are free. The accelerator cable may be replaced or doubled by another one regardless of whether it comes from the manufacturer or not. Components of the injection system situated downstream of the air-flow measuring device, and which control the quantity of petrol entering the combustion chamber, may be modified but not replaced, provided that they do not have any influence over the quantity of air admitted. Only sensors / actuators homologated in VR5 must be used.
324-a4-5	Cualquier sistema de adquisición de datos que sea homologado en VR5 está autorizado.	Any data recording system which is homologated in VR5 is authorised.
325-0	Árboles de levas / Poleas	Camshaft / Pulleys
325-1	Alzada máxima 11 mm. El árbol de levas debe estar homologado en VR5. El número y el diámetro de los palieres deberá ser conservado. Los sistemas tipo "VVT" y "VALVETRONIC" etc. están autorizados si son originales. Estos pueden ser anulados.	Maximum lift 11 mm. The cam lift must be homologated in VR5. The number and diameter of the bearings must be retained. "VVT" and "VALVETRONIC" etc. type systems are authorised if original. They may be rendered inoperative.
325-3	Las poleas / engranajes / piñones montados en los árboles de levas son libres. Si el motor de origen está equipado con tensores de correas (o cadenas) automáticas, se pueden bloquearla en una posición dada por un dispositivo mecánico. La correa /cadena de distribución debe estar homologada en VR5.	The pulleys / gearing / pinions fitted on the camshafts must be homologated in VR5. If the original engine is fitted with automatic belt (or chain) tensioners, it is permitted to lock them in a given position by means of a mechanical device. The timing belt / chain must be homologated in VR5.

325-f0	Empujadores / balancines	Tappets / Rocker arms
325-f2	Homologados en VR5.	Homologated in VR5.
326-0	Distribución	Timing
326-1	La sincronización de la distribución es libre. Si la distribución de origen incluye un sistema de recuperación automático, este podrá ser neutralizado mecánicamente y se autoriza la utilización de galgas de compensación. Las entradas del aceite podrán ser bloqueadas. Las bujías utilizadas no deben tener otra función que el bloqueo de los conductos.	The timing is free. If the original timing includes an automatic play recovery system, this may be neutralised mechanically and play compensation discs may be used. The oil inlets may be blocked. The plugs used must have no function other than that of blocking the ducts.
326-2	Las galgas de reglaje del juego de válvula entre empujadores y las colas de válvula son libres.	The valve play compensation discs between the valve buckets and stems are free.
327-a0	Sistema de admisión	Intake system
327-a1	Los sistemas de admisión de geometría variable están prohibidos. Si el vehículo de serie está equipado con uno, deberá ser desactivado. El colector de admisión debe estar homologado en VR5. La conexión entre el colector de admisión y el colector de escape no está autorizada, incluso si el motor de serie cuenta con esto. Se debe utilizar el sistema de control de sobrealimentación de la FIA con una presión de sobrealimentación máxima de 2,5 bar*. *sujeto a pruebas adicionales	Variable geometry intake is prohibited. If the series-produced car is equipped with one, it has to be deactivated. The intake manifold must be homologated in VR5. The connection between the intake and the exhaust manifold is not allowed, even if it fitted on the series engine. The FIA boost control system with a maximum boost pressure of 2.5 bars* must be used. * subject to additional tests
327-d0	Válvula de admisión	Intake valves
327-d1	Original u homologada en VR5. Las chavetas y guías no están sujetas a ninguna restricción: está autorizado añadir espaciadores debajo de los muelles.	Original or homologated in VR5 The cotters and guides are not subject to any restriction. It is permitted to add spacers under the springs.
327-d2	Control de acelerador	Accelerator / Throttle control
327-d3	Es libre con su freno de funda.	Free with its sleeve stop.
327-d6	Filtro aire	Air filter
327-d7	El filtro de aire, su caja y la cámara de tranquilización son libres, pero deben permanecer dentro del compartimento del motor. Si la toma de aire que ventila el habitáculo del piloto se encuentra en la misma zona que la toma de aire del motor, esta zona deberá ser aislada de la unidad del filtro de aire, en caso de incendio. La admisión del aire puede tener una malla. Los elementos destinados a luchar contra la contaminación se pueden quitar siempre que esto no pueda resultar en un incremento en la admisión del aire. La carcasa del filtro de aire y los conductos de aire pueden ser de un material compuesto. Para la carcasa, el material debe ser retardante del fuego.	The air filter, its box and the plenum chamber are free but must remain in the engine compartment. If the air intake ventilating the driving compartment is in the same zone as the air intake for the engine, this zone must be isolated from the air filter unit, in case of fire. The air intake may be fitted with a grill. Anti-pollution components may be removed, provided that this does not result in an increase in the quantity of air admitted. The air filter housing and the air ducts may be made from composite material. For the housing, the material must be fire-retardant.
327-d8	Alojamiento válvula del acelerador	Throttle valve housing
327-d9b	Esta permitido modificar los elementos del dispositivo inyección que regulan la dosis de la cantidad de carburante admitido dentro de la cámara de combustión, pero no el diámetro del alojamiento para apertura de la válvula del acelerador	Components of the injection system which control the quantity of fuel entering the combustion chamber may be modified, but not the diameter of the throttle valve opening.

327-d10	La unidad del acelerador debe estar homologada en VR5.	The throttle unit must be homologated in VR5.
327-h0	Resorte de la válvula admisión	Intake valve spring
327-h1	Libre.	Free.
327-h2	Copelas de muelles de válvulas de admisión	Intake valve spring cup
327-h3	Libre.	Free.
328-d0	Válvula de escape	Exhaust valve
328-d1	Original u homologada en VR5. Las chavetas y guías no están sujetas a ninguna restricción. Está autorizado añadir espaciadores debajo de los muelles.	Original or homologated in VR5 The cotters and guides are not subject to any restriction. It is permitted to add spacers under the springs.
328-h0	Muelle de la válvula de escape	Exhaust valve spring
328-h1	Libre.	Free.
328-h2	Copelas de muelles de válvulas de escape	Exhaust valve spring cup
328-h3	Libre.	Free.
328-p0	Colector de escape	Exhaust manifold
328-p0b	El colector del escape debe estar homologado en VR5.	The exhaust manifold must be homologated in VR5.
328-p2	Sistema escape	Exhaust system
328-p3a	Libre, aguas abajo de turbo compresor. Los grosores de los tubos utilizados para el sistema de escape deben ser mayores o iguales a 0.9mm, medidos en partes no cilíndricas, la sección máxima de estos tubos debe ser equivalente a aquella de un tubo con un diámetro interior máximo de 70 mm. En el caso donde haya dos entradas en el primer silenciador, la sección del conducto modificado debe ser inferior o igual al total de las dos secciones originales. Un solo tubo debe estar presente en la salida, excepto si la pieza original es utilizada. La posición de la salida trasera del escape es libre. El corte en el parachoques trasero debe estar homologado en VR5. Estas libertades no deben implicar ninguna modificación a la carrocería y debe respetar la legislación del país donde se celebre la competición y sus niveles de ruido autorizados. Un silenciador es una parte del sistema de escape destinada a reducir el nivel de ruido del escape del vehículo.	Free downstream of the turbocharger. The thickness of the tubes used for the exhaust system must be greater than or equal to 0.9 mm, measured in the uncurved parts. The section of these tubes must be equivalent to that of a tube with a maximum interior diameter of 70 mm. Should two inlets exist in the first silencer, the section of the modified duct must be less than or equal to the total of the two original sections. Only one pipe may be present at the exit, unless the original part is used. The rear exhaust exit position is free. The cut out in the rear bumper must be homologated in VR5. These liberties must not entail any bodywork modifications and must respect the laws of the country in which the competition is run with regard to noise levels. A silencer is a section of the exhaust system that serves to reduce the exhaust noise level of the vehicle.
328-p4	Las piezas adicionales para el montaje del escape están autorizadas.	Additional parts for the mounting of the exhaust are authorised.
328-p6	Convertidor catalítico	Catalytic converter
328-p7	Este debe ser de serie (proveniente del modelo homologado producido en más de 2500 unidades) o tomado de la Lista Técnica n°8.	It must be either series (coming from the homologated model produced in a quantity of more than 2500 units) or taken from the technical list n°8.
328-p7b	El núcleo del convertidor catalítico debe estar situado al menos 150 mm antes del extremo del tubo de escape.	The catalytic converter core must be situated at least 150 mm before the end of the exhaust pipe.
329-0	Árboles de equilibrado	Balancing shafts

329-0	Cualquier modificación debe estar homologada en VR5.	Any modification must be homologated in VR5
330-0	Encendido	Ignition
330-1	Libertad para marca y el tipo de bujías y para los cables H.T. Los vehículos deben contar con un limitador de régimen del motor, el régimen de motor máximo está limitado a 7500 rpm.	Freedom for the make and type of the spark plugs and for the HT cables. Cars must be fitted with an engine rev. limiter, maximum engine revs being limited to 7500 rpm.
331-0	Refrigeración del motor	Engine water cooling
331-01	La bomba debe estar homologada en VR5.	The water pump must be homologated in VR5.
331-02	El radiador debe estar homologado en VR5. Este debe estar montado en la posición original, las fijaciones son libres, así como las canalizaciones de agua y pantallas.	The radiator must be homologated in VR5. It must be mounted in the original location; the fixings are free, as well as the water lines and screens.
331-03	El montaje de un recuperador por el agua de refrigeración está permitido. La cámara expansión para el agua de refrigeramiento puede ser remplazado por otro, con la condición que la capacidad del cámara no exceda los 2 litros y que se encuentre dentro del compartimento del motor. La tapa del radiador y su sistema de cierre son libres. El termostato es libre, así como el sistema de control de su ventilador(es) eléctrico(s) y la temperatura en el que se cierra(n). Las líneas de conductos líquidos externas al bloque del motor y sus accesorios son libres. Los conductos de distinto material y/o diámetro pueden ser utilizadas. En todo momento, la distancia máxima entre la cara trasera del núcleo del radiador y la parte más atrás de las aspas del ventilador debe ser de 150 mm. Puede colocarse un conducto entre el núcleo del radiador y el ventilador de refrigeración.	The fitting of a water catch tank is allowed. The original expansion chamber may be replaced with another, provided that the capacity of the new chamber does not exceed 2 litres and that it is placed in the engine compartment. The radiator cap and its locking system are free. The thermostat is free, as is the control system of the electric fan(s) and the temperature at which it (or they) cuts in. The liquid cooling lines external to the engine block and their accessories are free. Lines of a different material and/or diameter may be used. At any time, the maximum distance between the rear face of the radiator core and the rearmost part of the cooling fan blades is 150 mm. A duct may be fitted between the radiator core and the cooling fan.
333-a0	Lubricación / Sistema de aceite	Lubrication / Oil system
333-a1	Radiador, intercambiador aceite/agua, tuberías, termostato y coladores de la bomba (incluyendo el número) son libres (sin modificar la carrocería). El radiador del aceite no puede estar situado en el exterior de la carrocería. <u>Recuperador tipo abierto:</u> Si el sistema de lubricación incluye un sumidero de tipo abierto, deberá estar equipado de tal manera que el aceite fluya hacia el recipiente recuperador. Este deberá tener una capacidad mínima de 1 litro. Este recipiente será de material plástico traslucido o tendrá un panel transparente. <u>Separador aire/aceite:</u> Es posible montar un separador aire/aceite en el exterior del motor (capacidad máxima 1 litro) de acuerdo con Dibujo 255-3. El aceite debe fluir desde el tanque de recogida de aceite hacia el motor solamente bajo el efecto de la gravedad. De lo contrario, los vapores deberán ser re-aspirados por el motor a través del sistema admisión. <u>Ventilador:</u> esta autorizado equipar un ventilador para la refrigeración del aceite del motor, pero no deberá tener efecto aerodinámico.	Radiator, oil/water exchanger, lines, thermostat and pump strainers (including the number) are free (without modifying the bodywork). The oil radiator cannot be situated outside the bodywork. <u>Open type sump breather:</u> If the lubrication system includes an open type sump breather, it must be equipped in such a way that the oil flows into a catch tank. This must have a capacity of 1 litres. This container must either be made of translucent plastic or include a transparent panel. <u>Air/oil separator:</u> An air/oil separator may be mounted outside the engine (maximum capacity 1 litre), in accordance with Drawing 255-3. The oil must flow from the oil catch tank towards the engine by the force of gravity alone. If not, the vapours must be re-aspirated by the engine via the intake system. <u>Fan:</u> A fan may be fitted for cooling the engine oil, but must have no aerodynamic effect.
333-a2	El indicador del aceite es libre, pero deberá estar presente en todo momento y no tener ninguna otra función. Puede ser desplazado respecto a su posición original.	The oil gauge is free, but must be present at all times and have no other function. It may be moved from its original position.

333-a3	<p>El filtro del aceite es libre siempre que sea intercambiable con un filtro original.</p> <p>El montaje de un filtro de aceite o un cartucho en estado de funcionamiento es obligatorio, y el flujo completo del aceite debe pasar por este filtro o cartucho. El conducto de aceite de serie puede ser remplazado por otro.</p> <p>Para permitir el montaje del refrigerador del aceite y/o sus sensores de presión, el soporte del filtro del aceite puede ser mecanizado o remplazado.</p> <p>Esta permitido instalar un adaptador entre el filtro del aceite y el cárter o entre el soporte del filtro del aceite y el bloque motor. Este adaptador puede, igualmente, tener conexiones del sensor de refrigeración del aceite y temperatura y/o de presión.</p>	<p>The oil filter is free, provided that it is interchangeable with the original filter.</p> <p>The fitting of an oil filter or a cartridge in working order is mandatory, and the entire oil flow must pass through this filter or cartridge. The series oil line may be replaced with another.</p> <p>In order to allow the fitting of oil cooler and temperature and/or pressure sensor connections, the oil filter support may be machined or replaced.</p> <p>An adapter between the oil filter and the oil filter housing, or between the oil filter support and the engine block, is permitted. This adapter may also have oil cooling and temperature and/or pressure sensor connections.</p>
333-b0	Carter del aceite y bomba del aceite	Oil sump and oil pump
333-b1	El cárter del aceite deberá estar homologado en VR5.	The oil sump must be homologated in VR5.
333-b2	El montaje de deflectores dentro del cárter del aceite está autorizado.	The fitting of baffles in the oil sump is authorised.
333-b3	Un deflector de aceite puede ser fijado entre los planos del cárter de aceite y el bloque del motor. El deflector de serie puede ser remplazado a cambio que la distancia entre la superficie entre el sello del cárter del aceite y la del bloque del motor no se incremente más de 6 mm.	An oil deflector may be fitted between the planes of the oil sump gasket and engine block. The series deflector may be replaced, provided that the distance between the oil sump seal surface and that of the engine block is increased by no more than 6 mm.
333-b4	La bomba del aceite debe estar homologada en VR5. El sistema de accionamiento de la bomba del aceite debe estar homologado en VR5.	Oil pump must be homologated in VR5. The drive system of the oil pump must be homologated in VR5.
333-b5	El acumulador de presión del aceite debe ser original y homologado en VR5.	The oil pressure accumulator must be original or homologated in VR5.
400-1	CIRCUITO DE COMBUSTIBLE / FUEL CIRCUIT	
401-a0	Depósito del carburante	Fuel tank
401-a1	<p>El depósito del carburante debe estar homologado en extensión de VR5. Solo este depósito puede ser utilizado (sin modificación alguna). Su localización debe ser aquella especificada por la extensión de VR5.</p> <p>Una protección a prueba de líquidos entre el depósito y los ocupantes del vehículo es obligatoria.</p> <p>El repostaje debe ser obligatoriamente llevado a cabo por medio de un conector rápido.</p> <p>Una carcasa impermeable, como se describe en el Artículo 253-14.3, debe estar disponible con fin de permitir verificar el fin de la validez del depósito del carburante.</p>	<p>The fuel tank must be homologated in the VR5 extension. Only this tank may be used (without any modification). Its location must be that specified in the VR5 extension.</p> <p>A liquid-proof shield between the tank and the occupants is mandatory.</p> <p>It is mandatory that refuelling must only be carried out by means of a fast connector.</p> <p>A leak-proof cover in order to allow the checking of the validity expiry date of the fuel tank must be available as described in Article 253-14.3.</p>
402-a0	Circuito del combustible	Fuel circuit
	<p>Las líneas del combustible deben ser de calidad de aviación.</p> <p>La instalación de conductos flexibles de combustible es libre siempre que las prescripciones del Artículo 253-3 del Anexo J sean respetadas.</p> <p><u>Bombas de combustible (excepto bombas de alta presión):</u></p> <p>Las bombas del carburante son libres (incluyendo su número) siempre que sean instaladas fuera del depósito del carburante.</p> <p>Los filtros de combustible con una capacidad unitaria máxima de 0.5 l pueden ser añadidas al circuito del combustible.</p> <p><u>Toma de suministro de combustible</u></p> <p>Cuando sea impuesta por la reglamentación, debe montarse en la parte de baja presión del circuito de carburante.</p> <p><u>Medidores de combustible</u></p> <p>Un máximo de 2 juegos de medidores de combustible está autorizado.</p>	<p>The petrol lines must be of aviation quality.</p> <p>The installation of petrol lines is free provided that the prescriptions of Article 253-3 of Appendix J are respected.</p> <p><u>Fuel pumps (except high pressure pumps):</u></p> <p>Fuel pumps (including their number) are free provided that they are installed inside the fuel tank.</p> <p>Petrol filters with a maximum unit capacity of 0.5 l may be added to the fuel feed circuit.</p> <p><u>Fuel bleed port:</u></p> <p>When a fuel bleed port is imposed by the regulations, it must be mounted on the low pressure part of the fuel circuit.</p> <p><u>Petrol gauges:</u></p> <p>A maximum of 2 petrol gauges is allowed.</p>

	<u>Radiador</u> Está autorizada instalar un radiador dentro del circuito del carburante (capacidad máxima 1 litro). El radiador no deberá estar localizado dentro del habitáculo o dentro del maletero.	<u>Radiator:</u> It is allowed to install a radiator in the fuel circuit (maximum capacity: 1 litre). The radiator must not be located in the cockpit or in the boot.
500-1	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO / ELECTRICAL EQUIPMENT	
500-1	El conjunto de los cables eléctricos es libre.	The electric cable assembly are free.
	Se puede instalar, para uso del copiloto, un dispositivo de control de velocidad y distancia (tipo Coralba). Tal instalación no deberá aportar riesgo alguno. El piloto debe tener capacidad de ver la velocidad cuando conduce. Los fusibles pueden ser añadidos al circuito eléctrico. Las cajas de fusibles pueden ser desplazadas o retiradas.	A speed and distance control device ("Coralba" type) may be fitted for the co-driver's use. Such installation must not involve any risk. The driver must be able to see the speed of the car when driving. Fuses may be added to the electrical system. The fuse boxes may be moved or removed.
500-3	El claxon puede ser cambiado y/o uno adicional añadido al alcance del pasajero. El claxon no es obligatorio en caminos cerrados.	The horn may be changed and/or an additional one added within reach of the passenger. The horn is not compulsory on closed roads.
501-bat0	Batería	Battery
501-bat1	<u>Marca y tipo de batería:</u> La marca, capacidad y los cables de la(s) batería(s) son libres. La tensión nominal debe ser la misma o más baja que la del vehículo de serie. El número de baterías previstas por el constructor debe ser mantenida. <u>Localización de la(s) batería(s):</u> La batería debe estar localizada en su posición homologada en la extensión VR5. La batería debe ser de tipo seco si no está ubicada en el compartimento motor . <u>Fijación de la(s) batería(s):</u> Cada batería debe estar seguramente fijada y su terminal positivo debe estar protegido. En caso que la batería sea movida de su posición original, la fijación a la carrocería debe de estar constituida por un soporte metálico y dos abrazaderas metálicas con revestimiento aislante fijados tornillos y tuercas. Para la fijación de estas abrazaderas, deberán utilizarse tornillos metálicos de 10 mm como mínimo de diámetro y bajo cada tornillo, una contra placa por debajo de la chapa de la carrocería de por lo menos 3 mm de espesor 20 cm ² de superficie. <u>Batería húmeda:</u> Una batería húmeda debe estar cubierta por una caja de plástico sellada y fijada independiente de la batería. El peso mínimo de la batería es de 8kg.	<u>Make and type of battery:</u> The make, capacity and cables of the battery are free. The nominal voltage must be the same or lower than that of the standard production car. The number of batteries laid down by the manufacturer must be retained. <u>Location of the battery(ies):</u> The battery must be located in the location homologated in the VR5 extension. The battery must be of the dry type if it is not in the engine compartment . <u>Battery fixing:</u> Each battery must be securely fixed and the positive terminal must be protected. Should the battery be moved from its original position, it must be attached to the body using a metal seat and two metal clamps with an insulating covering, fixed by bolts and nuts. For attaching these clamps, metallic bolts with a diameter of at least 10 mm must be used, and under each bolt, a counterplate at least 3 mm thick and with a surface of at least 20 cm ² beneath the metal of the bodywork. <u>Wet battery:</u> A wet battery must be covered by a leak proof plastic box, attached independently of the battery. The minimum weight of the battery is 8 kg.
501-bat2	Se permite un desconectador de energía conectado a la batería dentro del habitáculo.	A power take-off connected to the battery is permitted in the cockpit.
502-alt0	Alternador / Generador / Arrancador	Alternator / Generator / Starter
502-alt1	Deben conservarse. El alternador debe estar homologado en VR5. El alternador / arrancador deben estar homologados en VR5. Los soportes son libres con la condición que su localización sea homologada en la extensión VR5. Las poleas conductoras son libres. El motor del arrancador es libre y su posición debe estar homologada en VR5. El origen del arrancador debe ser de un vehículo de serie.	They must be retained. The alternator must be homologated in VR5. The alternator / starter must be homologated in VR5. The mountings are free provided that the location complies with the VR5 homologation extension. The driving pulleys are free. The starter motor is free and his position must be homologated in VR5. The starter motor must be from a standard production car.

502-alt1c	Un dínamo no puede ser remplazado por un alternador y vice-versa.	A dynamo may not be replaced with an alternator, and vice-versa.
503-écl0	Sistema de iluminación	Lighting system
503-écl1	Los faros deben ser originales u homologados en la Variante VR5. Un máximo de 6 faros adicionales está autorizado, incluyendo los correspondientes relés, con la condición que sean aceptados por las leyes del país. Si se conservan los faros anti-niebla, son contados como faros adicionales. Estos no podrán estar montados en la carrocería. Los faros y otras luces exteriores siempre deberán estar en pares. Los faros originales pueden dejarse inoperantes y pueden estar cubiertos por cinta adhesiva. Si estos son independientes de los faros, los faros anti-niebla pueden ser quitados. Los faros diurnos (luces de día) pueden ser remplazados por piezas homologadas en VR5. Se pueden equipar los faros con cubiertas protectoras, siempre que la única función de esto sea cubrir el vidrio y que no tengan ninguna influencia en la aerodinámica del vehículo. Las luces intermitentes laterales (así como su localización) deben ser conservadas si están equipadas en el vehículo de producción en serie.	Headlamps must be original or homologated in VR5 Variant. A maximum of 6 additional headlights are authorised, including the corresponding relays, on condition that this is accepted by the laws of the country. If the series fog lamps are kept, they are counted as additional headlights. They may not be housed within the bodywork. Headlights and other front exterior lights must always exist in pairs. The original headlights may be rendered inoperative and covered with adhesive tape. If they are independent of the headlights, the original fog lights may be removed. Diurnal lights (daytime lights) may be replaced with the substitute part homologated in VR5. Protective headlight covers may be fitted, provided that their only function is to cover the glass and that they have no influence on the car's aerodynamics. Lateral indicator lights (as well as their location) must be retained if fitted on the standard production car.
503-écl2	Equipar luces para marcha atrás está autorizado, siempre que solamente se accionen cuando la marcha atrás está engranda y se cumpla con la normativa impuesta por la policía.	The fitting of a reverse light is authorised, provided that it does switch on only when the reverse gear is engaged and that police regulations are respected.
600-0	TRANSMISIÓN / TRANSMISSION	
602-b0	Embrague	Clutch
602-b1	El mecanismo del embrague debe estar homologado en VR5. El disco de embrague es libre pero debe ser de tipo cerámico.	The clutch mechanism must be homologated in VR5. The clutch disc is free but it must be of the cerametallic type.
602-b4	El sistema de control del embrague debe estar homologado en VR5.	The clutch control must be homologated in VR5.
602-b5	Los depósitos de fluidos del embrague pueden colocarse en el interior del cockpit. En ese caso, se deben unir de manera segura y estar protegidos a prueba de fugas y con cubierta ignífuga.	The clutch fluid tanks may be fixed inside the cockpit. In that case, they must be securely fastened and be protected by a leak-proof and flameproof cover.
603-0	Soportes de la caja de cambios	Gearbox mountings
603-01	Los soportes de la caja de cambios deben estar homologados en VR5.	The gearbox mountings must be homologated in VR5.
603-02	Dentro de estas condiciones, el material de la parte elástica puede ser remplazada.	In these conditions, the material of the elastic part may be replaced.
603-b0	Caja de cambios y diferencial trasero	Gearbox and rear differential
603-b1	La caja de cambios debe estar homologada en VR5. El número de dientes y las relaciones homologadas deben mantenerse.	The gearbox must be homologated in VR5. The number of teeth and the homologated ratios must be retained.
603-d0	Control de la caja de cambios	Gearbox control
603-d1	El comando de la caja de cambios (tipo secuencial) debe ser homologada en VR5.	The gearbox control (sequential linkage) must be homologated in VR5.
603-h0	Refrigeración de la caja de cambios	Gearbox cooling
603-h1	El dispositivo de lubricación y de refrigeración del aceite debe estar homologado en VR5.	The lubrication device and oil cooling system must be homologated in VR5.
605-a0	Relación final	Final drive
605-a1	La relación final debe estar homologada en VR5.	The final drive must be homologated in VR5.

	Solo se autorizan las relaciones finales (ensamblaje piñón/corona) homologadas en VR5. El aparato de desconexión del depósito del fluido del diferencial trasero puede ubicarse en el habitáculo o en el maletero. Debe estar hecho de un material a prueba de fuego, o estar protegido una cubierta a prueba	Only the final drive ratios (pinion/crown assembly) homologated in VR5 are authorised. The fluid tank of the rear final drive disconnect device may be located in the cockpit or in the boot. It must be made from a flame-proof material, or be protected by a leak and flame-proof cover.
605-d0	Diferencial (delantero y trasero)	Differential (front and rear)
605-d1	El diferencial de deslizamiento limitado de tipo mecánico debe estar homologado en VR5. El espesor de los discos, el número de muelles de precargas y el espesor de los espaciadores para el ajuste se puede modificar.	The mechanical type limited slip differential must be homologated in VR5. The thickness of the discs, the number of preload springs and the thickness of spacers for preload adjustment may be modified.
605-d2	Diferencial de deslizamiento limitado es todo sistema que funciona exclusivamente de forma mecánica, por ejemplo, sin la ayuda de un sistema hidráulico o eléctrico.	"Mechanical limited slip differential" means any system which works purely mechanically, i.e. without the help of a hydraulic or electric system.
606-c0	Árboles de transmisión transversales y longitudinales	Transverse and longitudinal transmission shafts
606-c1	Los árboles de transmisión transversales y longitudinales deberán estar homologados en VR5.	The transverse and longitudinal transmission shafts must be homologated in VR5.
700-a0	EJES-SUSPENSIONES DELANTERO Y TRASERO / FRONT AND REAR AXLES-SUSPENSIONS	
700-a1	<p>Todos los elementos de la suspensión homologados dentro de la extensión de VR5 deberán ser utilizados sin ninguna modificación.</p> <p>a) Uniones Las juntas pueden ser de un material diferente al original (por ejemplo, silent blocks más duros, rótulas, etc). La posición de los ejes de rotación de los puntos de anclaje de la suspensión a los trapecios de la rueda y al monocasco (o chasis) deben permanecer sin modificarse en relación a aquellos homologados en VR5.</p> <p>b) Las barras de refuerzo pueden estar montadas en los puntos de anclaje de la suspensión al monocasco o al chasis del mismo eje, a cada lado de los ejes longitudinales del vehículo. La distancia entre los puntos de anclaje de la suspensión y el punto de anclaje de la barra no puede ser mayor de 100 mm, excepto que la barra sea una transversal homologada con la estructura de seguridad, o excepto en el caso en que sea una barra superior fijada a la suspensión Mac Pherson o similar. Dentro de este último caso, la distancia máxima entre el punto de anclaje de la barra y el punto de articulación superior es de 150 mm (Dibujos 255-2 y 255-4). Salvo estos casos, esta barra no debe estar montada sobre el monocasco o las piezas mecánicas</p> <p>c) El refuerzo de los puntos de anclaje de la suspensión con materiales autorizados está permitido con la condición que el material conserve la forma original y permanezca en contacto. Estos refuerzos de la suspensión no deben crear secciones huecas y no deben permitir que dos partes distintas se unan para formar una sola.</p> <p>d) Espaciadores de caída homologados en VR5.</p>	<p>All the suspension parts homologated in the VR5 extension must be used without any modifications.</p> <p>a) Linkages The joints may be of a different material from the original ones (e.g. harder silent blocks, aluminium, "Uniball" joints, etc.). The position of the rotational axles of the mounting points of the suspension to the wheel uprights and to the shell (or chassis) must remain unchanged in relation to those homologated in VR5 extension.</p> <p>b) Reinforcement bars may be fitted on the suspension mounting points to the bodyshell or chassis of the same axle, on each side of the car's longitudinal axis. The distance between a suspension attachment point and an anchorage point of the bar cannot be more than 100 mm, unless the bar is a transverse strut homologated with the safety cage, or unless it is an upper bar attached to a McPherson suspension or similar. In the latter case, the maximum distance between an anchorage point of the bar and the upper articulation point is 150 mm (Drawings 255-2 and 255-4). Apart from these points, this bar must not be mounted on the bodyshell or the mechanical parts.</p> <p>c) The reinforcement of anchorage points with additional material is authorised on condition that material following the original shape and in contact with it is used. The suspension reinforcements must not create hollow sections and must not allow two separate parts to be joined together to form one.</p> <p>d) Camber spacer homologated in VR5.</p>
700-a3	Puntos superiores de la suspensión	Upper suspension points
	Los puntos superiores de la suspensión deben estar homologados en la Variante VR5.	The upper suspension points must be homologated in the VR5 Variant.
702-0	Muelles	Springs
702-1	La dimensión de los muelles principales y helpers son libres (pero no el tipo).	The main and helper spring dimensions are free (but not the type).

	<p>Las plataformas de los muelles pueden ser ajustables, inclusive si esto comprende añadir material.</p> <p>El material de los muelles principal y helper debe ser de aleación de acero.</p> <p>Un muelle helicoidal puede ser remplazado por dos muelles o más del mismo tipo, concéntrico o en serie, con la condición que sean equipados sin ninguna modificación otra que las especificadas en este artículo.</p>	<p>The spring seats may be made adjustable even if this includes the adjunction of material.</p> <p>The material of the main and helper spring must be steel alloy.</p> <p>A coil spring may be replaced with two or more springs of the same type, concentric or in series, provided that they can be fitted without any modifications other than those specified in this article.</p>
706-a0	Barra estabilizadora	Antiroll bars
706-a1	<p>Las barras estabilizadoras que puedan ser ajustadas desde el habitáculo están prohibidas. Las barras estabilizadoras, junto con sus puntos de anclaje, deben estar homologadas en VR5.</p> <p>Bajo ningún caso, las barras estabilizadoras deberán estar conectadas entre ellas.</p> <p>Las barras estabilizadoras deberán ser puramente de tipo mecánico (ningún componente de tipo hidráulico puede estar conectado a la barra estabilizadora o alguno de sus componentes). Las barras estabilizadoras homologadas por el fabricante pueden quitarse o desconectarse.</p>	<p>Antiroll bars that can be adjusted from the cockpit are prohibited.</p> <p>The antiroll bars, together with their anchorage points, must be homologated in the VR5 extension.</p> <p>Under no circumstances may the antiroll bars be connected to one another.</p> <p>The antiroll bars must be of a purely mechanical type (no part that is of a hydraulic type may be connected to the antiroll bar or to one of its components).</p> <p>The antiroll bars homologated by the manufacturer may be removed or disconnected.</p>
707	Amortiguadores	Shock absorbers
707-b	<p>Se autoriza un solo amortiguador por rueda.</p> <p>Solamente los amortiguadores y el montaje de la estructura McPherson homologada en la variante VR5 pueden ser utilizados.</p> <p>En ningún caso, los amortiguadores pueden estar conectados entre ellos.</p> <p><u>La verificación del principio de operación del amortiguador será efectuada de la siguiente manera:</u></p> <p>Una vez que los muelles y/o las barras estabilizadoras sean desmontadas, el vehículo debe hundirse hasta detenerse en el límite en menos de 5 minutos.</p> <p>Los amortiguadores de gas son considerados, en cuanto a su principio de funcionamiento, como amortiguadores hidráulicos.</p> <p>Si los amortiguadores tienen depósitos de fluido separados dentro del habitáculo, o en el maletero si no se encuentra separado del habitáculo, estos deben de ser fuertemente fijados y deben estar recubiertos con una protección.</p> <p>Se puede añadir un limitador de recorrido de la suspensión.</p> <p>Un solo cable por rueda está autorizado y su única función debe ser la de limitar el recorrido de la rueda cuando el amortiguador no este comprimido.</p> <p>Los sistemas de refrigeración por ragua están prohibidos.</p> <p>La modificación de los reglajes de los muelles y amortiguadores desde el habitáculo están prohibidos.</p>	<p>Only one shock absorber per wheel is authorised.</p> <p>Only shock absorbers and McPherson strut assembly homologated in the VR5 Variant may be used.</p> <p>Under no circumstances may the shock absorbers be connected to one another.</p> <p><u>The checking of the operating principle of the shock absorbers must be carried out as follows:</u></p> <p>Once the springs and/or the torsion bars are removed, the vehicle must sink down to the bump stops in less than 5 minutes.</p> <p>With regard to their principle of operation, gas-filled shock absorbers are considered as hydraulic shock absorbers.</p> <p>If the shock absorbers have separate fluid reserves located in the cockpit, or in the boot if this is not separated from the cockpit, these must be strongly fixed and must have a protection.</p> <p>A suspension travel limiter may be added.</p> <p>Only one cable per wheel is allowed, and its sole function must be to limit the travel of the wheel when the shock absorber is not compressed.</p> <p>Water cooling systems are forbidden.</p> <p>Changes to the spring and shock absorber settings from the cockpit are prohibited.</p>
800-a0	TREN RODANTE / RUNNING GEAR	
801-a0	Ruedas	Wheels
801-a1	<p>Las ruedas completas son libres a condición que puedan estar dentro de la carrocería original homologada; esto significa la parte superior de la rueda completa, situada verticalmente sobre el buje de la rueda, debe ser cubierta por la carrocería cuando se mida verticalmente.</p> <p>Las fijaciones de las ruedas por tuercas pueden ser cambiadas libremente por espárragos y tuercas.</p> <p>La utilización de neumáticos destinados para motocicletas está prohibida.</p> <p>La anchura máxima del conjunto "llanta/neumático" debe ser de 9" de ancho y 650 mm de diámetro.</p>	<p>Complete wheels are free provided that they may be housed within the original homologated bodywork; this means that the upper part of the complete wheel, located vertically over the wheel hub centre, must be covered by the bodywork when measured vertically.</p> <p>Wheel fixations by bolts may be freely changed to fixations by pins and nuts.</p> <p>The use of tyres intended for motorcycles is forbidden.</p> <p>Under no circumstances may the "rims/tyres" assembly exceed a width of 9" and a diameter of 650 mm.</p>

	<p>Las llantas obligatoriamente deben ser hechas de un material fundido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para rallies sobre tierra, solamente las llantas de 6.5" x 15" o de 7" x 15" son autorizadas, el material de las llantas es libre (con la condición de ser fundida) y el peso mínimo de una llanta de 6.5" x 15" o de 7" x 15" sea de 8.6 kg. • Si se precisa dentro del Reglamento Particular de la competición (como los Rallies en nieve), la dimensión máxima de las llantas es de 5.5" x 16". • Para los Rallies sobre asfalto, solo las llantas de 8" x 18" están autorizadas, el material de las llantas de 8" x 18" es libre (a condición de ser fundidas) y el peso mínimo de una llanta de 8" x 18" es de 8.9 kg. <p>El montaje de los extractores de aire sobre las ruedas está prohibido. La utilización de todo dispositivo que permita al neumático conservar su rendimiento con una presión igual o más baja que la presión atmosférica está prohibido. El interior del neumático (incluido el espacio interno entre la llanta y el interior del neumático) solo puede estar relleno de aire. Al menos una rueda de repuesto es obligatoria. Sin embargo, si hay una, esta deberá estar sólidamente fijada, no puede estar fijada en el espacio reservado para los ocupantes del vehículo. No puede haber ninguna modificación exterior de la carrocería con motivo de esta instalación.</p>	<p>Rims must imperatively be made from cast material.</p> <ul style="list-style-type: none"> • For gravel rallies, only 6.5" x 15" or 7" x 15" rims are authorised, the material of the rims is free (provided that it is cast) and the minimum weight of a 6.5" x 15" or 7" x 15" rim is 8.6 kg. • If specified in the Supplementary Regulations of the competition (such as snow Rallies), the maximum dimension of the rims is 5.5" x 16". • For asphalt rallies, only 8" x 18" rims are authorised, the material of the 8" x 18" rims is free (provided that it is cast) and the minimum weight of an 8" x 18" rim is 8.9 kg. <p>The fitting of air extractors on the wheels is prohibited. The use of any device allowing a tyre to conserve its performances with a pressure equal to or lower than atmospheric pressure is prohibited. The inside of the tyre (the space included between the rim and the inside of the tyre) may only be filled with air. At least one spare wheel is compulsory. However if there are any, they must be securely fixed, and not installed in the space reserved for the occupants of the vehicle. No exterior modification of the bodywork must result from this installation.</p>
803-a0	Sistema de frenado	Braking system
	<p>Solamente los discos de freno, las pastillas, freno de mano homologados en VR5 variante pueden ser utilizados (sin ninguna modificación). <u>Material de pastillas de freno:</u> El material y el modo de montaje (remachado, pegado, etc.) son libres a condición que la dimensión de la superficie de contacto se conserve. Un dispositivo para evitar que el barro se deposite en los discos de freno y/o ruedas puede añadirse.</p>	<p>Only the brake discs, callipers, handbrake and pedals homologated in the VR5 variant may be used (without any modifications). <u>Brake linings:</u> Brake linings are free, as well as their mountings (riveted, bonded, etc.) provided that the contact surface of the brakes is not increased. A device for scraping away the mud which collects on the brake discs and/or the wheels may be added.</p>
803-a1	Las canalizaciones de los frenos pueden ser cambiadas por canalizaciones de tipo aeronauticas.	Brake lines may be changed for aviation type lines.
803-c1	Cilindros principales	Master cylinder
	<p>Deberán estar homologados por la Variante VO/VR5. Los depósitos de fluidos del freno pueden colocarse en el interior del cockpit. En ese caso, se deben unir de manera segura y estar protegidos a prueba de fugas y con cubierta ignífuga.</p>	<p>Master cylinders must be homologated in the VO/VR5 Variant. The brake fluid tanks may be fixed inside the cockpit. In that case, they must be securely fastened and be protected by a leak-proof and flameproof cover.</p>
803-c3	Servofrenos, limitador de frenada, sistema antibloqueo (limitadores de presión)	Brake servos, braking effort limiters, anti-lock braking systems (pressure limiters)
	<p>En el caso de que un vehículo sea equipado con frenos servoasistidos, pueden ser desconectados, desmontados o remplazados por el kit homologado en VR5. Lo mismo aplica para los sistemas antibloqueo de frenos. En el caso de que el sistema antibloqueo de frenos (ABS) sea desconectado o suprimido, se autoriza el uso de uno o múltiples repartidor(es) de frenado mecánico trasero homologado por el constructor dentro de la Variante VR5.</p>	<p>In the case of a car fitted with servo-assisted brakes, this device may be disconnected, removed or replaced with the kit homologated in VR5. The same applies for anti-lock braking systems. If the anti-lock braking system (ABS) is disconnected or removed, the use of one or more mechanical rear braking distributor(s) homologated by the manufacturer in the VR5 Variant is authorised.</p>
803-v1	Pinzas delanteras y traseras	Front and Rear Callipers
	Esta autorizado añadir un muelle dentro del orificio de las pinzas y cubrepolvos para protegerlas.	It is permitted to add a spring in the bore of the callipers and dust covers of the callipers.

804-a0	Sistema dirección	Steering system
804-a1	Mecanismo de dirección (piñón y cremallera); Solo las piezas homologadas dentro de la extensión VR5 pueden ser utilizadas (sin modificaciones).	Steering mechanism (housing and rack); Only parts homologated in the VR5 extension may be used (without any modification).
804-a2	Las poleas, así como la posición de la bomba hidráulica de la dirección son libres. Las canalizaciones que conectan la bomba de la dirección asistida pueden ser remplazadas por canalizaciones conformes al Artículo 253-3.2.	The driving pulleys and the position of the hydraulic power steering pump are free. The lines linking the power steering pump to the steering rack may be replaced with lines conforming to Article 253-3.2.
804-a4	Rótulas de dirección	Steering rods
	Solo las piezas homologadas dentro de la extensión VR5 pueden ser utilizadas (sin modificaciones).	Only parts homologated in the VR5 extension may be used (without any modification).
804-c0	Volante de la dirección	Steering wheel
	El volante de la dirección es libre. El sistema de cierre del bloqueo de la dirección puede dejarse inoperativo. El mecanismo de liberación rápida es obligatorio y debe consistir en una brida concéntrica al eje del volante, de color amarilla mediante anodización u otro revestimiento que dure tiempo en color amarillo, e instalado sobre la columna de la dirección detrás del volante. Se debe liberar tirando de la brida a lo largo del eje del volante.	The steering wheel is free. The locking system of the anti-theft steering lock may be rendered inoperative. The quick release mechanism is compulsory and must consist of a flange concentric to the steering wheel axis, coloured yellow through anodisation or any other durable yellow coating, and installed on the steering column behind the steering wheel. The release must be operated by pulling the flange along the steering wheel axis.
804-c1	Columna dirección	Steering column
	Solo las partes homologadas dentro de la extensión VR5 pueden ser utilizadas (sin modificaciones).	Only parts homologated in the VR5 extension may be used (without any modification).
900-a0	CARROCERÍA – MONOCASCO / BODYWORK – BODYSHELL	
900-a0	Solo las piezas autorizadas por el presente reglamento y/o elementos mencionados dentro de la VO "modificaciones / aligeramiento del monocasco" pueden ser retirados. Las soldaduras de tipo TIG están prohibidas para el monocasco y la estructura de seguridad.	Only parts authorised by the present regulations and/or parts mentioned in the "modifications / lightening of the body" VO may be removed. TIG type welds are prohibited for the body shell and roll cage.
900-a1	Exterior	Exterior
	Se puede desmontar la parte inferior del parachoques homologada. Las aperturas adicionales en el capo del motor deben estar homologadas y deben estar provistas de una malla de 10 mm de cota máxima. <u>Las canalizaciones de aire (sin modificación de las aperturas homologadas) pueden ser añadidas con las siguientes condiciones:</u> <ul style="list-style-type: none"> • El aire puede ser canalizado únicamente para refrigerar los auxiliares. • Una sola canalización por auxiliar está autorizada. • La sección interior máxima de cada canalización debe ser aquella de una sección circular de diámetro 102 mm. <u>Los refuerzos de las partes suspendidas del chasis y la carrocería mediante la adición de piezas y/o de material están autorizadas bajo las siguientes condiciones:</u> La forma de la pieza/de material de refuerzo debe tener la misma superficie que la pieza que refuerza, conservando la forma y el siguiente grosor de las piezas originales: <ul style="list-style-type: none"> • 4 mm para los refuerzos de acero, • 12 mm para los refuerzos de aleación de aluminio. 	The homologated dismantlable lower part of the front bumper may be dismantled. Additional openings on the engine bonnet must be homologated and must be fitted with wire netting with a mesh of maximum 10 mm. <u>Air ducts (without any modification of the homologated openings) may be added on the following conditions:</u> <ul style="list-style-type: none"> • The air may be authorized only to cool the auxiliaries • A single duct per auxiliary is authorized • The maximum inner section of each duct must be that of a circular section of 102 mm diameter. <u>Strengthening of the suspended parts of the chassis and bodywork through the addition of parts and/or material is allowed under the following conditions:</u> The shape of the reinforcing part/material must follow the surface of the part to be reinforced, having a shape similar to it and the following maximum thickness measured from the surface of the original part: <ul style="list-style-type: none"> • 4 mm for steel parts • 12 mm for aluminium alloy parts.

	<p>Para los elementos de la carrocería, la pieza/el material de refuerzo debe encontrarse en una parte no visible desde el exterior. Los nervios de refuerzo están autorizados pero el hacer secciones huecas está prohibido. La pieza/los materiales de refuerzo no pueden tener otra función que aquella de reforzar y su grosor debe ser constante. Los guardabarros pueden ser eliminados. Esta permitido doblar hacia atrás los bordes de acero o reducir los bordes de plástico de las aletas si estos sobresalen al interior del paso de la rueda. Las piezas de insonorización de plástico pueden ser suprimidas de paso interior de rueda. El material de insonorización o el material de la prevención de la corrosión puede ser eliminado. Estos elementos de plástico pueden ser cambiados por elementos de aluminio o de plástico que conserven la misma forma. Está autorizada eliminar las tiras decorativas exteriores está autorizado, siguiendo el perfil del vehículo y de menos de 55 mm de alto. Se pueden instalar tapa faros siempre que su única función sea la de cubrir al cristal, y que no tengan ninguna influencia aerodinámica en el coche. Cualquier tipo de sistema de cierre puede usarse para cubrir la tapa del depósito de carburante.</p>	<p>For bodywork parts, the reinforcing part/material must be on the area not visible from the outside. Stiffening ribs are allowed but the making of hollow sections is forbidden. The reinforcing part/material must not have any other function than that of a reinforcement and its thickness must be constant. Hubcaps must be removed. It is permitted to fold back the steel edges or reduce the plastic edges of the fenders if they protrude inside the wheel housing. The plastic soundproofing parts may be removed from the interior of the wheel arches. The soundproofing material or the material for the prevention of corrosion may be removed. These elements made from synthetic materials may be changed for aluminium or plastic elements of the same shape. The removal of external decorative strips, following the contour of the car and less than 55 mm high, is authorised. Protective headlight covers may be fitted provided that their only function is to cover the glass, and that they have no influence on the car's aerodynamics. Any locking system may be used for the cap of the petrol tank.</p>
900-d0	Gatos	Jacks
900-d1	<p>Los puntos de levantamiento del gato pueden ser reforzados, cambiados de sitio e incrementar en su número. Estas modificaciones están limitadas exclusivamente a los puntos para anclaje del gato. El gato debe funcionar exclusivamente de manera manual (accionado solo por el piloto o copiloto) y sin la ayuda de un sistema equipado hidráulicamente, neumáticamente o eléctricamente. La pistola de ruedas no debe permitir desmontar más de una tuerca a la vez.</p>	<p>The jacking points may be strengthened, moved and increased in number. These modifications are limited exclusively to the anchorage points of the jack. The jack must be operated exclusively by hand (either by the driver, or by the co-driver), i.e. without the help of a system equipped with a hydraulic, pneumatic or electric energy source. The wheel gun must not allow the removal of more than one nut at a time.</p>
900-e	Protección del fondo	Underbody protection
900-e1	<p><u>Protecciones inferiores:</u> El montaje de protecciones inferiores solamente está autorizado en rallies, con la condición de que sean realmente protecciones que respeten la altura sobre el suelo, que sean desmontables y que sean diseñadas exclusivamente para proteger los siguientes componentes: motor, radiador, suspensión, caja de cambios, depósito de combustible, transmisión, dirección, escapes y extintores. Las protecciones inferiores pueden extender el total del ancho del parachoques delantero hasta la cota del eje delantero, solamente. Estas protecciones deben estar hechas de aleación de aluminio o acero y tener un mínimo espesor de 3mm. Las protecciones del depósito de carburante pueden estar hechas de múltiples capas de kevlar, fibra de carbono o fibra de vidrio. <u>Protecciones laterales de carrocería:</u> La utilización de kevlar o fibra de vidrio está autorizada. Los elementos de protección de plástico fijados bajo la carrocería (lamidos por el flujo del aire) pueden ser retirados.</p>	<p><u>Underbody protections:</u> The fitting of underbody protections is authorised only in rallies, provided that these really are protections which respect the ground clearance, which are removable and which are designed exclusively and specifically in order to protect the following parts: engine, radiator, suspension, gearbox, tank, transmission, steering, exhaust, and extinguisher bottles. Underbody protections may extend the whole width of the underside part of the front bumper only in front of the front wheel axis. These protections must be made from either aluminium alloy or steel and have a minimum thickness of 3mm. The fuel tank protections may be made from several layers of Kevlar, carbon fibre or fibreglass. <u>Side panel protection:</u> The use of Kevlar and fibreglass is authorised. Plastic protection parts fitted under the body (licked by the air flow) may be removed.</p>
900-a1	Interior	Interior
901-a	<p><u>Estructura de seguridad</u> La estructura de seguridad debe estar homologada por la FIA en VO/VR5.</p>	<p><u>Safety cage:</u> Safety cage must be homologated in VO/VR5 by FIA.</p>

	El número de homologación de la estructura de seguridad debe estar especificado dentro de la ficha VR5.	The homologation number of the safety cage must be specified on the VR5 form.
901-a2	<p><u>Asientos</u> Solo están autorizados los asientos de tipo FIA 8862-2009. El material de los asientos de piloto y co-piloto son libres pero el peso de su cuerpo desnudo (asiento sin su relleno ni soportes) debe ser superior a 7 kg. Está autorizada mover los asientos delanteros hacia atrás pero no más allá del plano vertical definido por el borde delantero del asiento trasero original. El límite relativo al asiento delantero está formado por la altura del asiento sin él apoya cabezas y si este está incorporado al asiento, por el punto más atrasado de los hombros del piloto. Esta permitido eliminar los asientos traseros. Las fijaciones de los arneses deben estar homologadas por la FIA en VO/VR5.</p>	<p><u>Seats:</u> Only seats of Type FIA 8862-2009 are authorized. The material of the driver's and co-driver's seats is free but the weight of the bare shell (seat without foam or supports) must be greater than 7 kg. The front seats may be moved backwards but not beyond the vertical plane defined by the front edge of the original rear seat. The limit relating to the front seat is formed by the height of the seat without the headrest, and if the headrest is incorporated into the seat, by the rearmost point of the driver's shoulders. The rear seats may be removed. The harness fixings must be those homologated in VO/VR5 by the FIA.</p>
901-a3	<p><u>Soportes y anclajes de los asientos</u> Los soportes y anclajes de los asientos deben ser originales u homologados en VO/VR5. Los soportes del asiento original pueden ser eliminados.</p>	<p><u>Seats supports and mountings:</u> The Seat support and anchorages must be original or homologated in VO/VR5. The original seat supports may be removed.</p>
901-a4	<p><u>Arneses de seguridad</u> Es obligatorio un arnés de seguridad de un mínimo de seis (6) puntos de anclaje, homologado por la FIA de acuerdo con el Artículo 253.6 del Anexo J. Los cinturones de seguridad traseros pueden ser eliminados.</p>	<p><u>Safety belts:</u> A safety harness having a minimum of six (6) mounting points, homologated by the FIA in accordance with Article 253-6 of Appendix J, is mandatory. The rear seat safety belts may be removed.</p>
901-access0	Accesorios interiores adicionales	Additional interior accessories
901-access1	<p><u>Extintores – Sistemas de extinción</u> Los extintores automáticos, homologados de acuerdo con el Artículo 253.7 del Anexo J, son obligatorios. Extintor manual: ver Artículo 253.7 del Anexo J. Botellas</p>	<p><u>Extinguishers – Extinguishing systems:</u> Automatic extinguishers, homologated and in compliance with Article 253-7 of Appendix J, are mandatory. Manual extinguisher: see article 253.7 of Appendix J. Bottles in composite material are forbidden.</p>
901-access3	<p><u>Accesorios</u> Están autorizados todos aquellos que no tienen ningún efecto sobre el comportamiento del vehículo, por ejemplo, equipo que mejora el confort o la estética del interior del vehículo (iluminación, calefacción, radio, etc.). Todos los controles deben tener la misma función prevista por el constructor. Esta permitido adaptarlos para facilitar su uso y su accesibilidad, por ejemplo, una palanca para el freno de mano más larga, un separador adicional en el pedal del freno, etc. En ningún caso estos accesorios pueden incrementar la potencia del motor o influir en la dirección, transmisión, frenos o agarre, inclusive si es de manera indirecta.</p>	<p><u>Accessories:</u> All those which have no influence on the car's behaviour, for example equipment which improves the aesthetics or comfort of the car interior (lighting, heating, radio, etc.), are allowed. All controls must retain the role laid down for them by the manufacturer. They may be adapted to facilitate their use and accessibility, for example a longer handbrake lever, an additional flange on the brake pedal, etc. In no case may these accessories increase the engine power or influence the steering, transmission, brakes or road-holding, even in an indirect fashion.</p>
901-access4	<p><u>Guantera:</u> Esta permitido añadir compartimentos adicionales a la guantera y bolsillos originales en las puertas, siempre que se usen los paneles originales. <u>Bandeja trasera:</u> esta permitido retirar la bandeja trasera en los vehículos de dos volúmenes.</p>	<p><u>Glove compartment:</u> Additional compartments may be added to the glove compartment and additional pockets in the doors, provided that they use the original panels. <u>Rear shelf:</u> It is permitted to remove the movable rear shelf in two-volume cars.</p>
901-access5b	<p>Los adornos situados por debajo del salpicadero y que no forman parte de él pueden ser retirados. Esta permitido eliminar la parte central de la consola que no contenga la calefacción ni los instrumentos (de acuerdo con el Dibujo 255-7) La(s) joroba(s) del salpicadero pueden ser modificadas pero las modificaciones deben estar homologadas en VR5.</p>	<p>The trim situated below the dashboard and which is not a part of it may be removed. It is permitted to remove the part of the central console which contains neither the heating nor the instruments (according to the Drawing 255-7). The dashboard hump(s) may be modified but the modification must be homologated in VR5.</p>

	Los paneles suplementarios para instrumentos o interruptores pueden ser de material compuesto. Se puede utilizar el salpicadero homologado en VR5.	Supplementary panels for instruments and/or switches may be in composite material. The dashboard homologated in VR5 may be used.
901-access6	El sistema original de calefacción puede ser remplazado por otro. La alimentación de agua del sistema de calefacción interior puede ser cerrada para evitar el riego de agua en caso de accidente, si existe un sistema eléctrico o de desempañado similar. La unidad de calefacción puede ser completamente eliminada o parcialmente si un parabrisas térmico (elementos de calefacción o ventilador eléctrico), Los elementos de alimentación de aire por tanto son libres. Las salidas de aire deben ser conformes al modelo de serie y no pueden modificarse.	The original heating system may be replaced with a different unit. The internal heating system water supply may be closed off to prevent the spraying of water in case of accident, if an electric or similar demisting system is present. The heating unit may be removed completely or partially if an electrically heated windscreen is present (heating elements or electric fan). The air supply components are thus free. The air outlets must conform to the series production model and may not be modified.
901-access7	El compresor del aire acondicionado puede ser eliminado. La modificación debe estar homologada en VR5. <u>Las siguientes partes del sistema de climatización pueden ser retirados:</u> Condensador y ventilador auxiliador, tanque de fluidos, evaporador y ventilador del evaporador, válvula de expansión, así como todas sus canalizaciones, conexiones, interruptores de contacto, sensores y actuadores necesarios para el funcionamiento del sistema. Si ciertos elementos son comunes en el sistema de calefacción, se deben conservar.	The air conditioning compressor may be removed. The modification must be homologated in VR5. <u>The following parts of the air conditioning system may be removed:</u> Condenser and auxiliary fan, fluid tank, evaporator and evaporator fan, expansion valve, as well as all pipes, connections, contact switches, sensors and actuators necessary for the functioning of the system. If certain elements are common with the heating system, they must be retained.
901-access8	<u>Suelo:</u> Los tapetes son libres y por tanto pueden ser retirados.	<u>Floor:</u> Carpets are free and may thus be removed.
901-access9	Esta permitido eliminar los materiales de insonorización y sus recortes, excepto para aquellos mencionados bajo los Artículos (Puertas) y (Tableros), pueden ser eliminados. Se permite añadir material aislante a las paredes de separación con el fin de proteger a los pasajeros.	Other soundproofing materials and trim, except for those mentioned under the Articles (Doors) and (Dashboard), may be removed. Insulating material may be added to the existing bulkheads to protect the passengers from fire.
901-access10	<u>Puertas – Adornos laterales:</u> Esta permitido retirar el material de insonorización de las puertas, a condición que esto no modifique la forma de las puertas. El sistema de cierre centralizado de las puertas puede ser desactivado o eliminado. La espuma de seguridad y los paneles de las puertas homologados en VR5 debe utilizarse.	<u>Doors – Side trim:</u> It is permitted to remove the soundproofing material from the doors, provided that this does not modify the shape of the doors. The centralised door locking systems may be rendered inoperative or may be removed. The safety foam and door panels homologated in VR5 must be used.
901-access11	El techo solar / la tapa del techo deben ser originales u homologados en VR5.	The Sunroof / Roof hatch must be original or homologated in VR5.
902-access0	Accesorios exteriores adicionales	Additional exterior accessories
902-access1	El mecanismo del limpia parabrisas debe ser estándar u homologado en VR5. El dispositivo para lavar los faros puede ser desmontado. <u>Tanque limpia parabrisas:</u> La capacidad del tanque del limpia parabrisas es libre. El tanque puede ser desplazado dentro del habitáculo de acuerdo con el Artículo 252-7.3, o dentro del maletero o compartimento del motor. El cambio de las escobillas del limpia parabrisas delantero y trasero está autorizado. El mecanismo del limpia parabrisas trasero puede ser desmontado. Las bombas, canalizaciones y aspersores son libres.	The windscreen wiper mechanism must be standard or homologated in VR5. The headlight washer device may be dismantled. <u>Windscreen washer tank:</u> The capacity of the windscreen washer tank is free, The tank may be moved inside the cockpit in accordance with Article 252-7.3, or inside the boot or the enginebay. The changing of the front and rear windscreen wiper blades is authorised. The rear windscreen wiper mechanism may be removed. The pumps, lines and nozzles are free.
902-access3	Solo los parabrisas de serie homologados en VO/VR5 pueden ser utilizados. Las fijaciones suplementarias de seguridad para el parabrisas y las lunas laterales pueden ser añadidas, con la condición de que no mejoren las cualidades aerodinámicas del vehículo.	Only series windscreens and windscreens homologated in VO/VR5 may be used. Additional safety fastenings for the windscreen and the side windows may be fitted, provided that they do not improve the aerodynamic qualities of the car.

	<p>El revestimiento inferior de serie del parabrisas se puede modificar bajo las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La forma general y la apariencia de la pieza de serie debe permanecer inalterada. • No se pueden añadir aberturas, excepto para refrigerar a la tripulación (ver las paredes de separación del motor) y para acceder a las copelas superiores de la suspensión delantera sin quitar los limpiaparabrisas. • Se pueden añadir sujeciones adicionales para su montaje en la carrocería. 	<p>The series lower windscreen trim may be modified on the following conditions:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The general shape and the appearance of the series part must remain unchanged • No opening may be added, except for cooling the crew (see engine bulkhead) and for accessing the front upper suspension plates without removing the wipers • Additional fixings may be added for its mounting on the bodyshell.
902-access4	<p>Las fijaciones del parachoques son libres y pueden ser de material compuesto, siempre y cuando la forma de la carrocería y la posición del parachoques permanezcan sin cambios.</p>	<p>The bumper mountings are free and may be in composite material, as long as the bodywork and the shape and position of the bumpers remain unchanged.</p>

MODIFICACIONES APLICABLES A PARTIR DE 01.01.2018

MODIFICATIONS APPLICABLE ON 01.01.2018

.....
-------	-------

MODIFICACIONES APLICABLES A PARTIR DE 01.01.2019

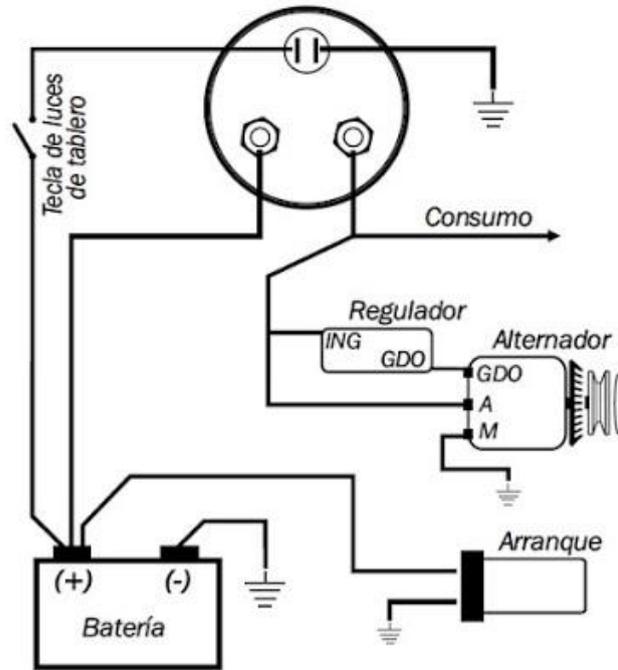
MODIFICATIONS APPLICABLE ON 01.01.2019

.....
-------	-------

ANEXO 3.

Esquemas de manómetros indicadores

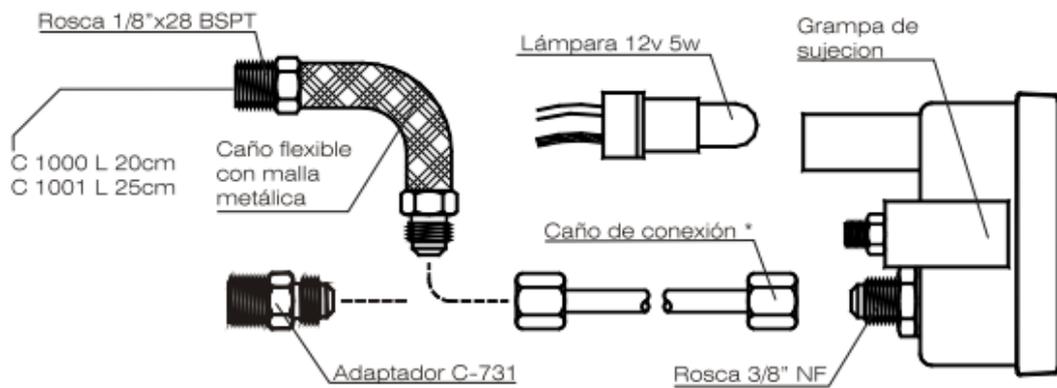
AMPERÍMETRO



(Rober, 2013)

MEDIDOR DE ACEITE

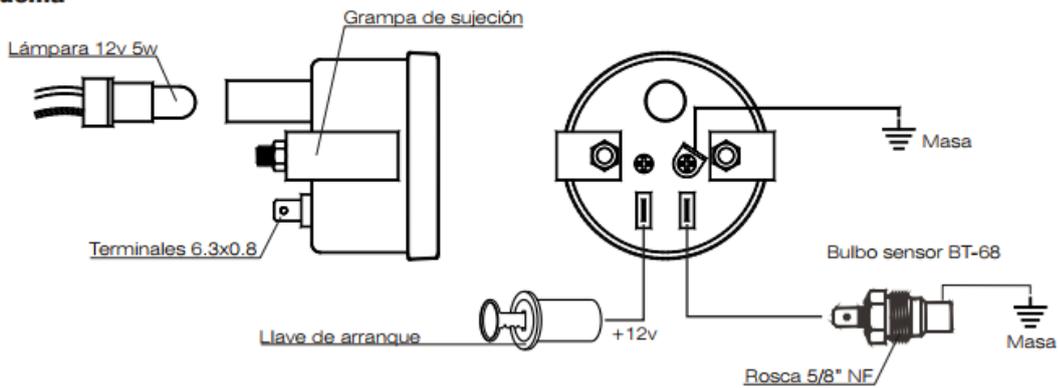
Esquema



(Rober, 2013)

MEDIDOR DE TEMPERATURA

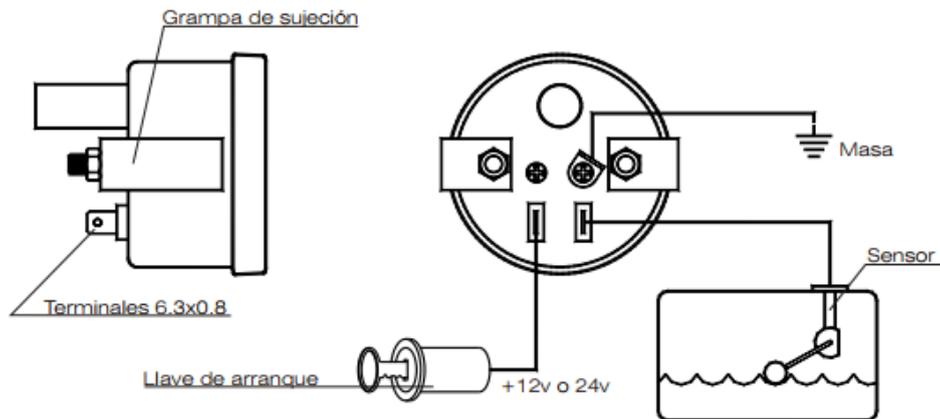
Esquema



(Rober, 2013)

MEDIDOR DE NIVEL DE COMBUSTIBLE

Esquema de conexión:



(Rober, 2013)

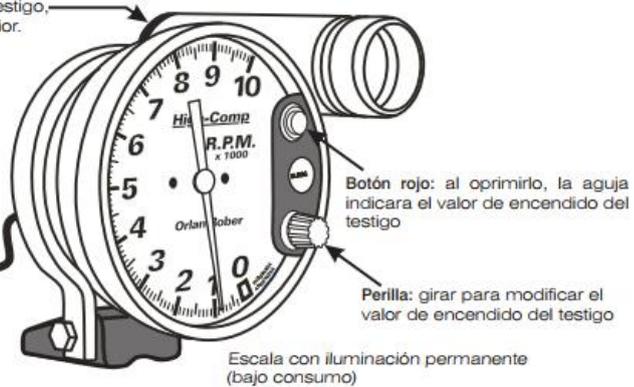
TACÓMETRO DE REVOLUCIONES

En caso de reemplazo de la lámpara del testigo, extraer la tapa posterior y remover el tornillo interior.

1. Conexión:

Negro (negativo batería)
Rojo (+12Vcc llave contacto)
Verde (señal *)

* Negativo de bobina en encendido convencional.



Escala con iluminación permanente (bajo consumo)

(Rober, 2013)