



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

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

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SISTEMAS DE
TRANSMISIÓN Y MOTOR PARA UN PROTOTIPO DE GO
KART CON BASE AL REGLAMENTO DE LA FIA**

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

EDISON XAVIER RISUEÑO NAZATE

DIRECTOR: ING. ALEX GUZMÁN MSC.

Quito, junio 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

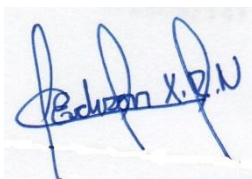
DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1720857141
APELLIDO Y NOMBRES:	Risueño Nazate Edison Xavier
DIRECCIÓN:	Martín de la Calle S8-241 y Rodrigo de Ocampo
EMAIL:	eddy_xavo@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2 649 028
TELÉFONO MOVIL:	0992842332

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño y construcción de los sistemas de transmisión y motor para un prototipo de go kart con base al reglamento de la FIA
AUTOR O AUTORES:	Risueño Nazate Edison Xavier
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	09 de Junio del 2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Alex Guzmán MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN:	<p>El presente proyecto se desarrolló con la finalidad de solventar el problema de encontrar lugares en donde se oferta la disciplina del karting sin ningún tipo de estandarización y con vehículos kart que no cumplen normativas internacionales para ser catalogados como tal, por tal motivo el proyecto se enfoca en diseñar un prototipo que se ajuste en lo posible a las normativas y requerimientos técnicos dictaminados por la CIK / FIA (Comisión Internacional de Karting y Federación Internacional de Automovilismo) y de tal modo demostrar que es posible construir vehículos con altos estándares de calidad y bajo reglamentación técnica internacional, todo esto gracias a un seguimiento adecuado del Reglamento</p>

	<p>Técnico y apoyados con bases y fundamentos establecidos a lo largo de la preparación profesional.</p> <p>Por lo tanto el proyecto contempla puntos importantes sobre diseño y selección de partes basados en el Reglamento Técnico que ayuda a la homologación de criterios de diseño y construcción para karts de competencia nacional e internacional.</p> <p>Conjunto con aquello se muestra análisis de esfuerzos de las alternativas seleccionadas para además de comprobar teóricamente la resistencia en funcionamiento, se lo hace también mediante simulación para hacer visual el estado real del componente en condiciones de funcionamiento.</p> <p>Añadido se pone a prueba los componentes en pista para verificar el correcto funcionamiento y asegurar la veracidad de los cálculos efectuados, con ello garantizar la seguridad y rendimiento que brinde el kart construido con los distintos componentes seleccionados.</p> <p>Finalmente dejando un precedente para futuras investigaciones que proporciones mejores rendimientos además de aplicaciones nuevas que desarrollen mayores potencias y velocidades.</p>
PALABRAS CLAVES:	<p style="text-align: center;">Kart Potencia Requerida Torque Requerido Relación de Transmisión</p>
ABSTRACT:	<p>This project was developed in order to solve the problem of finding places where the discipline of karting without any standardization and kart vehicles that do not meet international standards to be classified</p>

	<p>as such offer, for this reason the project focuses to design a prototype that fits in best with regulations and technical requirements dictated by the CIK / FIA (International Karting Commission and International Automobile Federation) and thereby demonstrate that it is possible to build vehicles with high quality standards and low international technical regulations, all thanks to proper monitoring of the technical and supported by foundations and foundations established along professional preparation Regulation.</p> <p>Therefore the project includes important points about design and selection of Technical Regulations based on helping the approval of design and construction criteria for karts national and international competition parts.</p> <p>Joint efforts with that analysis of the alternatives selected for further testing resistance theoretically in operation, it does also shown by simulation to the actual state visual component in working order.</p> <p>Added is tested on track components to verify proper operation and ensure the accuracy of the calculations, thereby ensuring safety and performance that provides the kart built with different components selected.</p> <p>Finally leaving a precedent for future research that you provide better yields as well as new applications developed major powers and speeds.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>KART Power Required Torque Required Relation of Transmission</p>

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



f: _____

RISUEÑO NAZATE EDISON XAVIER

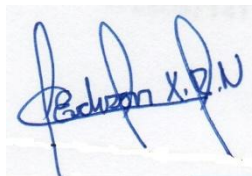
1720857141

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **RISUEÑO NAZATE EDISON XAVIER**, CI 1720857141 autor del proyecto titulado: **Diseño y construcción de los sistemas de transmisión y motor para un prototipo de go kart con base al reglamento de la FIA** 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, 09 de Junio del 2016



f: _____

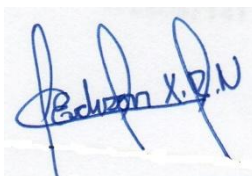
RISUEÑO NAZATE EDISON XAVIER

1720857141

DECLARACIÓN

Yo **EDISON XAVIER RISUEÑO NAZATE**, 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.

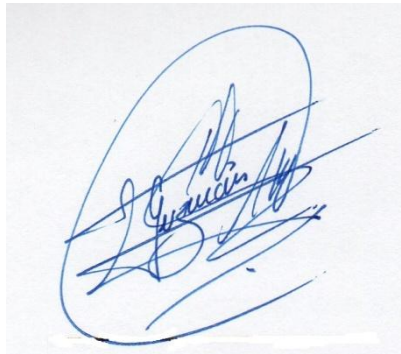
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edison X. R. N.', is centered on the page. The signature is written in a cursive style with a horizontal line underneath the main text.

EDISON XAVIER RISUEÑO NAZATE

C.I. 1720857141-1

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño y construcción de los sistemas de transmisión y motor para un prototipo de Go Kart con base al reglamento de la FIA**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Edison Xavier Risueño Nazate**, 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.



Ing. Alex Guzmán MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1716331291

DEDICATORIA

Para mis padres, quienes siempre me han apoyado incondicionalmente en mis decisiones y confiado infinitamente en mí, les dedico este gran logro en señal de gratitud por todo el esfuerzo, amor y cariño que he recibido de su parte, pues todo lo que haga en gratitud es tan efímero para lo que recibido de ustedes, por todo aquello este gran logro se los dedico, los quiero.

Para mi Emy, hija mía, mi motivación, mi esperanza, mis ganas de ser mejor cada día, te dedico este gran triunfo para que sepas que siempre te tengo presente y eres mi motor para superarme y seguir adelante, te amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por cada día regalarme la dicha de compartir muchas alegrías con mi familia y hoy hacer posible culminar un momento tan importante en mi vida.

A mi madre, quien ha sido la mano que siempre me ha brindado la ternura, amor y comprensión, que sin importar nada se ha desvelado por mi bienestar.

A mi padre, mi ejemplo a seguir, le agradezco por hacer hasta lo imposible para que nunca me falte nada, gracias por ser mi apoyo incondicional en los malos y buenos momentos.

A mis hermanos, que siempre han estado ahí para darme el empujoncito para no rendirme y demostrar lo que soy, sobre todo a mi hermana Sandra quien siempre ha estado ayudándome incondicionalmente y aconsejándome para ser mejor.

A una persona tan especial, que siempre vio lo mejor en mí, sin importar nada, siempre estuvo para acompañarme en cualquier situación y hasta el día de hoy tengo la fortuna de seguir contando con ella.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	1
2.1. CONCEPTOS GENERALES.....	4
2.1.1. GO KART.....	4
2.2. MOTOR.....	4
2.2.1. BLOQUE DE CILINDROS.....	6
2.2.2. CÁRTER.....	6
2.2.3. CULATA.....	6
2.2.4. SISTEMA DE ESCAPE.....	7
2.2.5. CARBURADOR.....	8
2.2.6. TANQUE DE COMBUSTIBLE.....	9
2.2.7. REGLAMENTO TÉCNICO DE KARTING.....	10
2.3. TRANSMISIÓN.....	21
2.3.1. CADENA DE TRANSMISIÓN.....	21
2.3.2. CUBRECADENAS.....	23
2.3.3. EJE DE TRANSMISIÓN.....	24
2.3.4. ESTRELLA O CATALINA.....	24
2.3.5. PIÑÓN DE TRANSMISIÓN.....	25
2.3.6. RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.....	26
2.3.7. CÁLCULO DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.....	26
2.3.8. FACTORES QUE INSIDEN EN LA ELECCIÓN DE UNA RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.....	27
2.4. DISEÑO DE EJES.....	29
2.4.1. UBICACIONES CRÍTICAS.....	29

2.4.2. ESFUERZO.....	29
2.4.3. DEFORMACIÓN	29
2.4.4. DIAGRAMAS DE CORTANTE Y DE MOMENTO FLECTOR	30
2.4.5. FACTORES QUE MODIFICAN EL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA	31
2.4.6. CONFIABILIDAD.....	32
3. METODOLOGÍA.....	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE MOTOR.....	38
4.1.1. CLASIFICACIÓN.....	38
4.1.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	38
4.1.3. ALTERNATIVAS DE MOTORES.....	44
4.1.4. MOTOR A MONTAR EN PROTOTIPO KART: ROTAX 125 MAX.....	47
4.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE TRANSMISIÓN	48
4.2.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA: TRANSMISIÓN POR CADENA	48
4.2.2. DISEÑO DEL EJE POSTERIOR DE TRANSMISIÓN	50
4.3 MONTAJE DE MOTOR Y TRANSMISIÓN	73
4.4. AJUSTE DE COMPONENTES	75
4.4.1. SISTEMA DE TRANSMISIÓN	75
4.4.2. MOTOR.....	76
4.4.3. SISTEMA ELÉCTRICO	78
4.5 PRUEBAS EN PISTA	80
4.5.1. OBSERVACIONES	81
4.5.2. CONSIDERACIONES	82
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83

5.1 CONCLUSIONES.....	83
5.2 RECOMENDACIONES.....	84
NOMENCLATURA O GLOSARIO	85
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Relación y desarrollo	28
Tabla 2. Factores	28
Tabla 3. Tabla de desarrollos	29
Tabla 4. Categorías y grupos de karting	34
Tabla 5. Coeficientes de rozamiento dinámico del neumático	41
Tabla 6. Comparación de ventajas en prestaciones del motor Rotax 125 MAX.....	46
Tabla 7. Equivalencia de espesor/diámetros externos.....	51
Tabla 8. Tiempo de recorrido por vuelta	81

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Go kart Sting Ray 200cc	4
Figura 2. Motor Rotax 125 Max Evo.....	5
Figura 3. Partes principales del motor de 2 tiempos.....	5
Figura 4. Conjunto de escape de kart Kandi 150 cc Gy6 de alto rendimiento.....	8
Figura 5. Carburador TILLOTSON HL166 16MM.....	9
Figura 6. Tanque combustible KG 8.5L.....	9
Figura 7. Pedales de mini chopper minibike go kart trike	14
Figura 8. Carburadores en categorías KZ2 y KZ1	18
Figura 9. Cadena de transmisión para go kart	22
Figura 10. Cubrecadenas integrales universal KF.....	23
Figura 11. Eje de transmisión posterior de go kart	24
Figura 12. Catarina de transmisión de go kart.....	25
Figura 13. Piñón de transmisión.....	26
Figura 14. Diagramas de cortante y de momento flector	30
Figura 15. Gráfica de potencia y par de un motor de 2 T	35
Figura 16. Motor Rotax Junior 125 MAX	36
Figura 17. Cadena de transmisión	36
Figura 18. Torque requerido en el eje de transmisión	41
Figura 19. Motor Rotax 125 MAX.....	44
Figura 20. Motor Komet POP K25 RL.....	45
Figura 21. Motor Rotax 125 MAX Engine Series.....	47
Figura 22. Potencia y torque de motores Rotax	47
Figura 23. Diseño del eje posterior de transmisión.....	53
Figura 24. Reacciones generadas por cargas aplicadas sobre el eje.....	53
Figura 25. Diagrama 3D de cargas y reacciones en el plano XZ sobre el eje	54
Figura 26. Diagrama de cargas y reacciones en plano XZ del eje.....	54
Figura 27. Gráficas de diámetro de rueda y fuerzas en Catarina.	54
Figura 28. Diagrama con fuerza total aplicada al eje.....	56

Figura 29. Diagrama de fuerza cortante y momento flector.	57
Figura 30. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo AB`	57
Figura 31. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo AC`	58
Figura 32. Diagrama de esfuerzo cortante.	58
Figura 33. Diagrama de momento flector.	60
Figura 34. Diagrama 3D de cargas y reacciones en el plano XY sobre el eje	60
Figura 35. Diagrama de cargas y reacciones en plano XY del eje.	61
Figura 36. Diagrama de fuerza cortante y momento flector.	62
Figura 37. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo AB`	62
Figura 38. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo BC`	63
Figura 39. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo CD`	64
Figura 40. Diagrama de esfuerzo cortante.	66
Figura 41. Diagrama de momento flector.	66
Figura 42. Análisis de esfuerzo de flexión.	67
Figura 43. Diagrama de esfuerzo de flexión.	67
Figura 44. Diagrama de esfuerzo de torsión.	68
Figura 45. Simulación de esfuerzos y cargas en SolidWorks.	71
Figura 46. Comprobación de distancia entre ejes.	73
Figura 47. Montaje del eje sobre el chasis.	74
Figura 48. Montaje del motor	74
Figura 49. Centrado de piñones de catarina y motor.	74
Figura 50. Paralelismo del eje respecto al chasis.	75
Figura 51. Sujeción del eje al chasis.	75
Figura 52. Centrado de ejes.	76
Figura 53. Ajuste de elementos de transmisión.	76
Figura 54. Calibración del tope entre motor y eje.	77
Figura 55. Medidas con relación al motor.	77
Figura 56. Apoyo del motor al tope de regulación de distancia de ejes.	77
Figura 57. Ajuste de bases del motor.	78
Figura 58. Instalación de botonera de encendido.	78
Figura 59. Conectado de arnés eléctrico al motor	79

Figura 60. Fijación de bornes de batería.....	79
Figura 61. Fijación del arnés eléctrico al chasis.	80
Figura 62. Circuito de prueba para el prototipo de go kart.....	81
Figura 63. Puesta en marcha del prototipo de go kart.....	82

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. Reglamento técnico de karting CIK/FIA.....	88
ANEXO 2. Reglamento técnico de karting CIK/FIA.....	90
ANEXO 3. Reglamento técnico de karting CIK/FIA.....	93
ANEXO 4. Reglamento técnico de karting CIK/FIA.....	95
ANEXO 5. Manual Rotax 125 MAX	96
ANEXO 6. Tablas de coeficientes limitadores de resistencia	143
ANEXO 7. Propiedades mecánicas de metales no ferrosos	145
ANEXO 8. Plano del eje de transmisión	146

RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló con la finalidad de solventar el problema de encontrar vehículos kart sin ningún tipo de estandarización y que no cumplen normativas internacionales para ser catalogados como tal, por tal motivo el proyecto se enfoca en diseñar un prototipo que se ajuste en lo posible a las normativas y requerimientos técnicos dictaminados por la CIK/FIA (Comisión Internacional de Karting y Federación Internacional de Automovilismo) y de tal modo demostrar que es posible construir vehículos con altos estándares de calidad y bajo reglamentación técnica internacional, todo esto gracias a un seguimiento adecuado del reglamento técnico y apoyados con bases y fundamentos establecidos a lo largo de la preparación profesional.

Para conseguir el objetivo principal de diseñar y construir los sistemas de transmisión y motor para un prototipo de go kart fue necesario investigar la normativa vigente de karting que rige a nivel mundial y con ello hacer un análisis profundo sobre lo que establece dicho reglamento, para poder construir un kart que pueda ser homologado como tal y con ello poder competir tanto en campeonatos nacionales como internacionales, todo esto posible siguiendo punto a punto los requerimientos técnicos normados y establecidos en este documento, además de seleccionar una categoría de aplicación para ser usada como base para el diseño del prototipo.

Previo análisis del reglamento se procedió a la selección de alternativas más idóneas en cuanto a motor y sistema de transmisión se refiere, por lo que en primera instancia se encontró con el problema de homologación de motores que significa que cualquier marca debía brindar las mismas prestaciones en potencia y torque por lo que resultó más conveniente realizar una comparación referente a horas de uso y costos para facilitar la decisión de selección de alternativa, resultando favorable y viable la implementación de un motor Rotax 125 MAX y por el lado del sistema de transmisión, se optó por un sistema de cadena de rodillos, el cual era el más conveniente por ser

un sistema libre y aceptado en la Categoría KZ2, la cual fue elegida para basar todos los diseños y requerimientos a emplear para el prototipo de kart.

El resultado final fue el montaje de todos estos componentes y llevándolos a pruebas reales en pista para verificar y comprobar el trabajo bien realizado en cuanto a diseño, selección de alternativas y correcto montaje; logrando de tal modo la fabricación de un prototipo go kart que cumple con la normativa vigente de karting e inclusive se lo pueda homologar para competencias oficiales de la CIK/FIA.

ABSTRACT

This project was developed in order to solve the problem of finding vehicles kart without any standardization that do not meet international standards to be classified as such, for this reason the project focuses on designing a prototype that fits where possible to regulatory and technical requirements dictated by the CIK / FIA (International Karting Commission and International Automobile Federation) and thereby demonstrate that it is possible to build vehicles with high quality standards and under international technical regulations, all thanks to track appropriate technical and supported by foundations and foundations established along professional preparation regulations.

To achieve the main objective of designing and building transmission systems and engine for a prototype go kart was necessary to investigate the current rules of karting governing worldwide and thus make a deep analysis of what sets this regulation, to build a kart that can be certified as such and thus be able to compete in national and international championships, all possible following point to point normed and technical requirements set forth in this document, and select a category of application to be used as a basis for the design of the prototype.

Previous analysis of the regulation proceeded to the selection of most suitable alternatives for engine and transmission system are concerned, so at first he found the problem homologation engine which means that any brand should provide the same benefits in power and torque so it was more convenient to make a comparison concerning hours of use and costs to facilitate the selection decision alternative, resulting positive and viable implementation of a Rotax 125 MAX engine and on the side of the transmission system is he opted for a system of roller chain, which was the most convenient for being a free system and accepted in the KZ2 category, which was chosen to base all the designs and requirements to be used for the prototype kart.

The end result was the assembly of all these components and taking them to actual road tests to verify and check the work well done in terms of design, selection of alternatives and correct assembly; thereby making the manufacture of a prototype go kart that complies with current regulations karting and even it can approve for official competitions CIK / FIA.

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador existen un sin número de aficionados al deporte automovilístico, pero no existe una cultura de investigación para realizar proyectos bajo reglamentaciones y requerimientos, con lo que el deporte dentro del país en su mayoría es un trabajo muy artesanal y de conocimientos muy básicos.

Esto genera que no pueda existir un desarrollo en temas de automovilismo, y como consecuencia se generan proyectos con un elevado costo pero sin el cumplimiento de normativa técnica.

Por este motivo es que se plantea el diseño y construcción de un prototipo de go kart que se ajuste en el mayor porcentaje posible con las normativas técnicas internacionales establecidas por el organismo regulador mundial FIA, con el fin de dar comienzo a una cultura de estandarización en los vehículos para competencia automovilística que en este caso se refiere a las de karting.

Como justificación a este proyecto se lo hace desde varios puntos de vista siendo estos los siguientes, históricamente dentro de nuestro país existe la carencia de producción de go kart estandarizados, por lo que resulta normal encontrarse con unidades de este tipo que son fabricadas de forma artesanal y con adaptaciones poco adecuadas, de esta manera se considera necesario dar el análisis de solventar este problema aportando con la iniciativa de producir un prototipo de go kart que se aproxime a cumplir con las normativas de estandarización de la FIA, para poder dar inicio a una cultura de desarrollo en este ámbito y poder a futuro lograr que se incremente el índice de producción normalizado de estas unidades y fomentar la innovación e ingeniería para mejorar su rendimiento; socialmente este es un problema que ha sido aceptado por la sociedad por ser un país donde nos conformamos muchas veces con lo que se presente en el

mercado y nunca poner en evidencia la inconformidad con estos vehículos que no cumplen con normalización internacional que a largo plazo puede influir mucho en el desempeño y seguridad del piloto que los conduzca y técnicamente se aplicara los conocimientos adquiridos durante toda la carrera para poder implementarlos basados en una normativa internacional para con ello conseguir un producto final que se acople lo máximo posible al cumplimiento de la norma de la FIA que posteriormente se lo puede ir perfeccionando de a poco por tal motivo el inicio para este trabajo de titulación es el de elaboración del prototipo que sea la base para su posterior mejoramiento y utilización en competencia.

Por consiguiente para el desarrollo del trabajo de titulación se propuso el objetivo general de diseñar la construcción de los sistemas de transmisión y motor para un prototipo de go kart con base al reglamento de la FIA.

En donde se delimita la investigación del mismo apoyado de ciertos objetivos específicos que ayudan a que la investigación sea delimitada y abarque temas de importancia como son:

- Definir el concepto de go kart y conocer sus características analizando de manera detallada la reglamentación emitida por la Federación Internacional de Automovilismo, para diseñar y construir el sistema de transmisión y motor para un prototipo de go kart.
- Analizar las alternativas posibles para transmisión y motor para posteriormente seleccionar las opciones más idóneas para la construcción del prototipo de go kart.
- Diseñar y evaluar el desempeño y comportamiento de la posible opción de transmisión y motor destinada a emplearse en la construcción del prototipo de go kart.

- Construir los sistemas de transmisión y motor, utilizando los motores y sistemas de transmisión más idóneos, de acuerdo a un análisis previo.
- Implementar los sistemas de transmisión y motor además del análisis de pruebas de funcionamiento y eficacia del prototipo de go kart.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CONCEPTOS GENERALES

2.1.1. GO KART

Un go kart es un vehículo monoplaza terrestre con o sin elementos de carrocería, carece de cualquier tipo de suspensión y cuenta con cuatro ruedas no alineadas que siempre están en contacto directo con la calzada, de las cuales las dos delanteras brindan el control de la dirección del vehículo, mientras que las dos ruedas posteriores dan propulsión gracias a un motor generalmente mono cilíndrico conectado a través de un eje de una sola pieza. Ver figura 1.

Las partes constitutivas principales de estos vehículos de competencia son el chasis, los neumáticos y el motor.



Figura 1. Go kart Sting Ray 200cc
(Joyrides, 2015)

2.2. MOTOR

El motor es una de las partes principales del go kart, debido a que es la máquina térmica que brinda la propulsión al vehículo a través de la combustión de energía química para la generación de energía mecánica transmitida al eje posterior del vehículo para producir el desplazamiento del go kart. Por motor se entiende como el conjunto moto propulsor en estado

de marcha que se encuentra formado por un bloque que contiene el o los cilindros, cárter, en algunos casos caja de cambios, sistema de encendido, uno o más carburadores y un tubo de escape. Ver figura 2.



Figura 2. Motor Rotax 125 Max Evo
(BRP - Rotax, 2016)

Dentro de la disciplina del karting generalmente se emplea motores de combustión interna de 2 tiempos; lo que significa que es un motor en el que se ha conseguido condensar las cuatro fases fundamentales del ciclo en dos únicas carreras (admisión, compresión, explosión y escape), por lo tanto en cada carrera de pistón tanto ascendente como descendente se realizan 2 fases al mismo tiempo. Estos motores, ver figura 3., están normalmente constituidos por las siguientes partes principales:

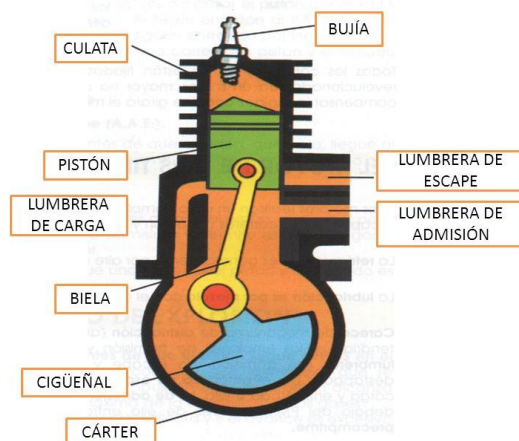


Figura 3. Partes principales del motor de 2 tiempos
(Slideplayer, 2012)

2.2.1. BLOQUE DE CILINDROS

El bloque de cilindros es una pieza fabricada de hierro o aluminio fundido en cuyo interior se dejan orificios llamados cilindros, en donde alberga y se montan los pistones; dependiendo de la configuración del motor se puede incluir las lumbreras de admisión y de escape.

En estos cilindros se desplazan los pistones que realizan un movimiento alternativo ascendente y descendente con la finalidad de captar la mezcla de aire-combustible para posteriormente gracias a sus movimientos alternativos se pueda comprimir esta mezcla y hacerla detonar mediante la chispa generada por la bujía, produciendo de tal modo la fuerza transmitida a través del cigüeñal a las ruedas para conseguir la marcha del go kart.

2.2.2. CÁRTER

El cárter es el contenedor de aceite ubicado en la parte inferior del bloque de cilindros con la finalidad de servir como depósito del aceite para la lubricación de las partes móviles del motor, además de retener posibles impurezas que se encuentren en el contenido del aceite; en el caso de los motores de dos tiempos el cárter también cumple con la función de contenedor de mezcla aire-combustible formando así un solo reservorio para ambos fluidos, de esta manera ambos se encuentran mezclados para ser administrados al motor.

2.2.3. CULATA

La culata es la tapa que sella y hermetiza la cámara de combustión formada entre el pistón y el cilindro, está ensamblada sobre el bloque y en ella se encuentra montada una o más bujías para encender la mezcla aire-combustible, además de cumplir con la función principal de sellar la cámara de combustión para lograr la relación de compresión ideal sin fugas por falta de hermeticidad.

2.2.4. SISTEMA DE ESCAPE

El sistema de escape es el conjunto de conductos encargados de la evacuación de todos los gases producidos durante la combustión dentro del motor, de esta manera se consigue dejar libre de cualquier residuo la cámara de combustión para una nueva carga de mezcla aire-combustible y que el proceso pueda repetirse cíclicamente.

Dentro de las principales funciones que debe cumplir el sistema de escape constan las siguientes:

- **Protección al medio ambiente:** Esto se traduce a que debe reducir al mínimo la cantidad de emisiones nocivas que se expulsan al medio ambiente a través del procesamiento adecuado de dichas partículas dañinas que puedan afectar al medio ambiente.
- **Confort Acústico:** El sistema de escape debe moderar las ondas acústicas producidas por las explosiones dentro del motor lo que puede ocasionar una afección y molestia auditiva para el piloto como para el entorno, por lo que se busca tener un número de decibeles aceptables para evitar este tipo de problemas.
- **Prestaciones del motor:** Además el sistema de escape debe contribuir a la mejora de potencia y par pero también mejorar el consumo de combustible del vehículo, todo esto posible a una configuración óptima que busque el vaciado rápido y efectivo de la cámara de combustión para mejorar en términos termodinámicos el rendimiento del motor dentro de una competencia.

De este modo el sistema de escape se presenta como una parte importante dentro del desempeño en pista de los vehículos go kart, generalmente se lo monta en la parte posterior del vehículo junto al motor y anclado al chasis firmemente, casi siempre es de recorrido corto con el fin de evacuar los gases lo más pronto posible y con la mayor eficiencia de vaciado del cilindro. Ver figura 4.



Figura 4. Conjunto de escape de kart Kandi 150 cc Gy6 de alto rendimiento (ebay, 2016)

2.2.5. CARBURADOR

El carburador es la pieza mecánica encargada de pulverizar o atomizar el combustible con el oxígeno proveniente del aire del medio ambiente, lo que busca este componente es lograr que la mezcla aire-combustible se gasifique en partículas lo más pequeñas posibles para conseguir un mejor encendido al momento de reacción con la chispa de la bujía y con esto asegurar mayor número de repeticiones de esta reacción; es decir, dentro del funcionamiento del motor significa mayor número de revoluciones. Ver figura 5.

Los carburadores basan su funcionamiento en el principio del Tubo de Venturi, el cual consiste en que existe un conducto que a lo largo de su longitud empieza con una toma de diámetro pronunciado y termina en un diámetro significativamente menor lo que produce que al acelerarse el aire durante el transcurso por esta sección se cree un vacío haciendo que se absorba las partículas de gasolina y se forme la mezcla aire-combustible.

Las principales partes del carburador son:

- **Cuba:** Es la parte en donde se regula el nivel de carburante proveniente desde el depósito a través de una válvula de aguja accionada por un flotador.

- **Difusor:** Esta calibrado de tal forma que suministre el fino chorro de gasolina para que se pulverice con el paso de la corriente de aire.
- **Mariposa:** Es la compuerta conectada al acelerador que cumple con la función de regular la entrada de la mezcla aire-combustible hacia el motor.



Figura 5. Carburador TILLOTSON HL166 16MM
(KPS - Racing, 2016)

2.2.6. TANQUE DE COMBUSTIBLE

El tanque de combustible es el depósito en donde se almacena el carburante para poder administrarlo para la alimentación del motor. Este depósito cumple con una función adicional que es la de equilibrar y balancear el peso distribuido en el go kart puesto a que el motor representa el mayor peso localizado en la parte posterior. Generalmente los tanques se fabrican de polímeros altamente resistentes que impiden la penetración de agentes externos inclusive del propio aire. Ver figura 6.



Figura 6. Tanque combustible KG 8.5L
(Karts Francis, 2016)

2.2.7. REGLAMENTO TÉCNICO DE KARTING

Dentro de toda la información disponible sobre materia de karting es fundamental el conocimiento actualizado de las normativas sobre las que se rige este importante deporte mundial en donde cada año se presenta modificaciones del reglamento técnico de karting vigente a nivel mundial para que un kart pueda considerarse apto para una competencia oficial, por lo tanto en tema de motor y transmisión es de suma importancia citar los conceptos de las partes y elementos que debe poseer un kart homologado para una carrera oficial dentro de categorías de la CIK/FIA, además de conocer las prohibiciones y condiciones para componentes dadas a continuación. Ver los extractos en el anexo 1.

CIK/FIA (2016) dentro de sus artículos establece:

2.2.7.1. Motor

Por motor se define aquella unidad de propulsión conectada a un vehículo que le brinde la capacidad de ponerse en marcha, por lo general los motores se encuentran conformados por un bloque de cilindros, cárter y una posible caja de cambios de velocidades, sistema de encendido, carburador (s) y el sistema de escape. Dentro del reglamento se prohíben todos los sistemas de inyección, además de prohibir la pulverización de productos distintos al combustible. Además el reglamento es claro en prohibir cualquier tipo de sistemas de supercargadores a excepción de la categoría Superkart, en donde está autorizado el empleo de un sistema de refrigeración por aire o líquido.

2.2.7.2. Capacidad cúbica del cilindro

Es el volumen V engendrado dentro del cilindro, esta capacidad cúbica es producida por el movimiento ascendente y descendente del pistón en su recorrido a lo largo del cilindro.

Las unidades métricas para expresar la capacidad cúbica del cilindro o cilindraje son los centímetros cúbicos (cm³) y para todos los cálculos relacionados con el cilindraje del motor se toma el número π con el valor de 3.1416

Ecuación de capacidad cúbica del cilindro

$$V= 0.7854 \times d^2 \times l \times n \quad [1]$$

Donde:

d: diámetro del cilindro

l: carrera

n: número de cilindros

0.7854: coeficiente de cálculo de cilindrada

2.2.7.3. Conductos o pasajes

Los conductos o pasajes son elementos generalmente cilíndricos encargados de permitir el paso de los gases, sea cual sea su longitud o posición deben asegurar la conducción adecuada de los fluidos.

Estos conductos transmiten generalmente los gases de la carcasa de la bomba a la parte superior del pistón, así como también los que transmiten los gases desde el exterior del cilindro a los puertos de entrada, o desde los puertos de escape al exterior del cilindro.

2.2.7.4. Entrada o lumbrera de escape

Una lumbrera se compone de la intersección de la periferia del cilindro y el conducto de entrada o de escape. Este puerto se abre o se cierra por el desplazamiento alternativo ascendente y descendente del pistón durante toda su carrera de recorrido a lo largo del cilindro, lo que genera que

mientras se abre una lumbrera la otra se cierra para llevar a cabo los tiempos de combustión.

2.2.7.5. Válvula de potencia

La válvula de potencia puede ser cualquier sistema que pueda alterar por medios manuales, eléctrico, hidráulicos o de cualquier otro tipo la configuración original y normal del orificio de escape, consiguiendo modificar la temporización o el flujo normal de los gases de escape en cualquier punto entre el pistón y la salida de escape final con el fin de generar ganancia en potencia cuando el motor está en marcha.

2.2.7.6. Válvula de descompresión

La válvula de descompresión es un sistema mecánico pasivo con el único objetivo de limitar la compresión del motor en el inicio de cualquiera de sus tiempos. Por ejemplo cuando se termina el tiempo de arranque, la válvula debe cerrarse y debe permanecer estacionaria e inactivo cuando el kart está en la pista con el motor encendido.

Este sistema no puede, bajo ninguna circunstancia, disminuir el volumen del motor de cámara de combustión por debajo del valor mínimo autorizado.

2.2.7.7. Radiador

Este componente es un intercambiador de calor específico que permite el enfriamiento de un líquido con el aire, lo que se conoce como intercambiador aire/líquido, donde el principio de funcionamiento es enfriar el agua contenida en el radiador a través del paso de aire por medio de los finos conductos de este elemento.

2.2.7.8. Depósito de combustible

Es cualquier depósito o reservorio que contenga el combustible y lo pueda hacer fluir al motor de forma constante, además de que brinde una hermeticidad que impida la fuga o pérdida del combustible durante la puesta en marcha del kart.

2.2.7.9. Acelerador

El acelerador debe ser accionado a través de un pedal provisto de un muelle de retorno, para con ello evitar que permanezca en estado de accionamiento.

Un enlace mecánico es obligatorio entre los pedales y el carburador, lo que significa que deben de estar conectados entre sí con un cable regulado adecuadamente para que el motor pueda estar encendido sin estar acelerado.

2.2.7.10. Pedales

Generalmente en la mayoría de karts se encuentran dos pedales, el primero es el pedal de freno y el segundo el pedal del acelerador, estos dos encargados de transmitir las reacciones del piloto de acelerar o frenar simultáneamente, este accionamiento es realizado a través de sus pies. Ver figura 7.

Estos pedales deben ser instalados con topes con determinada distancia graduada con el fin de evitar sobre esfuerzos en estos, además de contar con muelles de retorno para que puedan volver a su posición inicial sin problema al momento que el piloto deje de presionarlos. Ver anexo 2.

Cualquiera que sea la posición de los pedales, nunca deben sobresalir hacia delante del chasis, incluyendo el parachoques con el propósito de precautelar la seguridad del piloto ante posibles alcances con otros karts o contacto directo con el asfalto de la pista.

Los pedales deben ser posicionados al frente con respecto de los cilindros hidráulicos de accionamiento de frenos.

En Superkart solamente, el pedal de freno y todas las partes que operan en el cilindro de accionamiento deben estar hechos de acero y deben ser lo suficientemente fuertes como para resistir las fuerzas aplicadas (CIK/FIA, 2016, pág. 349).



Figura 7. Pedales de mini chopper minibike go kart trike (ebay, 2016)

2.2.7.11. Cilindros

La reparación de los cilindros del motor solamente se permite hacerlo mediante la adición de material, pero no reemplazo de las partes originales montadas en el motor.

2.2.7.12. Refrigeración por agua

Sólo el agua (H₂O) está autorizado para la refrigeración líquida en el radiador.

Para todas las categorías que emplean sistemas de refrigeración a partir de agua, sus radiadores deben colocarse por encima del bastidor del chasis, a una altura máxima de 50 cm del suelo, a una distancia máxima de 55 cm por delante del eje de las ruedas traseras.

En la categoría Superkart es permitido que vaya montado detrás del eje de las ruedas delanteras y no deben interferir con el asiento, además cualquier radiador colocado en la parte trasera no debe estar situado a menos de 150 mm de los extremos laterales del kart.

Todo el tubo debe ser de un material diseñado para soportar el calor (150 °C) y presión (10 bares). Para controlar la temperatura, sólo se permite colocar en la parte delantera o en la parte trasera del radiador un sistema de máscaras.

Este dispositivo puede ser móvil (ajustable), pero no debe ser desmontable cuando el kart está en movimiento, y no debe contener elementos peligrosos. Los sistemas mecánicos de by-pass (tipo termostato), incluyendo líneas de desvío, son permitidos.

2.2.7.13. Bomba de agua

Para todas las categorías, excepto en Superkart, el accionamiento de la bomba de agua debe ser exclusivamente controlada mecánicamente, ya sea por el motor o por el eje de ruedas trasero.

2.2.7.14. Carburadores y conductos de entrada

Para todas las categorías está prohibido cualquier tipo de sistema de inyección, además se prohíbe cualquier pulverización de productos distintos al combustible, ya que puede generar ventajas desproporcionadas en competencia en relación a los demás competidores y sus motores de los karts.

Para todas las categorías, que no posean una caja de cambios, se permite el uso de un dispositivo de ajuste manual mecánico adicional que trabaje con tornillos de ajuste que no involucre modificaciones en el carburador, caso contrario debe de estar sujeto a homologación.

Además, está prohibido tener cualquier conexión que provoque un volumen extra (incluyendo cualquier ranura, espacio hueco u otros espacios) a nivel del conducto de entrada.

El carburador en categorías KZ2 y KZ1, para el Campeonato CIK-FIA, es el siguiente, ver figura 8, en donde se muestra el carburador estándar dictaminado por el reglamento técnico de karting para ser empleado en competencias oficiales de campeonatos internacionales y nacionales.

Generalmente puede que se generen pequeñas variaciones dependiendo el modelo que los distintos fabricantes construyen, debido a sus diseños para obtener diferentes mejoras en cuanto a prestaciones, sin modificar o alterar significativamente los componentes ya estandarizados por la reglamentación técnica de karting.

Las partes que conforman el carburador estándar homologado por la CIK/FIA para competencias oficiales son las siguientes:

1. Válvula reguladora
2. Aguja mezcladora
3. Boquilla de pulverización
4. Difusor de reposo
5. Surtidor de ralentí
6. Surtidor de alta velocidad
7. Surtidor de arranque
8. Válvula de aguja
9. Flotador
10. Flotador
11. Flotador

- 12.** Tapón
- 13.** Tornillo alambrado
- 14.** Cubierta del cuerpo
- 15.** Empaque de la cubierta
- 16.** Válvula con resorte de retorno
- 17.** Guía de muelle de placa
- 18.** Válvula mezcladora de boquilla roscada + muelle
- 19.** Arandela
- 20.** Tope de aguja mezcladora
- 21.** Tornillo de fijación del arranque
- 22.** Cebador o estrangulador
- 23.** Empaque del cebador o estrangulador
- 24.** Kit de ajuste del tornillo de aire
- 25.** Kit de ajuste de válvula mezcladora
- 26.** Kit de filtro de combustible
- 27.** Empaque de válvula de aguja
- 28.** Base del pulverizador
- 29.** Pasador del flotador
- 30.** Balancín del flotador
- 31.** Empaque de válvula de flotador
- 32.** Cámara de flotador
- 33.** Cámara de flotador

- 34. Cámara de flotador
- 35. Cámara de flotador
- 36. Arandela
- 37. Tornillo de cámara del flotador
- 38. Filtro de combustible
- 39. Empaquetadura del tapón de la cámara del flotador
- 40. Tapón de la cámara del flotador
- 41. Kit de empaques

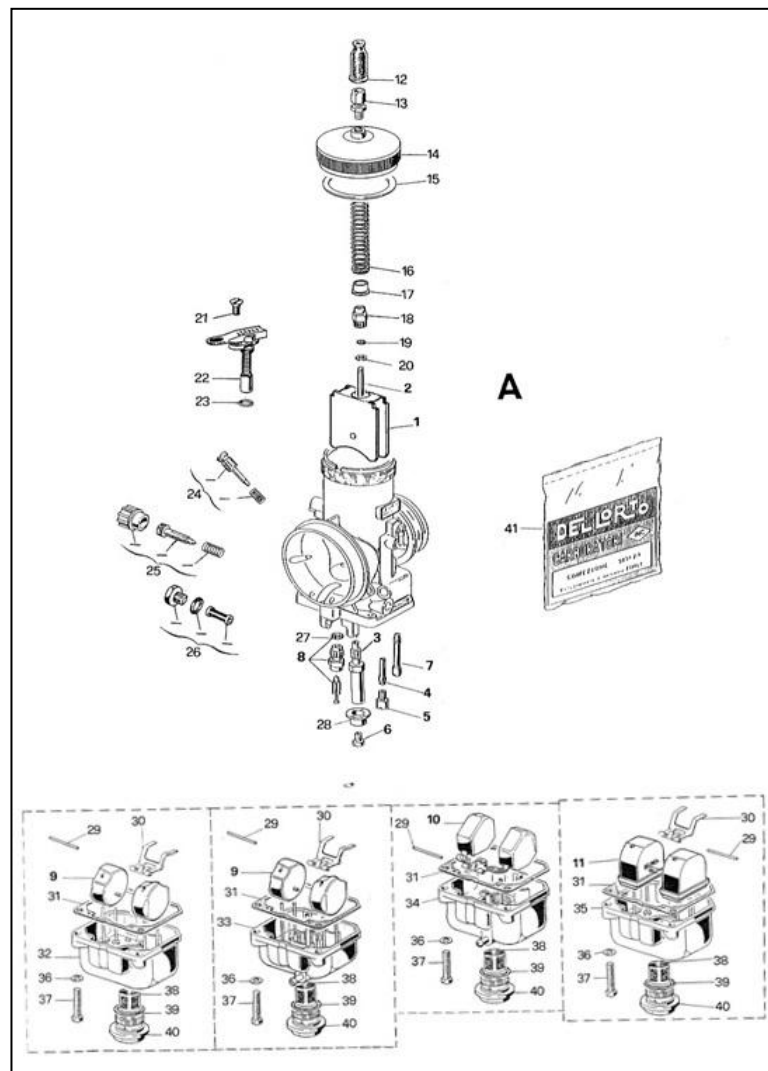


Figura 8. Carburadores en categorías KZ2 y KZ1
(CIK/FIA, 2016)

2.2.7.15. Encendido

Para las categorías KZ1 y KZ2, el sistema de encendido utilizado debe ser de tipo analógico y cualquier sistema de encendido variable (sistema de avance progresivo y retardo) está prohibido.

Para las categorías OK y OK-Junior, el encendido debe ser digital no programable, con un limitador de revoluciones integrado. Ninguna de las baterías debe ser necesaria para su funcionamiento.

Para los encendidos que empleen rotores externos, se debe montar un sistema de protección que cubra las partes giratorias del sistema para evitar accidentes.

Cualquier sistema electrónico que permita un control automático de los parámetros de funcionamiento del motor, mientras que el kart está en movimiento está prohibido, solamente se acepta dispositivos para fines de telemetría.

2.2.7.16. Bujía

En todas las categorías, excepto Superkart, la bujía de encendido debe ser de producción en masa y ser estrictamente originales.

El revestimiento de la bujía y el aislamiento del electrodo deber ser ajustados en la culata, además no deben extenderse más allá de la parte superior de la cúpula de la cámara de combustión.

2.2.7.17. Depósito de combustible

Se debe fijar firmemente al chasis y estar diseñado de tal manera que ni él, ni los conductos de combustible (los cuales deben ser flexible) presenten ningún peligro de fuga durante la competición, ni que se encuentren sueltos lo que podría provocar un rozamiento con el asfalto causando una rotura. Por lo que se recomienda una conexión rápida al chasis y flexible por encima del mismo.

El tanque no debe de estar configurado como un dispositivo de apoyo aerodinámico, además debe suministrar al motor el combustible a presión atmosférica normal (esto significa que, aparte de la bomba de combustible situado entre el depósito de combustible y el carburador, cualquier principio o sistema, mecánica o no, que puede tener una influencia en la presión interna del depósito de combustible está prohibido).

La abertura de salida no debe ser más de 5 mm.

Para efectos de carga de combustible y aceite es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones que se dan en el reglamento técnico. Ver anexo 3.

2.2.7.18. Mezcla utilizada en motores de 2 tiempos

El combustible se mezcla con un lubricante de 2 tiempos de venta actual aprobado por la CIK-FIA.

La modificación de la composición del combustible básica mediante la adición de cualquier compuesto está estrictamente prohibida.

Esta restricción también se aplica al lubricante, que no debe cambiar la composición de la fracción de combustible cuando se añade al combustible.

Además, como para el combustible, el lubricante no debe contener ningún compuesto nitro, peróxidos o cualquier otra potencia del motor.

Para las mezclas de 2 tiempos, las siguientes tolerancias de medición de combustible son permitido:

- Densidad a 15°C: + 0,025 g / ml
- Residuo de destilación: No controlado

Ensayo dieléctrico (como se mide con el DT 15 Ray dispositivo de Godman): con referencia al valor de constante dieléctrica del combustible sin

lubricante, la adición del lubricante no debe aumentar el valor de más de 40 unidades.

2.2.7.19. Características de lubricantes

El lubricante no debe contribuir de ninguna manera al mejoramiento del rendimiento del combustible; Por lo tanto, algunas limitaciones se han establecido:

1. Destilación: destilada a 250 ° C: 10% máx. acorde a la destilación (GC).
2. Ausencia de agentes antidetonantes (plomo, manganeso, hierro): 10mg / Kg máx.
3. RON y MON: máx. diferencia de 1,3 puntos a los números de octanos de una mezcla de 8% en volumen de lubricante en un combustible sin plomo súper Premium (la comparación con los valores originales del combustible sin el lubricante).

2.3. TRANSMISIÓN

La reglamentación técnica establece que la transmisión se lo hará en todo caso a las ruedas traseras. El método es libre, pero cualquier tipo de diferencial, ya sea a través del eje, el cubo de montaje de ruedas o por cualquier otro medio, está prohibido.

Se prohíbe cualquier dispositivo de lubricación de la cadena, excepto en el caso de un sistema aprobado por la CIK-FIA.

2.3.1. CADENA DE TRANSMISIÓN

Las cadenas de transmisión son elementos que transmiten el movimiento de la fuerza de arrastre entre dos ruedas dentadas, su longitud depende del número de eslabones que necesite cubrir según el número de dientes entre la catalina y el piñón de transmisión. Ver figura 9.

Generalmente en casos de regular la tensión de la cadena donde ya no se pueda remover o añadir eslabones se procede al desplazamiento del motor como medida para tensar la cadena y quede sin ningún sobre esfuerzo y con una holgura apropiada.



Figura 9. Cadena de transmisión para go kart
(ebay, 2016)

La cadena de transmisión se encuentra constituida por todos los elementos que se encuentren entre el motor y las ruedas, en el caso de los karts por el cigüeñal, el embrague (en caso de tenerlo), el conjunto piñón-corona y el eje posterior.

Dentro de la transmisión del par hay que tomar en consideración que todos los motores tienen determinado punto de alcance de revoluciones que no se puede sobrepasar caso contrario se produciría el daño de este; dicho límite de revoluciones es conocido como “línea roja”. Es aquí donde entra a cumplir sus funciones el sistema de transmisión el cual nos ayuda a mantener este límite de revoluciones por debajo de la línea roja, logrando reducir y estabilizar el motor en un margen de revoluciones que no afecten el desempeño del mismo y logrando transmitir de forma óptima el par al eje de transmisión.

De tal modo se consigue la transmisión de la potencia del motor hacia el eje posterior mediante la cadena de transmisión, manteniendo el mayor número posible de revoluciones, mientras al mismo tiempo controla que no se sobrecaliente y termine por explotar el motor.

En los karts que carecen de caja de cambios la elección de una relación de transmisión para el número de dientes del piñón del motor y la corona en el eje posterior es fundamental para lograr el máximo rendimiento en cuanto a la velocidad máxima a fondo en línea recta y la capacidad de elasticidad en aceleración.

2.3.2. CUBRECADENAS

2.3.2.1. Cadena de guardia / correa de transmisión

En todas las categorías sin una caja de cambios, es obligatoria y debe ser una protección efectiva sobre la parte superior y ambos lados de la cadena y los piñones se exponen y se extienden hasta al menos el plano inferior del eje trasero. En todas las categorías con una caja de cambios, es obligatorio y cubrir de manera más eficiente el piñón y la corona-rueda hasta el centro del eje de rueda de corona.

2.3.2.2. Cubrecadena

Los cubrecadenas cumplen la función de protección tanto para el piloto como para la estructura del go kart en sí, ya que en un desprendimiento de un eslabón este puede afectar físicamente al conductor o por otro lado afectar algún elemento sensible del motor ya que la transmisión se encuentra relativamente próxima a este. Ver figura 10.

Estos cubrecadenas se fabrican de láminas de acero, fibra de vidrio o de carbono, inclusive polímero de alta resistencia y flexibilidad.



Figura 10. Cubrecadenas integrales universal KF
(Karts Francis, 2016)

2.3.3. EJE DE TRANSMISIÓN

Este eje hace posible la transmisión de la energía cinética producida por el motor hacia las ruedas, consiguiendo de esta manera transmitir la máxima potencia y agarre al go kart.

Este elemento puede ser construido de dos formas, la primera un eje sólido en longitud, mientras que la segunda de cintura partida lo que significa que se construye en dos partes unidos por un ensamble en la cintura o punto de acople. Ver figura 11.

Una característica importante del eje de transmisión es que además sirve como único soporte del disco de freno en el caso de los go kart que no poseen caja de cambios, por lo que estos ejes deben brindar tolerancia elevada frente a esfuerzos de flexión y torsión ya que se carece de suspensión.

“Se lo define como una barra de acero, maciza o hueca, de un grosor que puede oscilar entre 25, 40 o 45 mm, según chasis y categoría. Se atornilla al bastidor por medio de dos o tres soportes para los puntos de apoyo, con los rodamientos adecuados para conseguir un buen giro del eje” (Narváez, 2012).



Figura 11. Eje de transmisión posterior de go kart (ebay, 2016)

2.3.4. ESTRELLA O CATALINA

La estrella o catalina es una pieza metálica diseñada para transmitir la energía cinética generada por el motor hacia el eje de transmisión hacia las ruedas, formando así parte del conjunto motriz del go kart.

Esta estrella guarda una determinada relación de transmisión configurada entre el número de dientes y el diámetro de este disco, por lo que gran parte del rendimiento y velocidad que se pueda obtener de la rotación de salida del eje de transmisión dependerá mucho de esta configuración. Ver figura 12.

Una característica importante de modificar la relación de transmisión es que también con ello varía el par de fuerza aplicado, por lo que no siempre resulta conveniente todas las modificaciones de relaciones de transmisión, ya que no pueden generar el torque necesario para romper el estado de inercia del go kart, por ende hay que tener en cuenta que una buena relación de transmisión es aquella que nos brinde el mejor desempeño y empuje a velocidades medias como también altas y que además nos brinde un torque significativamente alto.



Figura 12. Catarina de transmisión de go kart
(ebay, 2016)

2.3.5. PIÑÓN DE TRANSMISIÓN

Es una pieza metálica que se encuentra ensamblada directamente al eje de salida del motor, este elemento en conjunto con la catalina y la cadena forman el conjunto de transmisión hacia el eje de las ruedas. Ver figura 13.

Al igual que la catalina su relación de transmisión depende del número de dientes que contenga alrededor de su diámetro.



Figura 13. Piñón de transmisión
(ebay, 2016)

2.3.6. RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

La transmisión del par del motor se lleva a cabo a través de la cadena, en donde cada diente del piñón fuerza el recorrido de un eslabón de la cadena y al mismo tiempo tira de otro diente de la corona del eje posterior. Este proceso se denomina “Relación de Desmultiplicación” debido a que la corona al ser más grande que el piñón del motor se necesitan de mayor número de revoluciones para poder generar el movimiento en las ruedas del kart, de ahí el nombre de esta relación de transmisión.

En los karts se maneja siempre la transmisión con marchas cortas para asegurar una aceleración adecuada para obtener el mejor desempeño del vehículo en competencia.

Pero no todo es beneficio con el empleo de las marchas cortas puesto a que por un lado se dispondrá de mayor capacidad de aceleración y mejor tracción pero en contraparte menor velocidad de punta por lo que hay que manejar de igual forma un punto intermedio para que la elección de marcha corta no nos afecte.

2.3.7. CÁLCULO DE RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

Para el cálculo de la relación se debe de contar el número de dientes que posea el piñón del motor dividido para el número de dientes de la corona del eje de transmisión, a continuación se realiza un ejemplo práctico con un número de dientes en corona y piñón tomados al azar para efectuar cálculos demostrativos de obtención de relación de transmisión.

Ejemplo:

$$\frac{\text{Dientes de Corona}}{\text{Dientes del Piñón}} = \frac{87 \text{ dientes}}{11 \text{ dientes}} = 7.909 \quad [2]$$

Pero como se observa muchas veces podemos optimizar las relación buscando determinadas relaciones con diferente número de dientes por ejemplo para suplantar a la alternativa anterior se podría conseguir la misma relación con una corona de 79 dientes y un piñón de 10 dientes.

Por otro lado como se hacía mención todo depende de lo que necesitemos por ejemplo si mantenemos la misma corona con los 87 dientes pero de modifica el número de dientes del piñón a 10 la relación de transmisión aumentara a 8.7. Lo que se traduce a que el kart experimentara mejor aceleración y generara más revoluciones en el motor pero en contraparte reduciremos la velocidad máxima o de punta.

2.3.8. FACTORES QUE INSIDEN EN LA ELECCIÓN DE UNA RELACIÓN DE TRANSMISIÓN

- **Trazado del circuito:** Existe varios trazados de circuitos en donde pueden haber curvas más o menos cerradas y rectas más largas o cortas, por lo que un circuito con viradas muy cerradas requerirá de marchas cortas o un circuito rápido requerirá de marchas más largas por la necesidad de velocidad mas no aceleración.
- **El peso:** Influye mucho con la elección de una relación de transmisión puesto a que si se excede el peso de la categoría se necesitara marchas mucho más cortas para poder desplazar el conjunto en su totalidad.

- **La curva de par del motor:** No todos los motores poseen la misma capacidad de aceleración ni estando en el mismo rango de revoluciones por lo que dependiendo del trazado de la pista sea preferible la elección de un motor con menor límite de revoluciones consiguiendo de esta manera desarrollos más largos compensando así la velocidad punta.
- **El estado del suelo, neumáticos y temperatura:** tiene mucho que ver con el agarre de las ruedas lo que afectara directamente al desempeño del kart puesto a que de nada sirve tener una transmisión si se pierde su rendimiento a través de las ruedas.
- **Estilo de pilotaje y trazada:** Afecta mucho el analizar los puntos críticos del trazado de la pista, tener en cuenta los puntos en los que se pueda ganar o perder desarrollos cortos o largos, a partir de esto se elige la mejor relación de transmisión óptima para obtener el mejor desempeño del kart.

A continuación se puede apreciar los parámetros de desempeño que se presentan dependiendo el tipo de elección que se tome en cuanto a relación de transmisión como se muestra en la tabla 1 y tabla 2.

Tabla 1. Relación y desarrollo

Desarrollo	Corto	Largo
Piñón motor	- Dientes	+ Dientes
Corona eje	+ Dientes	- Dientes
Aceleración	Rápida	Lenta
Velocidad punta	Disminuye	Aumenta

(Salazar, 2011)

Tabla 2. Factores

Desarrollo	+ Corto	+ Largo
Circuito	Virado	Rápido
Peso	+ Peso	- Peso
Par motor	Poco	Mucho

(Salazar, 2011)

Además en la tabla 3, se puede apreciar una comparativa entre el número de dientes del piñón con respecto al número de dientes de la corona para determinar las relaciones de transmisión.

Tabla 3. Tabla de desarrollos

		PIÑONES				
		9	10	11	12	13
COROMAS	76	8.444	7.600	6.909	6.333	5.846
	77	8.556	7.700	7.000	6.417	5.923
	78	8.667	7.800	7.091	6.500	6.000
	79	8.778	7.900	7.182	6.583	6.077
	80	8.889	8.000	7.273	6.667	6.154
	81	9.000	8.100	7.364	6.750	6.231
	82	9.111	8.200	7.455	6.833	6.308
	83	9.222	8.300	7.545	6.917	6.385
	84	9.333	8.400	7.636	7.000	6.462
	85	9.444	8.500	7.727	7.083	6.538
	86	9.556	8.600	7.818	7.167	6.615
	87	9.667	8.700	7.909	7.250	6.692
	88	9.777	8.800	8.000	7.333	6.769
	89	9.888	8.900	8.090	7.416	6.846
	90	10.000	9.000	8.181	7.500	6.923

(Salazar, 2011)

2.4. DISEÑO DE EJES

2.4.1. UBICACIONES CRÍTICAS

Para evaluar los esfuerzos no es necesario realizarlos en todos los puntos del eje, basta con hacerlo en unas cuantas zona que se consideren críticas para el diseño.

Por lo general en zonas axiales donde se conoce que el momento flexionante es grande, el par de torsión está presente y existan concentradores de esfuerzos.

2.4.2. ESFUERZO

Es una función de las fuerzas internas en un cuerpo que se producen por la aplicación de las cargas exteriores (Fitzgerald, 2007).

2.4.3. DEFORMACIÓN

La deformación total es la modificación o cambio total de la longitud de un elemento

2.4.4. DIAGRAMAS DE CORTANTE Y DE MOMENTO FLECTOR

La determinación de los valores absolutos máximos del cortante y del momento flector en una viga se facilitan mucho si V y M se grafican contra la distancia x medida desde un extremo de la viga, ver figura 14.

Además, el conocimiento de M como una función de x es esencial para la determinación de la flexión de una viga (Beer, Johnston, Dewolf, & Mazurek, 2010).

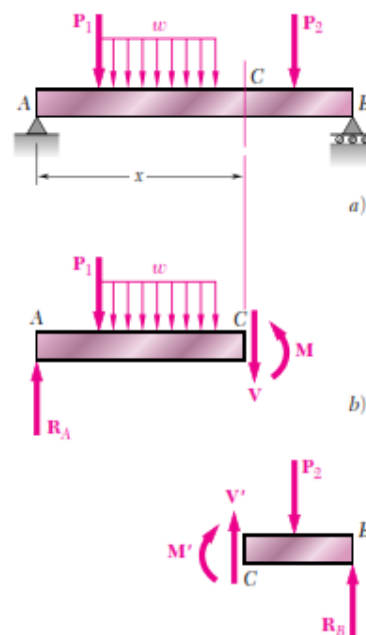


Figura 14. Diagramas de cortante y momento flector (Beer, Johnston, Dewolf, & Mazurek, 2010)

2.4.4.1. Esfuerzo Cortante

Es el esfuerzo interno que resulta de las tensiones paralelas a la sección transversal de una viga o un pilar, el cual indica el punto máximo en que el eje se cizalla.

2.4.4.2. Momento Flector

También llamado momento de flexión, es un momento de fuerza resultante

de una distribución de tensiones sobre una sección transversal de una viga o un pilar, produciendo la flexión del mismo.

2.4.5. FACTORES QUE MODIFICAN EL LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA

Existen factores que cuantifican los efectos de la condición superficial, el tamaño, carga, temperatura y otros puntos; todos estos factores de corrección sirven para ajustar el límite de resistencia a la fatiga por medio de correcciones sustractivas o multiplicativas, para poder seleccionar los cálculos adecuados para estos coeficientes es adecuado recurrir a las tablas del anexo 6.

Cuando no se dispone de ensayos de resistencia a la fatiga de partes, las estimaciones se hacen aplicando los factores de Marin al límite de resistencia a la fatiga (Budynas & Nisbett, 2012).

2.4.5.1. Factor de superficie k_a

Este factor depende de la calidad del acabado de la superficie de la parte y de la resistencia a la tensión.

2.4.5.2. Factor de tamaño k_b

Este factor es incidente en el momento de flexión y torsión que experimenta un eje en movimiento, por lo que está dado en relación a la longitud del eje en estudio.

2.4.5.3. Factor de carga k_c

Es el factor relacionado con la realización de ensayos de fatiga con carga de flexión rotatoria, axial y de torsión, por lo tanto para la selección del factor tendrá mucho que ver el esfuerzo al que esté sometido.

2.4.5.4. Factor de temperatura k_d

Es la incidencia de la temperatura durante el tiempo de trabajo del eje por lo que viene dado el factor correctivo a partir del grado de temperatura al que el eje trabaje.

2.4.5.5. Factor de confiabilidad k_e

Este factor muestra la desviación estándar de resistencia a la fatiga de menos del 8%.

2.4.5.6. Factor de efectos varios k_f

Este factor toma en cuenta la reducción del límite de resistencia a la fatiga debido a los efectos adversos inesperados que pueden actuar sobre el eje.

2.4.6. CONFIABILIDAD

Es el método a través del cual se puede determinar la distribución de los esfuerzos y de las resistencias, para posteriormente poder relacionarlas y obtener un índice de éxito aceptable sobre el diseño establecido.

3. METODOLOGÍA

Basado en el objetivo principal del proyecto sobre diseñar la construcción de los sistemas de transmisión y motor para un prototipo de go kart con base al reglamento de la FIA, se decidió desarrollar una metodología del tipo experimental; esto se tradujo en efectuar una ardua investigación sobre motores y sistemas de transmisión desarrollados por distintos fabricantes que se han especializado en el tema de go karts a lo largo del tiempo, para poder considerar estas opciones como punto de partida para el desarrollo y ejecución del proyecto.

Consiguiendo de esta manera seleccionar el tipo de motor y sistema de transmisión idóneo para solventar el problema principal del proyecto sobre el correcto diseño y empleo adecuado de elementos homologados en la construcción de go karts.

Previo a la construcción del prototipo se dimensiona y calcula los elementos que serán empleados para el montaje del prototipo y de esta manera puedan funcionar y desempeñarse a la máxima eficiencia.

Con base en la normativa que dictamina la CIK/FIA (Comisión Internacional de Karting de la Federación Internacional de Automovilismo) se tomaron en cuenta puntos importantes del reglamento relacionados al tema de investigación de este proyecto.

Estos puntos ayudaron a la selección de las alternativas para el prototipo, logrando el cumplimiento de los estándares establecidos; siendo los siguientes puntos una síntesis extraída del reglamento de la CIK/FIA. Ver reglamento en el anexo 4.

- **Categorías y Grupos**

Karts utilizados en la competencia se dividen en los siguientes grupos y Categorías, como se observa en la tabla 4:

Tabla 4. Categorías y grupos de karting

Grupo I	
KZ1:	cilindrada de 125 cc
Superkart:	cilindrada de 250 cc

Grupo II	
KZ2:	cilindrada de 125 cc
OK:	cilindrada de 125 cc
OK-Junior:	cilindrada de 125 cc

(CIK/FIA, 2016)

Con base en el artículo de categorías de competición de karting, se optó por seleccionar la categoría KZ2 perteneciente al Grupo II en donde especifica el empleo de motores con capacidad volumétrica o cilindrada máxima de 125 cm³, por lo que se decidió esta alternativa por dos razones importantes, la primera ser una categoría de inicio en la disciplina del karting apta para nuevos talentos novatos que desean integrarse al mundo automovilístico de competencia y segundo por estar dentro de una categoría inicial no demanda de muchos requerimientos técnicos por lo que facilita la construcción del prototipo además de no exigir la inversión elevada de dinero y horas de trabajo.

Para la selección de una alternativa de motor o unidad de propulsión se tomó en cuenta en primera instancia la cilindrada máxima admitida en la categoría seleccionada con anterioridad, a continuación para la decisión de alternativa se analizaron algunos puntos del reglamento para la alternativa definitiva. Ver reglamento en el anexo 4.

Por motor se entiende la unidad de propulsión del vehículo en el funcionamiento de orden, que incluye un bloque de cilindros, cárter y una posible caja de cambios, sistema de encendido, carburador (s) y el silenciador de escape.

Se prohíben todos los sistemas de inyección. La pulverización de productos distinto del combustible está prohibido.

El motor no estará compuesto por un compresor o cualquier sistema sobrealimentación. En Superkart, se autoriza un sistema de refrigeración por aire o líquido.

El motor es el principal componente a la hora de obtener unas buenas prestaciones del kart, él va a ser la fuente encargada de entregar a la cadena de transmisión el par y la potencia necesarios para cualquier requerimiento que exija el vehículo.

En el apartado de prestaciones se calcularán determinadas características del kart tales como velocidad máxima, aceleración, o pendiente máxima superable. Ver figura 15.

Para realizar los cálculos lo primero que se necesita es la gráfica de potencia y par del motor, que es la siguiente:

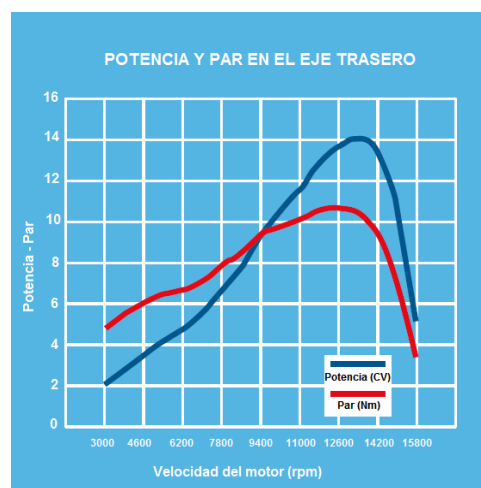


Figura 15. Gráfica de potencia y par de un motor de 2 T (Salazar, 2011)

Gracias a esta gráfica podemos deducir tienen lugar la máxima potencia y el máximo par del motor.

Además según el reglamento un kart debe cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

- Cilindrada del motor: de 100 a 250 cm³
- Distancia entre ejes: mínimo 101cm// máximo 127cm
- Anchura de vía: como mínimo 2/3 de la distancia entre ejes

- Longitud total: 182 cm. como máximo
- Anchura total: 140 cm. como máximo
- Altura: 60 cm. máximo desde el suelo

Debido a las especificaciones que se marcan en el Reglamento Técnico de Karting de la CIK/FIA se procedió a elegir una marca de fabricante de motores de kart que se acopló a los requerimientos técnicos para su homologación. Ver figura 16.



Figura 16. Motor Rotax Junior 125 MAX
(BRP - Rotax, 2016)

El Reglamento Técnico define a la Transmisión como: “En todo caso serán a las ruedas traseras. El método es libre, pero cualquier tipo de diferencial, ya sea a través del eje, la rueda o cubo de montaje o por cualquier otro medio, está prohibido. Se prohíbe cualquier dispositivo de lubricación de la cadena, excepto en el caso de una sistema aprobado por la CIK-FIA” (CIK/FIA, 2016).

- Con base en el reglamento acogiéndose al tema de método libre para la transmisión de la potencia del motor al eje de transmisión, se decidió emplear el sistema más común que se monta en los karts que es el sistema de transmisión a través de cadena. Ver figura 17.

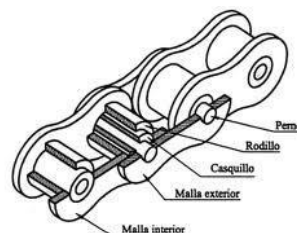


Figura 17. Cadena de transmisión
(Mecapedia, 2006)

El motivo de la elección de un sistema de transmisión por cadena se lo hizo debido a que presenta demasiadas ventajas que ayudan a aportar el mayor porcentaje de transmisión de la potencia sin muchas pérdidas como son:

- No se producen resbalamientos.
- Se mantiene constante la relación de velocidad.
- Rendimiento de hasta 98%.
- La carga repartida sobre varios dientes prolonga la vida útil de la cadena.
- La elasticidad de la cadena + la lubricación, amortiguan los golpes por cargas intermitentes.

Dentro del diseño de transmisión se necesitó los datos técnicos del motor para poder llevar a cabo los cálculos necesarios para la selección de una alternativa de sistema de transmisión al eje posterior a través de cadena.

A continuación una vez seleccionado el motor con la ayuda de su ficha técnica se empleó los siguientes datos:

- a) Potencia a transmitir en kW
- b) Fuente de potencia
- c) Mecanismo a accionar
- d) Número de r.p.m. de los ejes
- e) Distancia entre centros

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE MOTOR

Durante el desarrollo del proyecto se tomó pautas fundamentales que brindaron una ayuda para la realización del mismo, por lo que en primer lugar y como punto de partida para el diseño se optó por regirse al reglamento técnico de karting emitido por la CIK/FIA, en la cual en primera instancia se determinó elegir una categoría más o menos simplificada para con ello basar el cumplimiento de normativas para la construcción del kart. Por tal motivo dentro del reglamento establece lo siguiente.

4.1.1. CLASIFICACIÓN

Con base en el artículo de categorías de competición de karting, se optó por seleccionar la categoría KZ2 perteneciente al Grupo II en donde especifica el empleo de motores con capacidad volumétrica o cilindrada máxima de 125 cm³, como se muestra en la tabla 4, por lo que se decidió esta alternativa por dos razones importantes, la primera ser una categoría de inicio en la disciplina del karting apta para nuevos talentos novatos que desean integrarse al mundo automovilístico de competencia y segundo por estar dentro de una categoría inicial no demanda de muchos requerimientos técnicos por lo que facilita la construcción del prototipo además de no exigir la inversión elevada de dinero y horas de trabajo.

4.1.2. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

Después de que es seleccionada la categoría para desarrollar el kart, se tiene en cuenta los distintos parámetros técnicos que debe de cumplir un kart para ser homologado como apto para una competencia, esto significa que para cada categoría se debe cumplir ciertas especificaciones para el desarrollo y construcción del prototipo.

4.1.2.1 Fuerza de empuje y torque requerido

Generalmente un kart de competición puede alcanzar con facilidad los 100 Km/h, por lo que es indispensable que cada uno de estos vehículos este dotado con un motor que pueda abastecer de la potencia necesaria para transmitir un torque elevado que genere la fuerza de empuje al kart y pueda mantenerlo en movimiento frente a las diversas fuerzas que se oponen al movimiento de todo el kart.

4.1.2.2 Pesos del Kart

Dentro del análisis de esfuerzos que intervienen en el kart, es importante considerar ciertos pesos que influyen demasiado en el desempeño del vehículo y para la selección del motor, todos estos multiplicados por un coeficiente $\gamma_Q = 1,33$, siendo este un coeficiente de multiplicación para cargas permanentes.

$$\omega_T = \omega \cdot \gamma_Q \quad [3]$$

Donde:

ω_T : peso total

ω : peso del cuerpo

γ_Q : coeficiente de multiplicación para cargas permanentes.

Peso del piloto (hombre percentil 95%)= 75 kgf = 750 N

$$\omega_{pil} = 750 \text{ N} \times 1.33$$

$$\omega_{pil} = 997.5 \text{ N}$$

Peso del motor (homologado para karting) = 25 kgf = 250 N

$$\omega_{\text{motor}} = 250 \text{ N} \times 1.33$$

$$\omega_{\text{motor}} = 332.5 \text{ N}$$

Peso del chasis (categoría World Fórmula Chasis) = 20 kgf = 200 N

$$\omega_{\text{chasis}} = 200 \text{ N} \times 1.33$$

$$\omega_{\text{chasis}} = 266 \text{ N}$$

$$\omega_{\text{TOTAL}} = 1596 \text{ N}$$

4.1.2.3. Fuerza de empuje

Es la fuerza que se debe ejercer sobre el kart para que este pueda romper el estado de inercia junto con el rozamiento del piso y pueda experimentar la máxima velocidad posible, se calcula:

$$F_E = \omega_T \times \mu \quad [4]$$

$$F_E = 1596 \text{ N} \times 0.6$$

$$F_E = 957.6 \text{ N}$$

Donde:

μ = Coeficiente de rozamiento dinámico Caucho-Pavimento

ω_T = Peso neto total del Go Kart

Para efectos de cálculo debemos emplear un coeficiente promedio que se aplique a las circunstancias regulares que se pueden dar en pista, por lo que es necesario analizar las condiciones y se resume a un coeficiente de 0,6 que se encuentra en promedio entre situaciones de pavimento mojado y seco, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Coeficientes de rozamiento dinámico del neumático

Material 1	Material 2	μ dinámico
Neumático Viejo	Asfalto seco	0.4 – 0.6
Neumático Viejo	Asfalto mojado	0.3 – 0.4
Neumática Nuevo	Asfalto seco	0.7 – 0.9
Neumática Nuevo	Asfalto mojado	0.4 – 0.6
Neumático Viejo	Hormigón seco	0.4 – 0.6
Neumático Viejo	Hormigón mojado	0.3 – 0.4
Neumática Nuevo	Hormigón seco	0.7 – 0.9
Neumática Nuevo	Hormigón mojado	0.4 – 0.6
Neumático Viejo	Barro	0.1
Neumática Nuevo	Barro	0.2
Neumático Viejo	Tierra dura	0.3
Neumática Nuevo	Tierra dura	0.4
Neumático Viejo	Hielo	0.08
Neumática Nuevo	Hielo	0.1
Metal (Carrocería)	Asfalto	0.2 – 0.5 media 0.4
Metal (Carrocería)	Hormigón	0.2 – 0.4
Metal (Carrocería)	Barro-Tierra	0.2 – 0.5
Metal (Carrocería)	Hielo	0.07 – 0.2

(Canal de ciencias, 2016)

4.1.2.4. Torque requerido en neumáticos

Este torque es el encargado de brindar la fuerza necesaria a través del eje de transmisión a las ruedas para dar el empuje y de tal modo generar el movimiento del kart y romper la fuerza de rozamiento con el piso y el estado de inercia de todo el conjunto, Ver figura 18, se calcula:

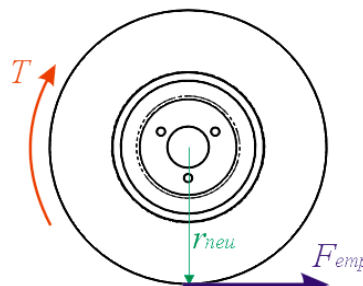


Figura 18. Torque requerido en el eje de transmisión (Narváez, 2012)

$$T = F_{emp} \times r_{neu}$$

[5]

$$T = 957.6 \text{ N} \times 0.140 \text{ m}$$

$$T = 134.06 \text{ Nm}$$

Donde:

T = Torque Requerido

r_{neu} = Radio del neumático

F_{emp} = Fuerza de Empuje

El resultado obtenido es el torque mínimo que necesitan las ruedas ser sometidas para que el kart comience su desplazamiento; además de esto el mismo torque se lo aplica para la sujeción de los pernos que fijan el eje de transmisión al chasis.

4.1.2.5. Capacidad cúbica del cilindro

Es el volumen engendrado dentro de la cámara de combustión del motor, generalmente está dada por el movimiento alternativo del pistón en su recorrido por el cilindro, su unidad es expresada en cm^3 y para cualquier cálculo de esta índole se tomara al número π como 3.1416.

4.1.2.6. Potencia requerida en el motor

Es la potencia que se necesita que el motor genere para poder desplazar al vehículo a una velocidad máxima de 100 Km/h, se lo calcula:

$$\text{Pot} = F_{\text{empuje}} \times \delta \quad [6]$$

$$\text{Pot} = 957.6 \text{ N} \times 27.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\text{Pot} = 26621.28 \text{ W}$$

Donde:

Pot = Potencia requerida

δ = Velocidad de desplazamiento del kart

4.1.2.7. Torque mínimo requerido en el motor

Además para poder dimensionar el torque mínimo que debe proporcionar el motor para mover el kart, se debe efectuar un cálculo suponiendo una relación de transmisión estándar de 8.5:1 y estableciendo que la fuerza tangencial de la cadena de transmisión es similar tanto en corona como en piñón, se efectúa con el cálculo siguiente:

$$F_t = \frac{2 \times T}{D_2} = \frac{2 \times T_{\text{motor}}}{D_1} \quad [7]$$

$$T_{\text{motor}} = \frac{T}{D_2/D_1}$$

$$T_{\text{motor}} = \frac{134.06 \text{ Nm}}{8.5}$$

$$T_{\text{motor}} = 15.771 \text{ Nm}$$

Dónde:

D_2/D_1 = diámetro del piñón y la corona respectivamente

T = torque requerido en el eje de transmisión = 134,06 Nm

4.1.2.8. Consideraciones técnicas

Con base en los cálculos realizados con anterioridad, se obtiene las tres condiciones principales de operación para la selección de un motor apto para brindar la movilidad al Go Kart.

Siendo los siguientes requerimientos:

- Motor de combustión interna de 2 tiempos
- Potencia requerida de 26 kW

- Torque requerido de 16 Nm

4.1.3. ALTERNATIVAS DE MOTORES

Dentro de la selección de la alternativa más idónea para emplearla en el prototipo de go kart, se optó por entrar en estudio de dos marcas comunes de motores empleados en el karting nacional dentro de la categoría KZ2.

4.1.3.1. Motor Rotax

El motor Rotax es quizá de los más empleados dentro de competencias oficiales de karting en nuestro país, por lo que resulta encontrar muchos karts provistos con estos motores; existe varios modelos para esta marca por lo que se tomó referencia al motor ROTAX 125 MAX. Ver figura 19.

Dentro de sus especificaciones técnicas constan:

- Clase de Competencias: Nacionales e Internacionales
- Potencia máxima: 22 kW / 30 HP a 11500 rpm
- Torque máximo: 21 Nm a 9000 rpm
- Peso: 23.1 Kg / 51 lbs
- Características especiales: Cilindro con control electrónico de válvula de escape
- Compatibilidad de chasis: Distancia entre ejes hasta 1050 mm
- Precio: \$ 950 (Segunda mano 20 horas de uso)



Figura 19. Motor Rotax 125 MAX
(BRP - Rotax, 2016)

4.1.3.2. Motor Komet

Los motores Komet son empleados de igual manera dentro de la categoría KZ2 por lo que es equiparable la comparación con el Rotax, Ver figura 20.; este motor Komet POP K25 RL presenta las siguientes prestaciones:

Clase de competencias: Nacionales e Internacionales

- Potencia máxima: 25.8 HP
- Torque máximo: 19 Nm a 9500 rpm
- Peso: 22 Kg
- Características especiales: Válvula de láminas con Carburador Tillotson HL 334 AB
- Compatibilidad de Chasis: Distancia entre ejes hasta 1050 mm
- Precio: \$ 800 (Segunda mano 40 horas de uso)



Figura 20. Motor Komet POP K25 RL
(ebay, 2016)

4.1.3.3. Selección definitiva

Para la selección de alternativa definitiva se hizo una comparación en cuanto a prestaciones como en costos, con esto se consiguió obtener la mejor eficiencia posible al mejor costo de inversión:

- **Parámetros comparativos**

Para elegir la alternativa entre estos dos motores se decide optar por hacer una comparativa de prestaciones que ofrecen ambas marcas de motores en cuanto a temas que se acojan más a los requerimientos técnicos anteriormente calculados, además de aquello se toma en consideración los tiempos de reparación y de uso con los que vienen recorridos los motores y su precio en el mercado, todo esto como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Comparación de ventajas en prestaciones del motor Rotax 125 MAX

Características	Motor Rotax 125 MAX	Motor Komet POP K25 RL
Cilindrada	125 cc	123.67 cc
Competencias	Internacionales / Nacionales	Internacionales / Nacionales
Potencia Máxima	30 HP	25.8 HP
Torque Máximo	21 Nm	19
Peso Neto	23.1 Kg	22
Características Especiales	Control electrónico de válvula de escape	Válvula de láminas con Carburador Tillotson HL 334 AB
Compatibilidad con Chasis	Distancia entre ejes hasta 1,050 mm	Distancia entre ejes hasta 1,050 mm
Precio	\$ 950	\$ 800
Horas Uso	20	40
Tiempo de Reparación	60	60

- **Alternativa seleccionada: Motor Rotax 125 MAX**

Previo el análisis de comparativas entre los dos motores se llegó a la conclusión de optar por el uso del motor Rotax, debido a que presenta mejores prestaciones en lo técnico, mecánico y además económico.

- El 125 MAX posee la potencia y torque necesarios para poner en marcha todo el conjunto del kart, además que dentro de sus características puede ser utilizado para todo tipo de competencias sean estas nacionales e internacionales; para la selección de esta alternativa influyó mucho las horas de uso del motor debido a que mientras menos horas tenga de recorrido su tiempo de reparación será más lejano, ya que en

los motores de karts de 2 tiempos las reparaciones son en función del tiempo y no de kilometraje como en los motores de 4 tiempos.

4.1.4. MOTOR A MONTAR EN PROTOTIPO KART: ROTAX 125 MAX

El Rotax Max 125 es un motor de dos tiempos de 125 cc (7,6 pulgadas cúbicas) motor diseñado por Rotax, parte de Bombardier Recreational Products (BRP). El motor es refrigerado por líquido, equipado con un eje de equilibrado, la bomba de agua integrada, arranque eléctrico y el embrague centrífugo. Su combinación de motor de arranque eléctrico a bordo y el embrague centrífugo simplifica su operación. Este concepto se denomina TAG (Touch-and-go). Ver figura 21.



Figura 21. Motor Rotax 125 MAX Engine Series (BRP - Rotax, 2016)

Dentro de la serie de motores Rotax se manejan rangos de potencia y torque variados como se muestra en la Ver figura 22., para el motor seleccionado 125 MAX posee:

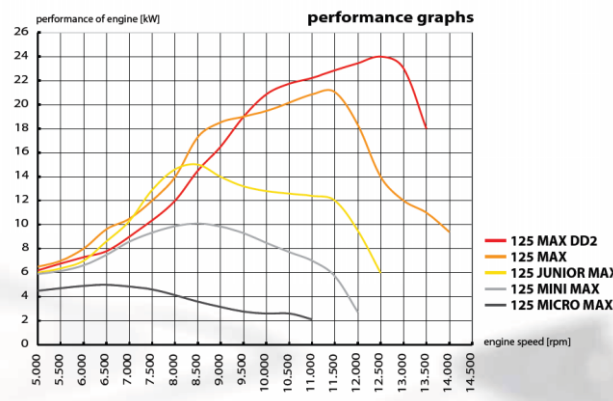


Figura 22. Potencia y torque de motores Rotax (BRP - Rotax, 2016)

- Potencia máxima: 22 kW / 30 HP a 11500 rpm
- Torque máximo: 21 Nm a 9000 rpm
- Peso: 23.1 Kg / 51 lbs

4.2. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA DE TRANSMISIÓN

Para la selección de alternativa de transmisión se partió desde el artículo del reglamento técnico de la CIK / FIA que menciona: “En todo caso serán a las ruedas traseras. El método es libre, pero cualquier tipo de diferencial, ya sea a través del eje, el cubo de montaje de ruedas o por cualquier otro medio, está prohibido.

Se prohíbe cualquier dispositivo de lubricación de la cadena, excepto en el caso de un sistema aprobado por la CIK-FIA” (2016).

4.2.1. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA: TRANSMISIÓN POR CADENA

Con base al reglamento técnico en su apartado con mención en método de transmisión “libre”, se consideró las posibles opciones que se acoplaran a las necesidades y a la realidad del diseño del prototipo, por lo que se optó por seleccionar el método de transmisión de potencia a través de cadena de transmisión flexible de rodillos y rueda dentada conectada al eje posterior por ser un método relativamente sencillo e ideal para el comienzo del desarrollo de un prototipo destinado a correr en la categoría KZ2 seleccionada, además de ser el más común entre los corredores de los circuitos de karting y en cuanto a normativa de competencia se refiere.

4.2.2.1. Determinación de cadena, piñón y catalina

Dentro de la transmisión por cadena se deben tener en cuenta rasgos de suma importancia como son el número de dientes del piñón y de la catalina, además de considerar los requerimientos para la selección de cadena de

transmisión que mejor se adapte a las exigencias que el motor demande por lo que a continuación se muestra como:

Nº de dientes del piñón: $z_1=12$

Paso: $3/8'' = 0.375 \text{ plg} = 9.525 \text{ mm}$

Relación de transmisión requerida: 6.5:1

Nº de dientes de catalina:

$$\gamma_t = \frac{z_2}{z_1} = \frac{D_2}{D_1} \quad [8]$$

$$z_2 = 6.5 \times 12$$

$$z_2 = 78$$

Donde:

γ_t = relación de transmisión

z_1 = número de dientes del piñón

z_2 = número de dientes de la corona

Diámetro primitivo de catalina:

$$D_{p_2} = \frac{P}{\text{sen} \left(\frac{180}{z_2} \right)} \quad [9]$$

$$D_{p_1} = \frac{0.375 \text{ plg}}{\text{sen} \left(\frac{180}{78} \right)}$$

$$D_{p_1} = 9.313 \text{ plg}$$

$$D_{p_1} = 236 \text{ mm}$$

Donde:

D_{p_2} = diámetro primitivo de la catalina

P = Paso de la cadena

Distancia entre centro de ejes: 220 mm = 23.09 pasos

Longitud de la cadena:

$$L = 2 C + \frac{N + n}{2} + \frac{\left(\frac{N - n}{2 \pi}\right)^2}{C} \quad [10]$$

Donde:

L = Longitud de cadena expresada en pasos

C = Distancia entre ejes expresada en pasos

N = Número de dientes de catalina

n = Número de dientes del piñón

$$L = 2 (2.09) + \frac{78+12}{2} + \frac{\left(\frac{78-12}{2 \pi}\right)^2}{23.09}$$

$$L = 46.18 + 45 + 4.78$$

$$L = 95.96 \text{ pasos} \times 9.525 \text{ mm}$$

$$L = 914 \text{ mm} = 91.4 \text{ cm}$$

- Con la información calculada se determina que se necesita una cadena de transmisión de paso 3/8" de longitud 35.98 " con 108 eslabones.

4.2.2. DISEÑO DEL EJE POSTERIOR DE TRANSMISIÓN

Para la selección de un diámetro y espesor adecuado para el eje de transmisión es necesario el punto de partida con base al reglamento técnico que menciona: "Árbol, eje de transmisión. El árbol trasero (eje) debe tener un diámetro externo máximo de 50mm y un espesor de la pared mínimo de 1.9mm, valores especificados en el manual de la CIK/FIA, en todos los

puntos. El espesor del árbol trasero en todos los puntos en absoluto debe de ser el mínimo” (CIK/FIA, 2016).

Los diámetros y sus equivalencias están establecidos en la tabla 7.

Tabla 7. Equivalencia de espesor/diámetros externos

Max. diámetro exterior (mm)	Min. espesor (mm)
50	1.9
49	2.0
48	2.0
47	2.1
46	2.2
45	2.3
44	2.4
43	2.5
42	2.6
41	2.8
40	2.9
39	3.1
38	3.2
37	3.4
36	3.6
35	3.8
34	4.0
33	4.2
32	4.4
31	4.7
30	4.9
29	5.2
28	Sólido
27	Sólido
26	Sólido
25	Sólido

(CIK/FIA, 2016)

Para la selección del método de transmisión de la potencia se debe asegurar en primera instancia el buen diseño del eje o árbol de transmisión posterior, el cual será el encargado de transmitir la potencia y torque brindada por el motor hacia las ruedas con el menor porcentaje de perdidas posible, por lo que resulta importante el apartado de diseño de este eje en donde influye el torque que debe soportar para que pueda romper el momento de inercia de todo el conjunto del kart, siendo el siguiente calculo:

$$T = F_{emp} \times r_{neu} \quad [11]$$

Donde:

T = Torque Requerido

r_{neu} = Radio del Neumático

$$T = 957.6 \text{ N} \times 0.140 \text{ m}$$

$$T = 134.06 \text{ Nm}$$

El resultado obtenido es el torque mínimo que necesita soportar el eje de transmisión posterior y está dado por el siguiente análisis:

Para alcanzar una velocidad de 100 Km/h (27.8 m/s), el eje de transmisión debe de girar con una velocidad de:

$$\omega_2 = \frac{v}{r} \quad [12]$$

Dónde:

ω : velocidad de giro

v: velocidad lineal

r: radio de neumático

$$\omega_2 = \frac{27.8 \text{ m/s}}{0.236 \text{ m}}$$

$$\omega_2 = 117.80 \text{ rad/s}$$

$$\text{Frecuencia de giro} = 1124.91 \text{ rpm}$$

A continuación se indica el diagrama del modelo en 3D en el cual se aplica las cargas que se generan sobre el eje posterior del go kart en la figura 23.

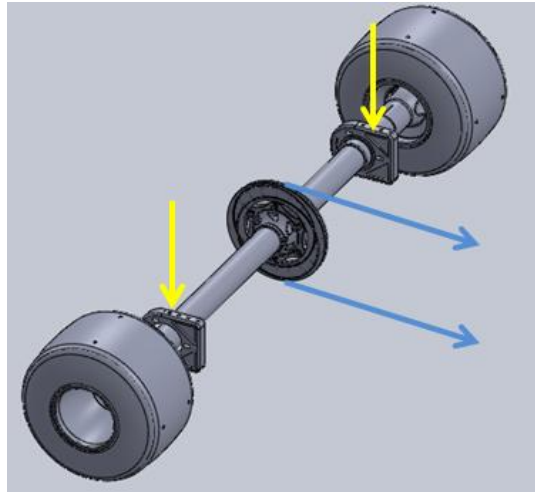


Figura 23. Diseño del eje posterior de transmisión

Las reacciones que se generan por las cargas aplicadas al eje se indican en la figura 24.

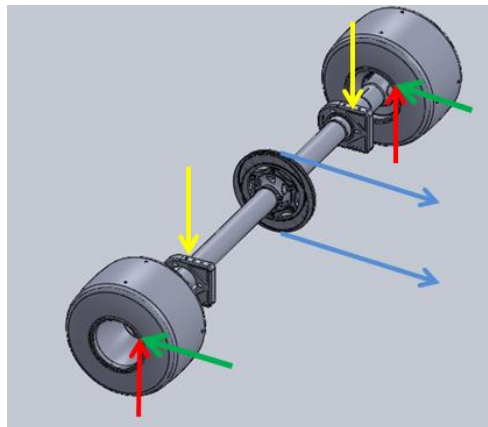


Figura 24. Reacciones generadas por cargas aplicadas sobre el eje

A continuación para efectuar los cálculos necesarios para analizar el estudio del eje se lo efectuara desde dos planos XZ y XY, en donde se aplican las fuerzas respectivamente generando las reacciones.

4.2.2.1. Análisis de cargas y reacciones en plano XZ

Para seguir con cálculos de diseño es necesario segmentar el estudio por planos para poder analizar correctamente todas las fuerzas y reacciones que se producen en cada uno de los planos.

1) Diagrama de cuerpo libre: en 3D ver figura 25, y en plano XZ ver figura 26.

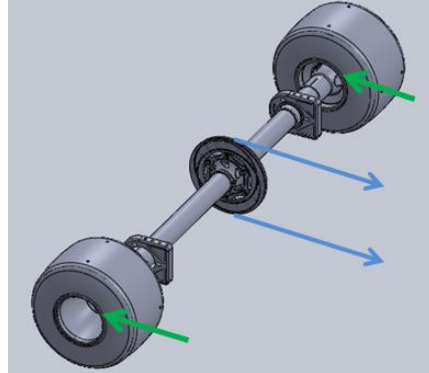


Figura 25. Diagrama 3D de cargas y reacciones en el plano XZ sobre el eje

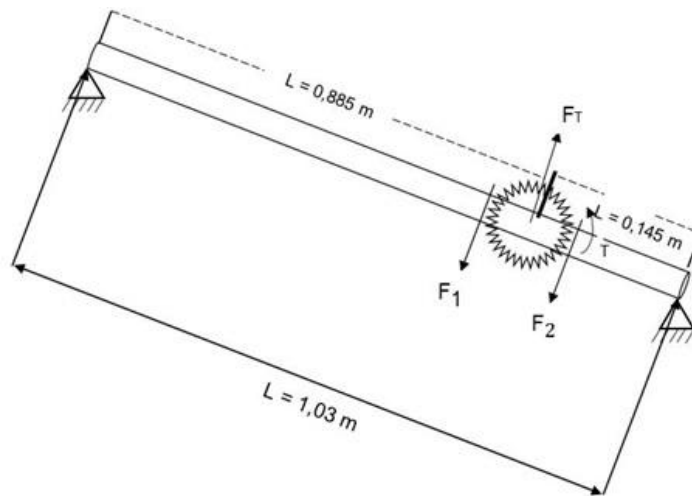


Figura 26. Diagrama de cargas y reacciones en plano XZ del eje

Para poder dimensionar el problema de una manera real se realiza gráficos que demuestren las dimensiones reales para temas de cálculos, como se muestra en la figura 27.

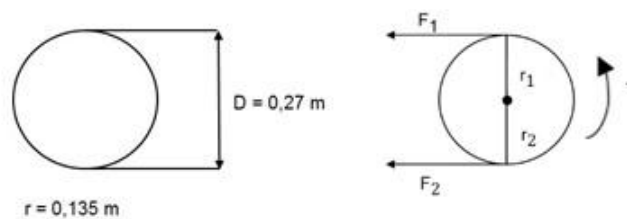


Figura 27. Gráficas de diámetro de rueda y fuerzas en catalina

$$T = 129.28 \text{ N m}$$

Suponer que: $F_1 = 2 \times F_2$

Decir que: $r_1 = r_2 = r$

Entonces:

$$T = F_1 \times r_1 - F_2 \times r_2 \quad \text{Como: } r_1 = r_2 = r \quad \text{reemplazar}$$

$$T = F_1 \times r - F_2 \times r$$

$$T = r \times (F_1 - F_2)$$

$$\frac{T}{r} = F_1 - F_2 \quad \text{Se tiene que: } F_1 = 2 \times F_2 \quad \text{entonces reemplazar}$$

$$\frac{T}{r} = 2 F_2 - F_2$$

Finalmente se obtiene que: $F_2 = \frac{T}{r}$

Proceder a realizar los cálculos:

$$F_2 = \frac{129.28 \text{ Nm}}{0.135\text{m}}$$

Se obtiene que: $F_2 = 957.63 \text{ N}$

Como $F_1 = 2 \times F_2$ entonces $F_1 = 2 \times 957.63 \text{ N}$

$$F_1 = 1915.26 \text{ N}$$

Se tiene que: $F_T = F_1 + F_2$ entonces:

$$F_T = 1915.26 \text{ N} + 957.63 \text{ N}$$

$$F_T = 2872.89 \text{ N}$$

Como resultado de la fuerza resultante total en la catalina se la gráfica en el diagrama que se muestra en la figura 28.

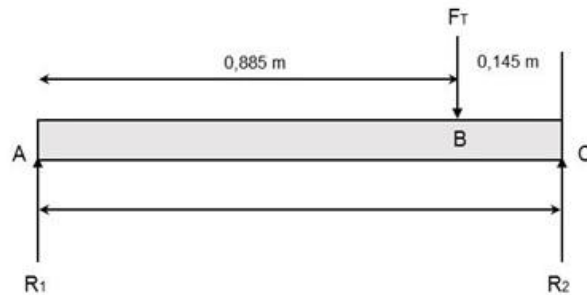


Figura 28. Diagrama con fuerza total aplicada al eje

R_1 y R_2

$$\sum F_y = 0 \text{ (+)}\uparrow$$

$$R_1 - F_T + R_2 = 0 \text{ despejar } R_1$$

Despejar R_2

Se obtiene que:

$$R_1 = F_T - R_2$$

$$\sum M_A = 0 \text{ (+)}\uparrow$$

$$- L_1 \times F_T + L_2 \times R_2 = 0$$

Se obtiene que:

$$R_2 = \frac{L_1 \times F_T}{L_2}$$

De los cálculos anteriores se obtuvo que: $F_T = 2875.89 \text{ N}$ y según datos se tiene que $L_1 = 0.885 \text{ m}$ y $L_2 = 1.03 \text{ m}$

Entonces reemplazar en R_2

$$R_2 = \frac{0.885 \text{ m} \times 2875.89 \text{ N}}{1.03 \text{ m}}$$

$$R_2 = 2468.45 \text{ N}$$

Reemplazar R_2 en R_1 y se tiene lo siguiente:

$$R_1 = 2875.89 \text{ N} - 2468.45 \text{ N}$$

$$R_1 = 404.44 \text{ N}$$

2) Cálculos para la fuerza cortante $V_{(x)}$ y el momento flector $M_{(x)}$. Ver figura 29.

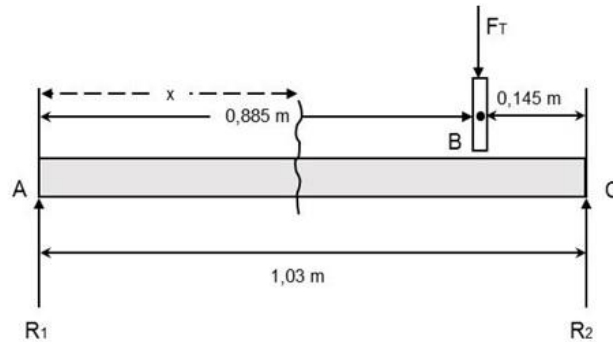


Figura 29. Diagrama de fuerza cortante y momento flector

Para el análisis de fuerzas cortantes y momentos flectores se realiza cortes.

- **Para esfuerzo cortante:**

Tramo AB'. Ver figura 30.

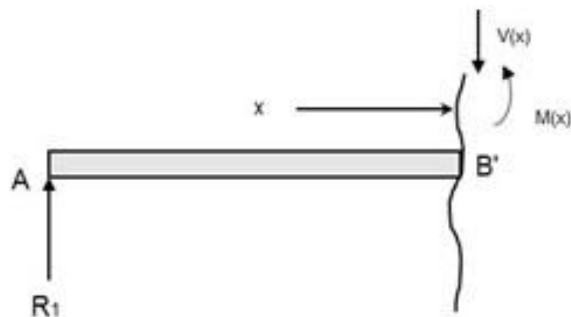


Figura 30. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo AB'

$$\sum F_y = 0 \quad (+)\uparrow$$

$$R_1 - V_{(x)} = 0$$

$$R_1 = V_{(x)}$$

$$V_{(x)} = 404.44 \text{ N} \quad \text{Para el tramo AB'}$$

Fuerza cortante dentro del rango $0 < x < 0.885$

Tramo AC'. Ver figura 31.

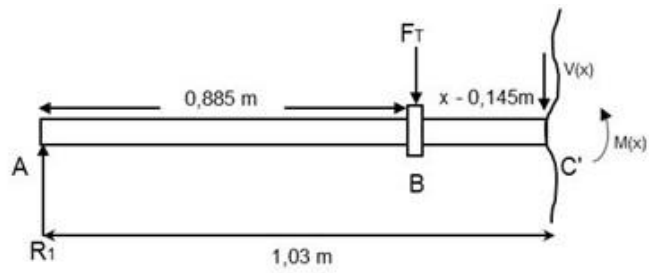


Figura 31. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo AC'

$$\sum F_y = 0 \quad (+)\uparrow$$

$$R_1 - F_T - V_{(x)} = 0$$

Despejar $V_{(x)}$

$$V_{(x)} = R_1 - F_T$$

$$V_{(x)} = 404.44 \text{ N} - 2872.89 \text{ N}$$

$$V_{(x)} = -2468.45 \text{ N} \quad \text{Para el tramo AC'}$$

Fuerza cortante dentro del rango $0 < x < 1.03$

Con los datos obtenidos se grafica el diagrama de esfuerzo cortante como se muestra en la figura 32.

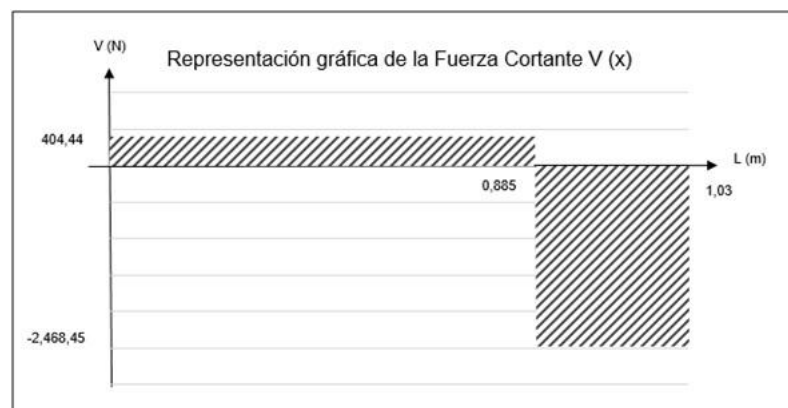


Figura 32. Diagrama de esfuerzo cortante

- **Para Momento Flector**

Tramo AB'

$$\sum M_{B'} = 0 \text{ (+)}\uparrow$$

$$-x \cdot R_1 + M = 0$$

$$M_{(x)} = R_1(x)$$

Momento flector dentro del rango $0 < x < 0.885$

Si $x = 0$ m, entonces $M_{(x)} = 0$ (Nm)

Si $x = 0.885$ m

$$M_{(x)} = 404.44 \text{ N} \times 0.885 \text{ m}$$

$$M_{(x)} = 357.96 \text{ Nm}$$

Tramo AC'

$$\sum M_{C'} = 0 \text{ (+)}\uparrow$$

$$-R_{1x} + (x - 0.885 \text{ m}) \cdot F_T + M_{(x)} = 0$$

$$M_{(x)} = R_{1x} - (F_T \cdot x) + [(0.885 \text{ m}) \cdot F_T]$$

Si $x = 0.885$ m

$$M_{(x)} = 404.44 \text{ N} \times (0.885 \text{ m}) - (2872.89 \text{ N} \times 0.885 \text{ m}) + (2872.89 \text{ N} \times 0.885 \text{ m})$$

$$M_{(x)} = 357.93 \text{ Nm}$$

Si $x = 1.03$ m

$$M_{(x)} = 404.44 \text{ N} \times (1.03 \text{ m}) - (2872.89 \text{ N} \times 1.03 \text{ m}) + (2872.89 \text{ N} \times 0.885 \text{ m})$$

$$M_{(x)} = 416.57 \text{ Nm} - 2959.07 \text{ Nm} + 2542.50 \text{ Nm}$$

$$M_{(x)} = 0 \text{ Nm}$$

Con los datos obtenidos se grafica el diagrama de momento flector como se muestra en la figura 33.

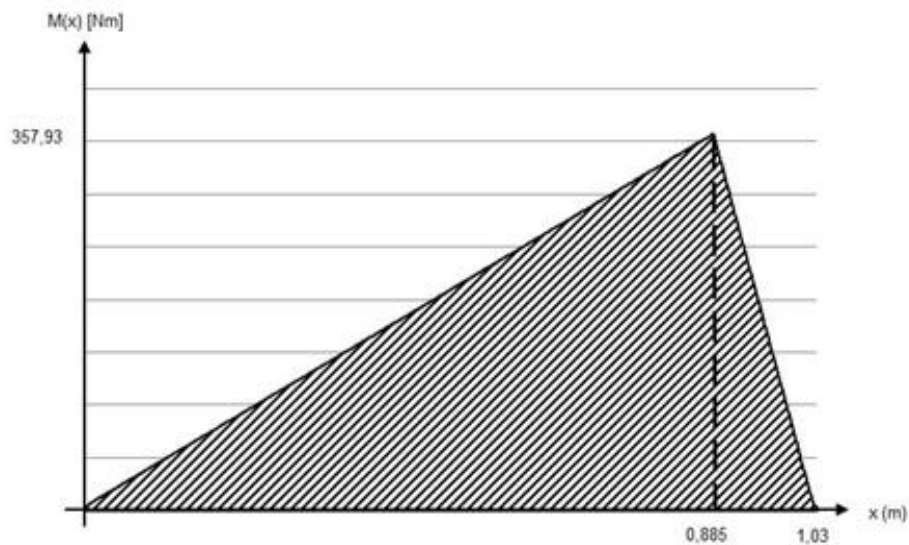


Figura 33. Diagrama de momento flector

4.2.2.2. Análisis de cargas y reacciones en plano XY

Para el análisis de cargas se lo hace en el plano XY en donde se ve influenciado por el peso del chasis en sus dos rodamientos como se observa en las gráficas.

1) Diagrama de cuerpo libre: en 3D ver figura 34, y en plano XY ver figura 35.

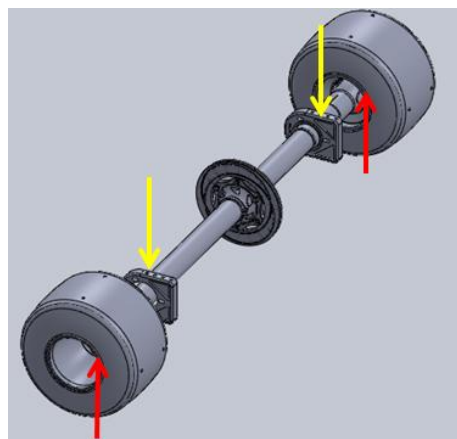


Figura 34. Diagrama 3D de cargas y reacciones en el plano XY sobre el eje

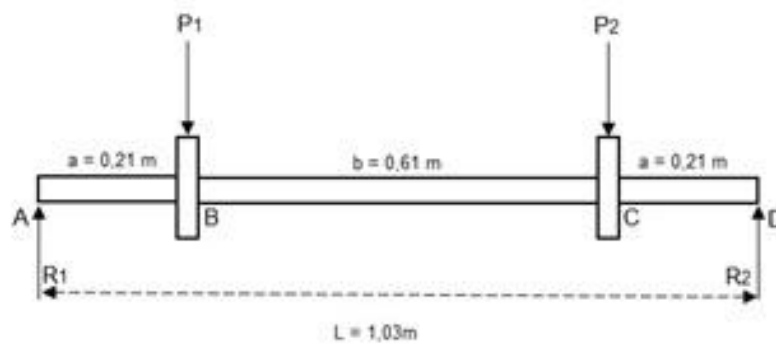


Figura 35. Diagrama de cargas y reacciones en plano XY del eje

$$\text{Peso}_T = 1596 \text{ N}$$

Suponer que: $P_1 = P_2 = 399 \text{ N}$; Debido a que el peso total del kart se encuentra distribuido en las 4 ruedas del kart

$$\sum F_y = 0 \quad (+)\uparrow$$

$$R_1 - P_1 - P_2 + R_2 = 0, \text{ como } P_1 = P_2$$

Se tiene la siguiente ecuación:

$$R_1 - 2P_1 + R_2 = 0$$

Despejar R_1

$$R_1 = 2P_1 - R_2$$

Reemplazar valores

$$R_1 = 2 \times (399 \text{ N}) - R_2$$

$$R_1 = 798 \text{ N} - R_2$$

$$\sum M_A = 0 \quad (+)\uparrow$$

$$-P_1 \times a - (a+b) \times P_2 + L \times R_2 = 0 \quad \text{Despejar } R_2$$

$$R_2 = \frac{P_1 \times a + (a+b) \times P_2}{L}$$

Reemplazar valores:

$$R_2 = \frac{(399 \text{ N})(0.21 \text{ m}) + (0.21 \text{ m} + 0.61 \text{ m})(399 \text{ N})}{1.03 \text{ m}}$$

$$R_2 = \frac{83.79 \text{ Nm} + 327.18 \text{ Nm}}{1.03 \text{ m}}$$

$$R_2 = 399 \text{ N} \quad \text{Como se tuvo anteriormente que } R_1 = 798 \text{ N} - R_2$$

Proceder a reemplazar

$$R_1 = 798 \text{ N} - 399 \text{ N}$$

$$R_1 = 399 \text{ N}$$

2) Cálculos para la fuerza cortante $V_{(x)}$ y el momento flector $M_{(x)}$. Ver figura 36.

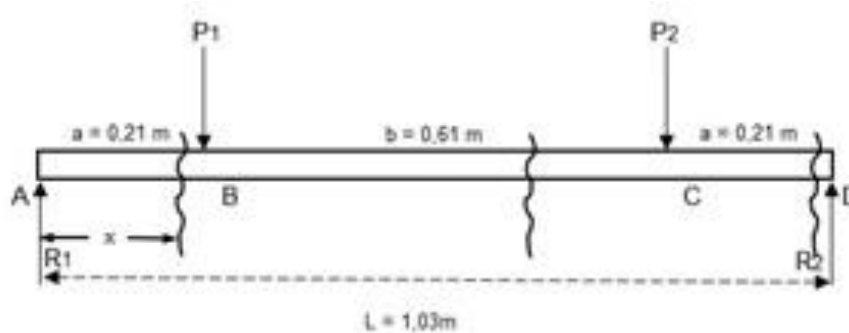


Figura 36. Diagrama de fuerza cortante y momento flector

Para el análisis de fuerzas cortantes y momentos flectores se realiza cortes. Tramo AB'. Ver figura 37.

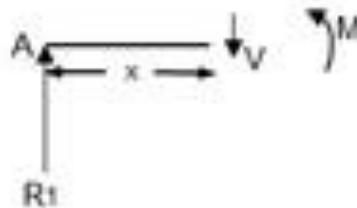


Figura 37. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo AB'

$$\sum F_y = 0 (+) \uparrow$$

$$R_1 - V = 0$$

$$\text{Entonces } R_1 = V = 399 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0 (+) \uparrow$$

$$R_1 \cdot x - M = 0$$

$$M = R_1 \cdot x \quad \text{Reemplazar valores}$$

$$M = 399 \text{ N} \cdot x$$

Momento flector dentro del rango $0 < x < a$

Si $x = 0 \text{ m}$, entonces $M_{(x)} = 0 \text{ (Nm)}$

Si $x = 0.21 \text{ m}$ entonces $M_{(x)} = 399 \text{ N} \times 0.21 \text{ m}$

$$M_{(x)} = 83.79 \text{ Nm}$$

Tramo BC'. Ver figura 38.

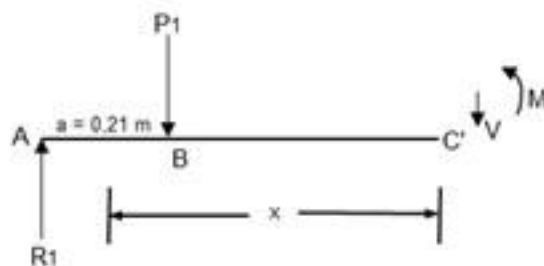


Figura 38. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo BC'

$$\sum F_y = 0 (+) \uparrow$$

$$R_1 - P_1 - V = 0 \quad \text{Despejar } V$$

$$V = R_1 - P_1 \text{ Reemplazamos valores}$$

$$V = 399 \text{ N} - 399 \text{ N}$$

$$V = 0 \text{ N}$$

$$\sum M_{C'} = 0 (+) \uparrow$$

$$- R_1 \cdot x + (x-a) \cdot P_1 + M = 0 \text{ Despejar } M$$

$$M = R_1 \cdot x - (x-a) \cdot P_1 \text{ Reemplazar valores}$$

$$M = 399 \text{ N} \cdot x - (x - 0.21 \text{ m}) \cdot 399 \text{ N}$$

Momento flector dentro del rango $a < x < (a + b)$

$$\text{Si } x = 0.21 \text{ m, Entonces } M_{(x)} = (399 \text{ N} \times 0.21 \text{ m}) - (0.21 \text{ m} - 0.21 \text{ m}) \times 399 \text{ N}$$

$$M_{(x)} = 83.79 \text{ Nm}$$

$$\text{Si } x = 0.82 \text{ m, Entonces } M_{(x)} = (399 \text{ N} \times 0.82 \text{ m}) - (0.82 \text{ m} - 0.21 \text{ m}) \times 399 \text{ N}$$

$$M_{(x)} = 327.18 \text{ Nm} - 243.39 \text{ Nm}$$

$$M_{(x)} = 83.79 \text{ Nm}$$

Tramo CD'. Ver figura 39.

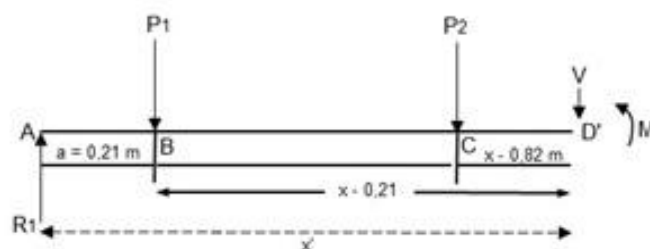


Figura 39. Análisis de Fuerza cortante y momento flector en tramo CD'

$$\sum F_y = 0 (+) \uparrow$$

$$R_1 - P_1 - P_2 - V = 0 \text{ Despejar } V$$

$$V = P_1 + P_2 - R_1 \text{ Reemplazar valores}$$

$$V = 798 \text{ N} - 399 \text{ N}$$

$$V = 399 \text{ N}$$

$$\sum M_c = 0 (+) \uparrow$$

$$- R_1 \cdot x - (x - a) \cdot P_1 + [x - (a + b)] \cdot P_2 + M = 0 \text{ Despejar } M$$

$$M = R_1 \cdot x + (x - a) \cdot P_1 - [x - (a + b)] \cdot P_2$$

Momento flector dentro del rango $0.82 \text{ m} < x < 1.03 \text{ m}$

Si $x = 0.82 \text{ m}$, Entonces

$$M = (399 \text{ N} \times 0.82 \text{ m}) - (1.03 \text{ m}) \times 399 \text{ N} - [0.82 \text{ m} - 0.82 \text{ m}] \times 399 \text{ N}$$

$$M_{(x)} = 83.79 \text{ Nm}$$

Si $x = 1.03 \text{ m}$, Entonces $M = R_1 \cdot x + (x - a) \cdot P_1 - [x - (a + b)] \cdot P_2$

$$M = (399 \text{ N} \times 1.03 \text{ m}) - (1.03 \text{ m} - 0.21 \text{ m}) \times 399 \text{ N} - [1.03 \text{ m} - 0.82 \text{ m}] \times 399 \text{ N}$$

$$M_{(x)} = 0 \text{ Nm}$$

Con los datos obtenidos se traza las gráficas de esfuerzo cortante y momento flector en la figura 40 y figura 41.

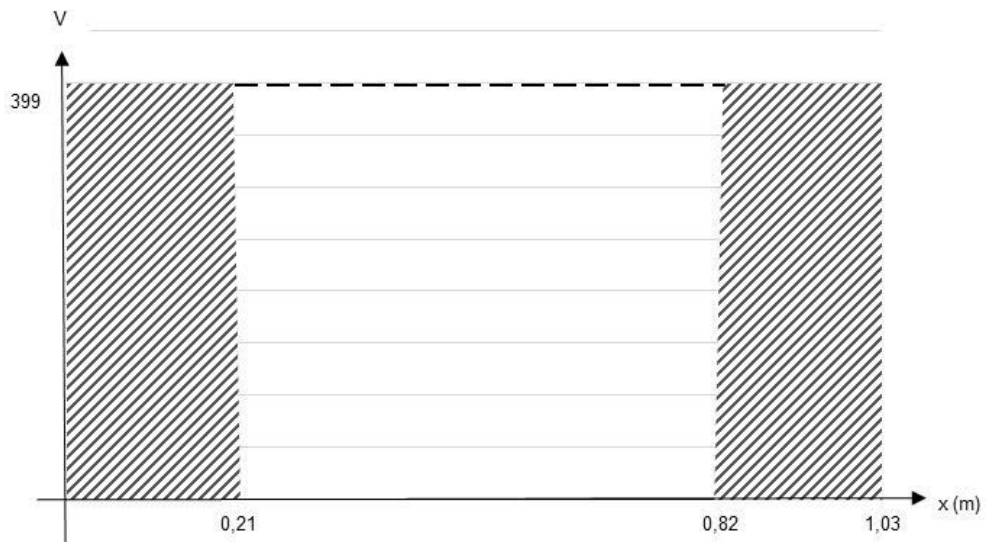


Figura 40. Diagrama de esfuerzo cortante

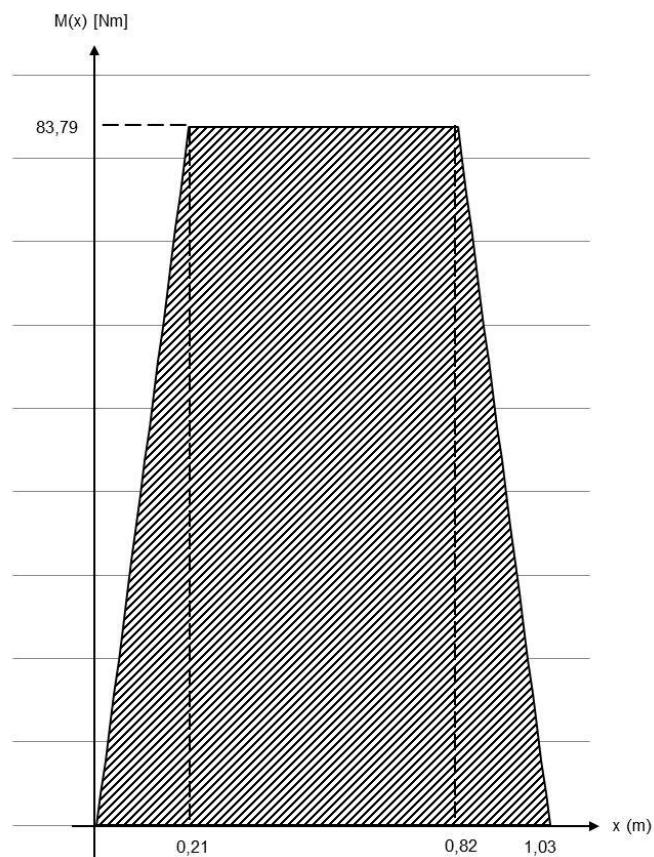


Figura 41. Diagrama de momento flector

Con los datos obtenidos en los planos XY y XZ se toma los valores de momentos flectores obtenidos para calcular el momento flector máximo a través del teorema de Pitágoras para determinar el esfuerzo de flexión.

$$M_{T_1} = \sqrt{84.93^2 + 83.79^2} = 119.31 \text{ Nm}$$

$$M_{T_2} = \sqrt{83.79^2 + 331.64^2} = 342.06 \text{ Nm}$$

$$M_{T_3} = \sqrt{57.85^2 + 357.93^2} = 362.57 \text{ Nm}$$

De los valores de momentos máximos calculados se define que el momento máximo a ser empleado es el M_{T_3} por lo tanto para cálculo de esfuerzo de flexión queda determinado de la siguiente manera, ver figura 42:

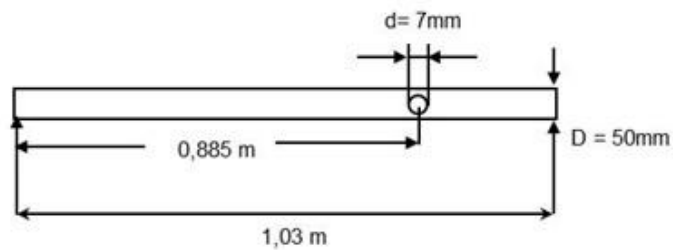


Figura 42. Análisis de esfuerzo de flexión

$$d = 7 \text{ mm} = 0.007 \text{ m}$$

$$D = 50 \text{ mm} = 0.05 \text{ m}$$

4.2.2.3. Esfuerzo de flexión

A continuación como se muestra en la figura 43.

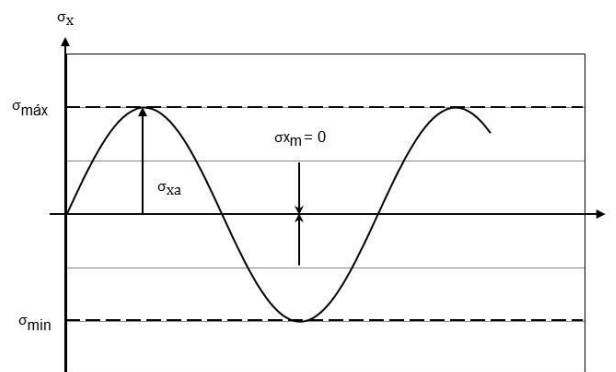


Figura 43. Diagrama de esfuerzo de flexión

σ_{xa} = Esfuerzo de amplitud

σ_{xm} = Esfuerzo medio

$$\sigma = \frac{M_{\text{máx}}}{\frac{\pi \times D^3}{32} \times \frac{d \times D^2}{6}} \quad [13]$$

$$\sigma = \frac{362.57 \text{ Nm}}{\frac{\pi \times (0.05 \text{ m})^3}{32} \times \frac{(0.07) \times (0.05 \text{ m})^2}{6}}$$

$$\sigma = \frac{362.57 \text{ Nm}}{1.23 \times 10^{-5} \text{ m}^3 - 2.92 \times 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\sigma = \frac{362.57 \text{ Nm}}{9.38 \times 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$\sigma = 38.653 \text{ [MPa]}$

4.2.2.4. Esfuerzo de torsión

A continuación como se muestra en la figura 44.

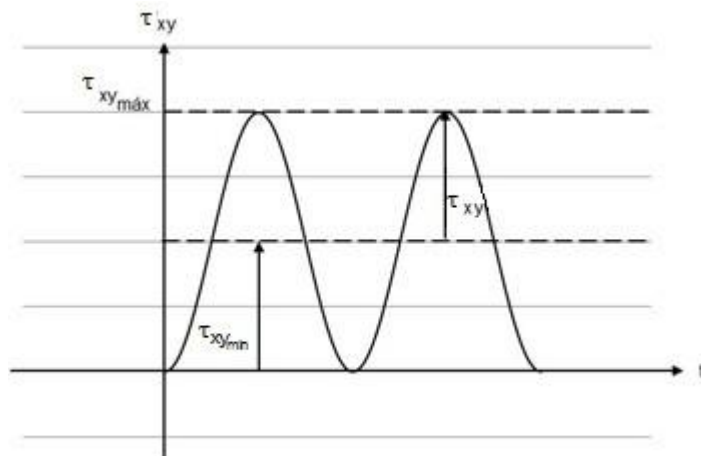


Figura 44. Diagrama de esfuerzo de torsión

τ_{xy_m} = Esfuerzo medio cortante

$$\tau_{xy_m} = \frac{T}{2} = 2.992 \text{ [MPa]}$$

$$\tau_{xy_a} = \frac{T}{2} = 2.992 \text{ [MPa]}$$

$$\tau_{xy_{\max}} = \frac{T}{\frac{\pi \times D^3}{16} \times \frac{d \times D^2}{6}} \quad [14]$$

$$\tau_{xy_{\max}} = \frac{129.28 \text{ Nm}}{\frac{\pi(0,05\text{m})^3}{16} \frac{(0,007\text{m})(0,05\text{m})^2}{6}}$$

$$\tau_{xy_{\max}} = \frac{129.28 \text{ Nm}}{2.45 \times 10^{-5} \text{ m}^3 - 2.92 \times 10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\tau_{xy_{\max}} = \frac{129.28 \text{ Nm}}{2.16 \times 10^{-5} \text{ m}^3}$$

$$\tau_{xy_{\max}} = 5.985 \text{ [MPa]}$$

4.2.2.5. Cálculo de factores que alteran la resistencia

$$S_e = S_e' \cdot k_a \cdot k_b \cdot k_c \cdot k_d \cdot k_e \cdot k_f \quad [15]$$

$S_e' = 0.5 S_{ut}$ → de Acero ASTM A36 Ver anexo 7.

$S_e' = 0.5 \times 400 \text{ MPa}$

$S_e' = 200 \text{ MPa}$

Factores a establecer ver en el anexo 6.

$$k_a = a S_{ut}^b \quad [16]$$

$$k_a = 4.51 \text{ MPa} (400 \text{ MPa})^{-0.265}$$

$$k_a = 0.92$$

$$k_b = 1.24 d^{-0.107} \quad [17]$$

$$k_b = 1.24 (50)^{-0.107}$$

$$k_b = 0.82$$

$$k_c = 1 \rightarrow \text{Por Flexión y Torsión}$$

$$k_d = 1$$

$$k_e = 1 \rightarrow \frac{S_e}{S_{ut}} = 0,5 \quad [18]$$

$$k_f = 1$$

$$S_e = 200 \text{ MPa} \times 0.92 \times 0.82 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1$$

$$S_e = 150.88 \text{ MPa}$$

4.2.2.6. Análisis de falla con factor de seguridad

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma_{x_a}^2 + 3\tau_{xy_a}^2} \quad [19]$$

$$\sigma_a = \sqrt{(38.158 \text{ MPa})^2 + 3 \times (2.992 \text{ MPa})^2}$$

$$\sigma_a = \sqrt{1456.03 \text{ MPa}^2 + 26.86 \text{ MPa}^2}$$

$$\sigma_a = \sqrt{1482.89 \text{ MPa}^2}$$

$$\sigma_a = 38.51 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = \sqrt{\sigma_{x_m}^2 + 3T_{xy_m}^2} \quad [20]$$

$$\sigma_m = \sqrt{3 \times (2.992 \text{ MPa})^2}$$

$$\sigma_m = \sqrt{26.86 \text{ MPa}^2}$$

$$\sigma_m = 5.18 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{\eta} \quad [21]$$

$$\eta = \frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}}$$

$$\eta = \frac{1}{\frac{38.51}{150.88} + \frac{5.18}{400}}$$

$$\eta = \frac{1}{0.26 - 0.01}$$

$$\eta = \frac{1}{0.27}$$

$\eta = 3.70 \rightarrow$ Si $\eta > 1 \equiv$ Es seguro el diseño del eje no fallara

Con los datos obtenidos se procede a realizar una simulación virtual que nos ayudará a presenciar desde un punto de vista más real en que parte se ve afectado el eje por los esfuerzos y cargas. Ver figura 45:

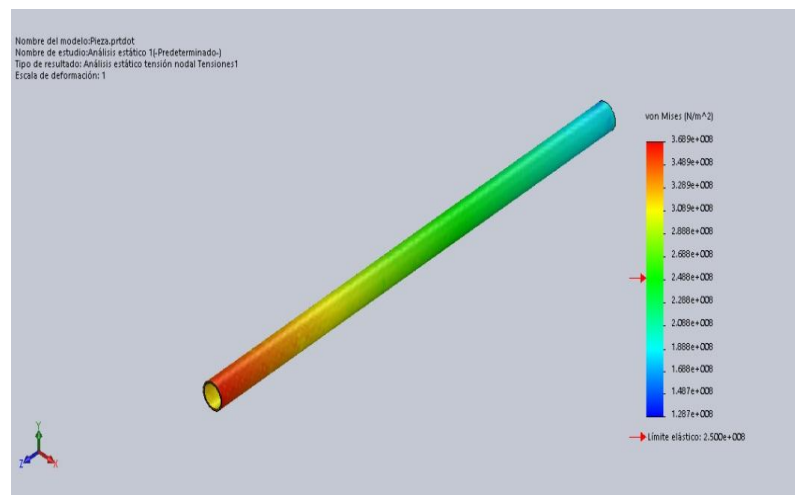


Figura 45. Simulación de esfuerzos y cargas en SolidWorks

4.2.2.7. Selección de rodamientos o cojinetes

Para la selección de los rodamientos adecuados para el eje de transmisión es importante considerar que se debe realizar cálculos con información que el diseñador requiera y basados a la capacidad de carga elegir el rodamiento más adecuado que soporte dicha carga.

$$C_R = Fe \cdot \eta \left[\frac{L_D \cdot n_D \cdot 60}{L_R \cdot n_R \cdot 60} \right]^{\frac{1}{a}} \quad [22]$$

Donde:

C_R = Capacidad de carga

a = Se toma el valor de 3 por elegir rodamientos de bolas

Se determina la vida del cojinete con un factor $L_{10} = 1 \times 10^6$ revoluciones en reemplazo de $L_R \cdot n_R \cdot 60$

$$C_R = Fe \cdot \eta \left[\frac{L_D \cdot n_D \cdot 60}{10^6} \right]^{\frac{1}{a}}$$

Donde:

n_D = Valor tomado de frecuencia de giro del eje = 1124.91 rpm

η = Factor de seguridad estimo de 1.5

Suposición del diseño $L_D = 5000$ horas (valor que se desea de vida útil)

$$C_R = 399 \text{ N} \times 1.5 \left[\frac{5000 \times 1124.91 \times 60}{10^6} \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$C_R = 20197.76 \text{ N} \leftrightarrow 20.197 \text{ KN}$$

- Con el valor de la capacidad de carga C_R de 20.197 KN y con el diámetro externo del eje que es de 50 mm se selecciona los cojinetes para los ejes basados en tablas de fabricantes que cumplan con las características calculadas.

4.3 MONTAJE DE MOTOR Y TRANSMISIÓN

Concluida la etapa de diseño y selección de componentes se procede al ensamblaje en el chasis del kart, para este apartado es importante tener en cuenta ciertos parámetros que influirán en el desempeño del go kart:

- Centrar masas de inercia
- Distancias apropiadas entre ejes de transmisión
- Ajuste correcto de bases del motor

Es importante el punto de centrar perfectamente el motor con el sistema de transmisión, debido a la carencia de templadores o tensores, el conjunto girará libremente y esto puede ocasionar baja eficiencia en caso de no posicionarse correctamente, además de afectar el centro de gravedad al no estar centrados estos componentes.

Para el caso de ensamblaje del motor se adjunta el Anexo V, en donde se especifica los pasos para el armado del motor.

A continuación se montan el motor y el sistema de transmisión como se muestra en la figura 46, figura 47, figura 48 y figura 49, a continuación:



Figura 46. Comprobación de distancia entre ejes



Figura 47. Montaje del eje sobre el chasis



Figura 48. Montaje del motor

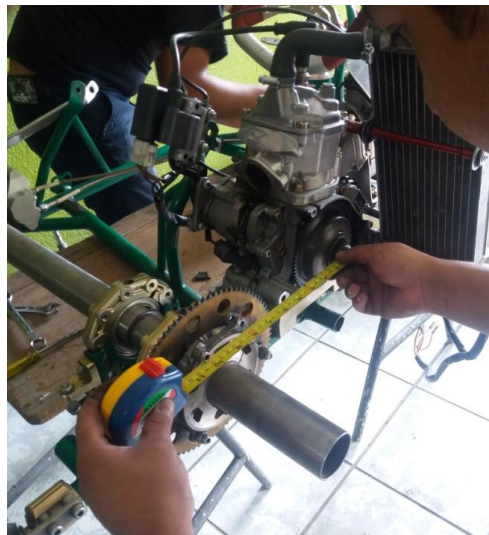


Figura 49. Centrado de piñones de catalina y motor

4.4. AJUSTE DE COMPONENTES

4.4.1. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para poder ajustar y poner a punto el eje de transmisión se deben de verificar algunos puntos importantes que a simple vista pueden parecer insignificantes, pero que a altas velocidades de 100 Km/h pueden afectar seriamente al desempeño del kart e inclusive la seguridad del piloto, por ello considerar los siguientes puntos:

- Alineación paralela del eje respecto al chasis. Ver figura 50.



Figura 50. Paralelismo del eje respecto al chasis

- Asegurado y enclavado al chasis con todos sus pernos de sujeción, para evitar desplazamiento del eje. Ver figura 51.



Figura 51. Sujeción del eje al chasis

- Centrar el eje del piñón del motor con la catalina con el apoyo de una regla para verificar su alineación y proceder a su ajuste. Ver figura 52.



Figura 52. Centrado de ejes

- Ajuste de los pernos de fijación del eje, ver figura 53.



Figura 53. Ajuste de elementos de transmisión

4.4.2. MOTOR

- Dentro del ajuste del motor es de suma importancia en primer lugar asegurar la distancia que abra entre el motor y el eje de la catalina,

ayudados de la guía de un tope entre estos dos componentes, Ver figura 54.



Figura 54. Calibración del tope entre motor y eje

- Comprobación del espacio en chasis para el motor, ver figura 55.



Figura 55. Medidas con relación al motor

- Montaje del motor y centrado con el eje, ver figura 56.



Figura 56. Apoyo del motor al tope de regulación de distancia de ejes

- Ajuste de bases del motor para asegurar su fijación sobre el chasis, ver figura 57.



Figura 57. Ajuste de bases del motor

4.4.3. SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico del kart es de suma importancia ya que sin este sistema el motor no podría arrancar, por lo que en primer lugar se debe instalar la botonera delante del volante, en un lugar donde no pueda tener contacto directo con el agua. Ver figura 58.

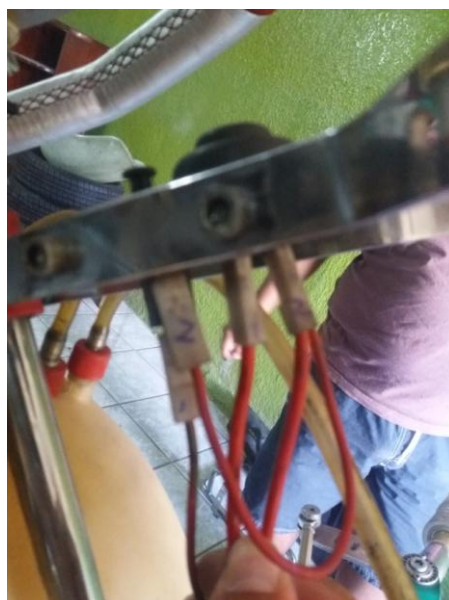


Figura 58. Instalación de botonera de encendido

- Basados en el manual de armado del motor del anexo V, se debe de colocar el arnés eléctrico conectado a la bobina del motor para poder encender la mezcla aire-combustible. Ver figura 59.



Figura 59. Conectado de arnés eléctrico al motor

- Asegurar los bornes de la batería antes de montarla en el chasis. Ver figura 60.



Figura 60. Fijación de bornes de batería

- Aseguramiento del arnés al chasis para evitar que el cableado entre en contacto con el asfalto durante el recorrido. Ver figura 61.



Figura 61. Fijación del arnés eléctrico al chasis

4.5 PRUEBAS EN PISTA

Para tema de comprobación de funcionamiento y desempeño del kart se lo realizo mediante pruebas de funcionamiento en la pista del kartódromo GO-KARTS ALQUILER, ver figura 62, ubicada en el sector del redondel del colibrí, para poder verificar eficiencia y posibles ajustes necesarios dando los siguientes resultados:

Recorrido de pista: 1500 m.

Tanque de combustible: Contenido 1 galón de gasolina Súper

Rendimiento en pista: 60 vueltas

Velocidad aproximada: $50 \frac{\text{Km}}{\text{h}}$

Tiempos de recorrido y promedio se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Tiempo de recorrido por vuelta

Nº de vuelta	Tiempos
1	35.27 s
2	35.35 s
3	36.68 s
4	40.00 s
5	34.88 s
Promedio	36.43 s

4.5.1. OBSERVACIONES

- El motor respondió adecuadamente frente a las exigencias de altas y bajas revoluciones.
- Presenta un buen desempeño elástico en cuanto a recuperación de velocidad tras la salida de una curva.
- El sistema de arranque responde inmediatamente frente al apagado del motor, consiguiendo con eso una pronta respuesta frente a los apagones accidentales del motor. Ver figura 63.
- El eje posterior de la transmisión se desempeñó en perfectas condiciones sin ningún tipo de fricción o atranque en lo concerniente a rodamientos.



Figura 62. Circuito de prueba para el prototipo de go kart



Figura 63. Puesta en marcha del prototipo de go kart

4.5.2. CONSIDERACIONES

- Regular el tope máximo del acelerador por lo que puede sobre revolucionar el motor llevándolo al límite crítico, ocasionando pérdida de potencia
- Tener cuidado con la holgura de la cadena de transmisión pues un exceso podría hacer que la cadena se rompa o empiece a saltar dientes durante su movimiento.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El análisis del Reglamento Técnico de Karting de la CIK / FIA ayudó en gran medida al desarrollo del proyecto, debido a que dio las pautas de diseño y direccionó a las posibles alternativas que se podían tener en cuenta para poder emplearlas en el diseño del prototipo kart.
- Durante la selección de alternativas de motores se presentaron varios inconvenientes técnicos en cuanto a similitud en características técnicas, por lo que fue importante basar el análisis de selección en cuanto a horas de uso y reparaciones además de costos, debido a que la gran mayoría de motores por ser homologados para karting presentaban similares condiciones de desempeño por ende por el lado de potencia y torque no se pudo seleccionar con facilidad una alternativa.
- Dentro del proceso de diseño de las partes que se emplearon en el prototipo, se optó por tomar fórmulas relativamente simplificadas pero prácticas que ayudaron con la obtención de datos técnicos importantes al momento de emplearlos en elementos y componentes reales seleccionados para montarlos en el prototipo.
- En el proceso de construcción y montaje del sistema de transmisión y motor fue fundamental el cálculo de relación de transmisión, puesto a que este dato técnico fue de importante relevancia para que el kart pudiera desarrollar altas velocidades y aceleración en pista.
- Las pruebas en pista fueron de vital importancia tanto para comprobar el perfecto funcionamiento de lo construido y diseñado, pero también para poder realizar ajustes para obtener el mayor rendimiento posible, dentro del motor se reguló la alimentación de combustible para mejorar el desarrollo de potencia en altas y bajas rpm.

5.2 RECOMENDACIONES

- Implementar el Reglamento Técnico de Karting para futuras mejoras dentro del prototipo del kart, ya que año tras año las CIK / FIA modifica las regulaciones técnicas, por lo que es recomendable actualizar los componentes con la normativa vigente para obtener mejores prestaciones y seguir bajo la normativa para competiciones oficiales.
- Estudiar el mercado de motores disponibles en nuestro medio y realizar una comparativa más detallada y específica en cuanto a requerimientos especiales que busquemos para prestaciones destacadas para desarrollar mejor potencia en el kart, por ejemplo control electrónico o válvulas inteligentes, etc., todo esto apuntando a categorías más profesionales de karting.
- Diseñar partes experimentales y probarlas en pista para medir su rendimiento y calificar su eficiencia para competencia y buscar ventajas en desarrollo y prestaciones que ayuden a mejorar tiempos de carrera.
- Experimentar con diferentes relaciones de transmisión para poder obtener desempeños distintos en pista dependiendo las condiciones del trazado del circuito de competencia, porque recordemos en algunos casos la velocidad no es fundamental sino la aceleración con la que responda el kart frente a curvas demasiado cerradas o abiertas.
- Continuar con el estudio de posibles alternativas de motores que puedan brindar mejores prestaciones y conseguir mejores rendimientos en pistas para ganar segundos de diferencia valiosos en competencias, además de experimentar pequeñas variaciones en los sistemas para poder buscar pequeñas ganancias que se traduzcan en mili-segundos de ventaja, que en carrera marcan la diferencia entre triunfo y fracaso.

NOMENCLATURA O GLOSARIO

CIK	Comisión Internacional de Karting
FIA	Federación Internacional de Automovilismo
ASTM	American Society For Testing And Materials
F_e	Fuerza de empuje
w_T	Peso total del kart con su piloto
T	Torque requerido
r	Radio del neumático
V	Volumen engendrado
d	Diámetro o taladro
p	Potencia requerida del motor
c	Distancia entre centros
L	Longitud de paso de la cadena
V	Velocidad
L	Carrera del cilindro
n	Número de cilindros
μ	Coefficiente de Rozamiento dinámico Caucho-Pavimento
ω_T	Peso Neto Total del Go Kart
F_{emp}	Fuerza de Empuje

BIBLIOGRAFÍA

- Beer, F. P., Johnston, R. E., Dewolf, J. T., & Mazurek, D. F. (2010). *Mecánica de Materiales* (Quinta edición ed.). México D.F.: Mc Graw Hill.
- BRP - Rotax. (2016). Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <https://www.rotax.com/es/home.html>
- Budynas, R. G., & Nisbett, K. J. (2012). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Canal de ciencias. (2016). Obtenido de www.canaldeciencias.com
- CIK/FIA. (2016). *Reglamento Técnico de Karting*. Ginebra.
- Díaz, F. (2008). *Fundamentos de mecánica de sólidos*. Cuautitlán.
- Fitzgerald, R. W. (2007). *Mecánica de materiales*. México D.F.: Alfaomega.
- Gere, J. M., & Goodno, B. J. (2009). *Mecánica de materiales* (Séptima edición ed.). México D.F.: CENGAGE Learning.
- Hall, A., Holowenko, A., & Laughlin, H. (1970). *Diseño de máquinas*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Hibbeler, R. C. (2011). *Mecánica de materiales* (Octava edición ed.). México D.F.: Pearson.
- Joyrides. (2015). (CIPLEX) Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://www.joyridemotors.com/joy-ride-sting-ray-200cc-race-go-kart.html>
- Karts Francis. (2016). Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://www.kartsfrancis.com/tienda/index.php?osCsid=c8c8f8202527ecffb94fac56d41db3c9>
- KPS - Racing. (2016). Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://www.kpsracing.es/tienda-categoria-700-tillotson>
- Martínez. (s.f.). *Resistencia de materiales*.
- Mecapedia. (2006). Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://www.mecapedia.uji.es/cadena.htm>

- Narváez, L. (2012). *Diseño y construcción de un vehículo go-kart de estructura tubular mediante el empleo de un programa de análisis por elementos finitos*. Latacunga.
- Norton, R. L. (2011). *Diseño de máquinas* (Cuarta edición ed.). México D.F.: Pearson.
- Salazar, F. (2011). *Análisis de un kart de competición y de sus componentes*.
- Slideplayer. (2012). Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://slideplayer.es/slide/2261628/#>
- Villamil, E., & García, M. J. (2003). *Introducción al proyecto de ingeniería*. Buenos Aires.

ANEXOS

ANEXO 1

REGLAMENTO TÉCNICO DE KARTING CIK/FIA

1.2.3 - Engine

1.2.3.1 - Cylinder cubic capacity

V volume engendered in the engine cylinder(s) by the upward or downward movement of the piston(s).

This volume is expressed in cubic centimetres and, for all calculations concerning engine capacity, the number

“pi” will be taken inclusively as 3.1416.

$$V = 0.7854 \times d^2 \times l \times n$$

with: *d* = bore; *l* = stroke; *n* = number of cylinders.

1.2.3.2 - Ducts or passages

Ducts or passages are cylindrical or cylindrical-conical elements allowing the passage of gases whatever the length or position of these elements.

Number of ducts or passages: the number of real ducts or passages is the greatest quantity of cylindrical or cylindrical-conical elements which transmit gases from the pump casing to the top of the piston, as well as those which transmit gases from the outside of the cylinder to the inlet ports, or from the exhaust ports to the outside of the cylinder.

1.2.3.3 - Inlet or exhaust port

A port is composed of the intersection of the periphery of the cylinder and the inlet or exhaust duct. This port is opened or shut by the passage of the piston.

1.2.3.4 - Power valve

By «power valve» is meant any system which can alter by manual, electric, hydraulic or any other means the normal exhaust port timing or the normal flow of exhaust gases at any point between the piston and the final exhaust exit when the engine is running.

1.2.3.5 - Decompression valve

By «decompression valve» is meant a passive mechanical system with the sole aim of limiting engine compression in the engine starting phases. Once the starting phase is finished, the valve must close. It must remain stationary and inactive when the kart is on the track with the engine on. This system may not, under any circumstances or at any time, decrease the volume of the engine's combustion chamber below the minimum authorised value.

1.2.4 - Radiator

This is a specific exchanger which permits the cooling of a liquid with air. Liquid/Air exchanger.

1.2.5 - Fuel tank

Any capacity containing fuel which may flow to the engine.

1.2.6 - Wheel

It is defined by the rim with a pneumatic tyre, for the driving or propulsion of the kart.

ANEXO 2

REGLAMENTO TÉCNICO DE KARTING CIK/FIA

2.16) ENGINE

2.16.1 - General

By engine is meant the propelling unit of the vehicle in running order, including a cylinder block, sump and possible gearbox, ignition system, carburettor(s) and exhaust silencer.

All systems of injection are forbidden. The spraying of products other than fuel is forbidden.

The engine shall not comprise a compressor or any super-charging system. In Superkart, a cooling system by air or liquid is authorised.

OK, OK-Junior, KZ2 and KZ1 engines must be described in the Manufacturer's catalogue and be the subject of a descriptive form called "Homologation Form" from the model established by the CIK-FIA. This Homologation Form shall be stamped and signed by the ASN and the CIK-FIA (see the Homologation Regulations).

Superkart engines must be approved by the CIK-FIA with the Manufacturer's official spare parts catalogue (see the Approval Regulations).

2.16.2 - Scrutineering

A mandatory check will be carried out before Free Practice.

In the CIK-FIA Championships, Cups and Trophies:

In all categories except in Superkart: the chassis, main parts of engines (1/2 lower engine sumps and cylinder) and tyres will be marked at Scrutineering. The karts must be presented in full configuration (assembled chassis + bodywork + extra components), and the engines must be presented separately.

In Superkart, only chassis and 1/2 lower engine sumps will be marked at Scrutineering.

For any used equipment which has been homologated or approved, every Entrant shall be able to submit the relevant Homologation or Approval Forms.

2.16.3 - Cylinders

For unsleeved engines, repairing cylinders is allowed by addition of material but not of parts.

Cylinder head: it is allowed to replace the spark plug thread by a heli-coil.

2.16.4 – Water cooling

Only water (H₂O) is authorised for liquid cooling.

For all categories using water cooling, radiators must be placed above the chassis frame, at a maximum height of 50 cm from the ground, at a maximum distance of 55 cm ahead of the rear wheels axle (or behind the front wheels axis for the Superkart categorie), and they must not interfere with the seat. In Superkart, any radiator placed at the rear must not be located less than 150 mm from the lateral extremities of the kart. All the tubing must be of a material designed to withstand the heat (150°C) and pressure (10 Bar). To control the temperature, it is only allowed to place at the front or at the rear of the radiator a system of masks. This device may be mobile (adjustable), but it must not be detachable when the kart is in motion, and it must not comprise dangerous elements. Mechanical by-pass (thermostat type) systems, including by-pass lines, are allowed.

2.16.5 – Water pump

For both Groups, except in Superkart, OK and OK-Junior, the water pump must be mechanically controlled either by the engine or by the rear wheels axle.

2.16.6 – Carburettors and inlet duct

Any injection system is forbidden. Any spraying of products other than fuel is forbidden.

For all categories without gearboxes, an extra manual mechanical adjustment device working with adjusting screws is allowed (without modifications to the carburettor, if the latter must be homologated).

The inlet duct (mechanical assembly between the homologated inlet silencer and the reed box) must comprise the inlet silencer, the carburettor and the reed box cover, as well as a possible adaptor, spacer and/or gaskets.

No additional component is authorised.

The adaptor (spacer) must have a transversal conical cylinder cross-section, be mechanically attached with tools and present neither any connections fitting together nor parts which overlap each other.

Furthermore, it is forbidden to have any connection resulting in an extra volume (including any groove, hollow space or other such spaces) at the level of the inlet duct.

Carburettors in KZ2 and KZ1 categories for the CIK-FIA Championships, Cups and Trophies in 2016/2017/2018: technical drawing No. 7 appended.

Carburettors in the OK and OK-Junior categories: see Articles 18 and 19.

2.16.7 - Ignition

In all categories except Superkart, the ignition system used must be homologated by the CIK-FIA.

For the KZ1 and KZ2 categories, the ignition system used must be of analogue type and any variable ignition system (system of progressive advance and delay) is forbidden.

For the OK and OK-Junior categories, the ignition must be digital, non programmable, with an integrated rev limiter. No battery must be necessary for its operation.

For ignitions with an external and projecting rotor, a protection system covering the rotating parts must be mounted.

Any electronic system allowing an auto-control of the parameters of functioning of the engine while the kart is in motion is forbidden.

On decision of the Stewards, it will be authorised to interchange Entrants' ignition systems for the system supplied by the CIK or the ASN concerned (same homologated models).

2.16.8 - Spark plug

In all categories except Superkart, the ignition spark plug must be mass-produced and remain strictly original. The spark plug barrel and the electrode insulation (electrodes not included) tightened on the cylinder head must not extend beyond the upper part of the combustion chamber dome (see Appendix No. 7).

ANEXO 3

REGLAMENTO TÉCNICO DE KARTING CIK/FIA

2.21.1.2 - Mixture used in 2-stroke engines

The fuel will be mixed with a CIK-FIA approved 2-stroke lubricant on current sale.

Modification of the basic fuel composition by the addition of any compound is strictly forbidden. This restriction also applies to the lubricant, which must not change the composition of the fuel fraction when added to the fuel. Furthermore, as for the fuel, the lubricant must not contain any nitro-compounds, peroxides or any other engine power boosting additives.

For 2-stroke mixtures, the following fuel measuring tolerances are allowed:

- Density at 15°C: + 0.025g/ml
- Distillation residue: Not controlled

Dielectric test (as measured with the DT15 Ray Godman device): with reference to the dielectric value of the fuel without lubricant, the addition of the lubricant must not increase that value by more than 40 units.

2.21.2 - Lubricant

2.21.2.1 - Lubricant characteristics

The lubricant must in no way contribute to an improvement in fuel performance; therefore, some limitations have been set for the following criteria:

1. Distillation: distilled at 250°C: max 10% according to simulated Distillation (GC).
2. Absence of anti-knock agents (lead, manganese, iron): 10 mg/Kg max.
3. RON and MON: max 1.3 points difference to the original octane numbers of a mixture of 8% volume of lubricant in a super premium unleaded fuel (comparison with the original values of the fuel without the lubricant).

2.21.2.2 – Lubricant Approval

Prior to its use in any event, the lubricant must be approved by the CIK-FIA for the year considered. A one-litre sample must have been supplied in due time to the CIK appointed laboratory that will check the conformity with the characteristics listed in Article 2.21.2.1 above.

If the lubricant is found to comply with the set limits, its specific gravity and DT15 GODMAN value will be recorded.

The lubricant must be packaged in a sealed can when the Entrant brings it to the Servicing Parks; the mixture of different lubricants is strictly forbidden.

ANEXO 4

REGLAMENTO TÉCNICO DE KARTING CIK/FIA

Article 1 **Classification and Definitions**

1.1) CLASSIFICATION **Categories and Groups**

Karts used in competition are divided into the following Groups and Categories:

Group I:

- KZ1: Cylinder capacity of 125cc
- Superkart: Cylinder capacity of 250cc

Group II:

- KZ2: Cylinder capacity of 125cc
- OK: Cylinder capacity of 125cc
- OK-Junior: Cylinder capacity of 125cc

ANEXO 5

MANUAL ROTAX 125 MAX

Instrucciones de Instalación para FR 125 MAX y FR 125 Junior MAX

INSTRUCCIONES DE INSTALACIÓN PARA MOTOR ROTAX TIPO FR 125 MAX, FR 125 Junior MAX, FR 125 MINI MAX

1. Información de Seguridad y Precauciones Generales para instalación de motor

- **Advertencia:** Para la mejor operación posible del motor, se requiere cumplir con las siguientes recomendaciones en cuanto a la instalación del motor y el equipo.
- **Advertencia:** La operación del motor solo se permite con equipo proporcionado por ROTAX
- **Advertencia:** No se permiten modificaciones al motor o al equipo
- **Advertencia:** Aparte de las recomendaciones específicas de instalación del motor, también tome nota de la información de los respectivos fabricantes de chasises

2. Retirar el motor de la caja de embarque

Todos los materiales de empaque son reciclables y se deben desechar en forma apropiada. La caja de motor y la caja de equipo contienen las siguientes partes:

Cant	Parte no.	Descripción	Aplicación
1	-	Motor ROTAX tipo FR 125 MAX / FR 125 - Junior MAX / FR 125 Mini MAX	
1	-	Instrucciones de instalación / Manual del Operador	-
1	-	Tarjeta de Identificación del Motor	-
2	222 745	Conexiones de Refrigerante	radiador
1	224 665	Placa de Soporte	radiador
1	251 850	Abrazadera de manguera	Conexión del carburador
2	260 657	Soporte de hule	Bobina de encendido
1	265 572	Bobina de encendido	-
1	866 708	Conector de bujía de resistencia	Bobina de encendido
1	297 837	Bujía DENSO IW 27	-
1	580 765	Juego de Calcomanías	-
1	580 690	Escudo ROTAX 125 x 50	-
1	225 010	Caja de Silenciador de Admisión, Inferior	Silenciador de Admisión
1	225 020	Caja de Silenciador de Admisión, Superior	Silenciador de Admisión
1	225 030	Tubo de Silenciador de Admisión	Silenciador de Admisión
1	225 040	Conector para carburador	Silenciador de Admisión
1	225 050	Elemento de Filtro	Silenciador de Admisión
2	225 060	Soporte para elemento de filtro	Silenciador de Admisión
1	224 670	Placa de soporte	Silenciador de Admisión
1	951 791	Abrazadera 50-70	Silenciador de Admisión
1	295 992	Carburador	-
1	297 120	Ensamble de Cable Bowden.	Activación de Carburador

Instrucciones de Instalación para FR 125 MAX y FR 125 Junior MAX

1	994 482	Bomba de Gasolina	-
1	274 160	Filtro de Gasolina	Línea de combustible
1	974 528	Mangueras de Gasolina (2 metro de largo)	Carburador, Bomba de Gasolina
1	295 922	Radiador con tapón	-
3	251 875	Abrazadera	radiador
1	251 225	Abrazadera	radiador
1	273 073	Ensamble de Silenciador de escape	-
2	938 795	Resorte	Mofle
1	265 580	Botón de Arranque	-
1	265 590	Interruptor Encendido / Apagado (ON/OFF)	-
1	265 552	Arnés eléctrico	-
1	265 511	Batería	-
1	660 765	Placa de hule	Batería
1	251 122	Abrazadera de Batería	-
2	251 254	Abrazadera de Tubo	Abrazadera de Batería
1	660 221	Cubierta d Batería	Abrazadera de Batería
1	265147	Cargador de Batería	Batería
8	241 930	Tornillo Allen M6x20	4 x silenciador de admisión 2 x bomba de gas 2 x tapa de batería
16	244211	Guasas 6,4 DIN 134	8 x silenciador de admisión 2 x bomba de gas 2 x cubierta de batería 4 x bobina de encendido
15	842 040	Tuerca de Seguridad M6	4 x silenciador de admisión 2 x bomba de gas 2 x tapa de batería 3 X radiador 4 x bobina de ignición
1	260 770	Cubre cadena	-
-		Partes misceláneas para instalación	-
		Sujeto a Cambio	

◆ **Nota:** Para poder usar el cargador de batería en su país por favor llame a su centro de Servicio Rotax más Cercano para el adaptador del conector o respectivamente un cable adaptador

Tipo de Motor FR 125 Mini MAX:

Este tipo de motor es idéntico al FR 125 Junior MAX excepto en dos partes:

Restrictor de Admisión (No de Parte Rotax - 660 750)

Adaptador de Escape (No. de Parte Rotax: 273 972)

Estas partes están disponibles con su distribuidor autorizado o uno de sus centros de servicio

Estas partes cambian las características del motor, los detalles vienen en los siguientes capítulos

- ◆ **Nota:** El Centro de servicio autorizado debe entregar al cliente una Tarjeta de Identidad del Motor con la fecha de entrega y la empresa
- ◆ **Nota:** Los datos anotados en la Tarjeta de Identidad se requieren para verificación en caso de un reclamo de garantía. Sin una Tarjeta de Identidad completamente llenada con los datos no se otorgará ninguna garantía.
- ◆ **Nota:** En caso de participar en el ROTAX MAX CHALLENGE (RMC) el motor debe ser verificado en su conformidad con los reglamentos técnicos y sellado.
El número de serie del sello debe anotarse en la Tarjeta de Identidad del Motor

3. Verificación o relleno de nivel de aceite en el compartimiento de engranes.

El compartimiento de engranes ya viene lleno con la cantidad apropiada de aceite desde el fabricante. Sin embargo antes de la instalación del motor en el chasis, el nivel de aceite se debe revisar o rellenar.

⇒ Coloque el motor en una superficie horizontal (sin pedestal de motor.)

■ **Atención:** Cuando coloque el motor en la superficie horizontal, tenga cuidado de no dañar la conexión eléctrica de la marcha.

⇒ Retire el tornillo Allen (1) y el anillo de sello (fig. 3). Este tornillo allen en particular para sujetar la tapa de engranes también sirve para revisar el nivel de aceite. Si no sale aceite a través del agujero roscado, quite el tornillo de ventilación (3) y lentamente llene con aceite de especificación SAE 15W40 hasta que el aceite salga por el tornillo de verificación de nivel (1). (La capacidad de llenado del motor nuevo es 0.05 L / 1.7 OZ fl (US).

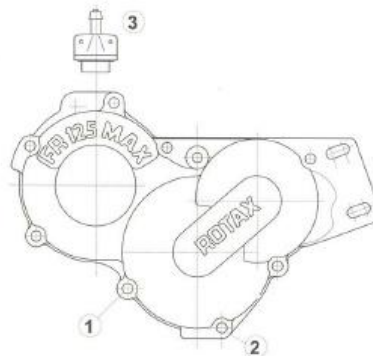


Fig 3.

⇒ Instale el tornillo allen (1) y el anillo de sello, apriete a 10 Nm.

⇒ Instale el tornillo de ventilación (3) apretado a mano.

◆ **Nota:** Al retirar el tornillo allen (2) se puede drenar el aceite del compartimiento de engranes.

4. Suspensión de motor en el chasis

4.1. Sujetado por medio del pedestal de motor

Usando un pedestal de motor para el Motor ROT AX FR 125 MAX / Junior MAX / Mini MAX, el motor está inclinado a 0° a 15° en la dirección hacia adelante.

⇒ Taladre 4 agujeros (8,5 mm dia / 0,315 in = tamaño de broca 0) en las coordenadas 80 mm x 102 mm / 3,15 in X 4,016 en la placa superior del pedestal apropiado para el chasis.

● **Advertencia:** Cuando taladre los agujeros en el pedestal ponga atención a las recomendaciones del fabricante del chasis.

⇒ Conecte el pedestal al cuerpo del motor con 4 tornillos M8 (grado mínimo 8.8). Asegure los tornillos con el compuesto sellador ERGO 4052. Apriete los tornillos a 24 Nm / 212 in lb.

◆ **Nota:** El largo de la rosca sujetando el cuerpo del motor debe ser entre 16mm / 5/8" y 24 mm / 1 in.

● **Advertencia:** Ponga atención a la alineación de la cadena como lo recomienda el fabricante del chasis.

◆ **Nota:** No apriete el motor al chasis hasta que la cadena esté en posición y alineada y tensionada apropiadamente.

4.2. Sujetado directo del motor al chasis

Si el marco del chasis fue preparado especialmente para la instalación del motor ROTAX FR 125 MAX, entonces dos soportes de metal con agujeros ovalados están soldados en dos tubos del marco del chasis. La tensión correcta de la cadena se logra corriendo el motor a lo largo de los agujeros ovalados. Ya que la instalación del motor es sin el pedestal, el centro de gravedad del motor esta más abajo unos 3 cm. No se necesita alinear el motor con respecto a la cadena ya que la alineación correcta ya viene en los soportes soldados a los tubos del chasis.

⇒ Coloque el motor entre los dos soportes de sujeción. Sujete el motor al marco con 2 tornillos M8 de largo apropiado (grado mínimo 8.8) y dos tuercas de seguridad.

◆ **Nota:** No sujete el motor al chasis hasta que la cadena esté en posición y alineada y tensionada apropiadamente

5. Instalación de Cadena

El largo requerido de la cadena depende del chasis y relación de transmisión y por lo tanto la cadena no viene suministrada con las partes del motor.

⇒ Use una cadena del largo correspondiente a la relación de transmisión seleccionada de dimensiones 7,75 x 4,6 x 4,5.

⇒ Coloque la cadena en el engrane en el embrague y el engrane del eje trasero.

⇒ Verifique la alineación entre los engranes delantero y trasero con una regla, corrija según sea necesario corriendo el soporte del engrane del eje trasero.

● **Advertencia:** Ponga atención a las instrucciones del fabricante del chasis con respecto a la alineación de la cadena.

⇒ Establezca la tensión requerida de la cadena (Holgura = +/- 5 mm / +/- 0.20 in) corriendo el motor en sus soportes.

⇒ Sujete el motor al chasis

● **Advertencia:** Tome nota de la recomendación del fabricantes del chasis con respecto a la suspensión del motor en el chasis.

◆ **Nota:** Si usted encuentra en la caja del equipo un cincho sintético de dimensiones 800 x 65 mm se puede usar para cubrir la cadena. Esta cubierta se puede sujetar por medio de los agujeros que vienen en la manguera inferior de refrigerante con una abrazadera de plástico (tie rap). La cubierta se debe colocar en una forma curva desde la manguera inferior del refrigerante a los soportes de guarda de cadena que vienen en el chasis. Los agujeros necesarios para asegurar la cubierta a los dos soportes se deben hacer de acuerdo con la posición en el chasis.

● **Advertencia:** Esta cubierta sirve solamente para protección contra salpicado de grasa de la cadena, pero no es protección contra contacto con parte en movimiento del embrague centrífugo y del tren motriz.

● **Advertencia:** Durante la operación del kart tenga cuidado con cualquier contacto del cuerpo o ropa con las partes móviles del kart (tren motriz, eje trasero, y ruedas). Hay riesgo de lesionarse.

6. Instalando el botón de arranque y el interruptor ENCENDIDO / APAGADO

Ambos artículos se tienen que instalar en el lado derecho o en el lado izquierdo del escudo delantero donde tengan la mejor protección posible contra humedad o agua.

⇒ Taladre un agujero de 22 mm dia. / 7/8 " para el botón de marcha (2) en cualquiera de los dos lados del escudo delantero.

⇒ Aproximadamente 40 mm / 1 1/2 " abajo taladre un agujero de 12 mm dia. / 1/2" para el interruptor de circuito (1).

⇒ Instale el botón de marcha con la tuerca hexagonal con capucha de hule incluida en el escudo delantero

⇒ Instale el interruptor ENCENDIDO / APAGADO en el escudo delantero con las 2 tuercas incluidas.

◆ **Nota:** Apriete a mano la tuerca del botón de arranque y del interruptor

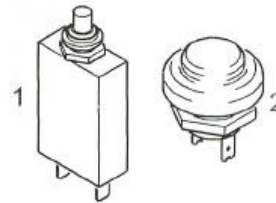


Fig. 4

7. Instalación de la Batería

Para una distribución bien balanceada de peso nosotros recomendamos localizar la batería ya sea en el lado izquierdo del piloto o delante del tanque de combustible. Para la instalación apropiada de la batería al chasis Rotax suministra un dispositivo de soporte incluido en cada conjunto de motor entregado (ver fig. 5, pos. 20).

⇒ Instale el soporte de la batería (20) con dos abrazaderas de manguera (16 - 19) en un lugar apropiado en el chasis.

◆ **Nota:** El tamaño de la abrazadera (16) para los tubos de chasis está planeado para tubos de chasis de 32 mm / 1 ¼" de diámetro. En tubo de menor diámetro compense con capas de papel de lija

■ **Atención:** No apriete de más el tornillo (18) de las abrazaderas de manguera (16). Se corre el riesgo de que se rompa la abrazadera.

⇒ Coloque la placa de hule (21) dentro del soporte de la batería.

⇒ Coloque la batería en el dispositivo (20). Para conectar la batería refiérase a la sección 19.

● **Advertencia:** Asegúrese completamente de evitar hacer corto con las terminales de la batería. Puede arruinar la batería y puede resultar en que la batería explote.

8. Conectar y enrutar el arnés eléctrico.

⇒ Haga las conexiones de acuerdo con la Figura 5.

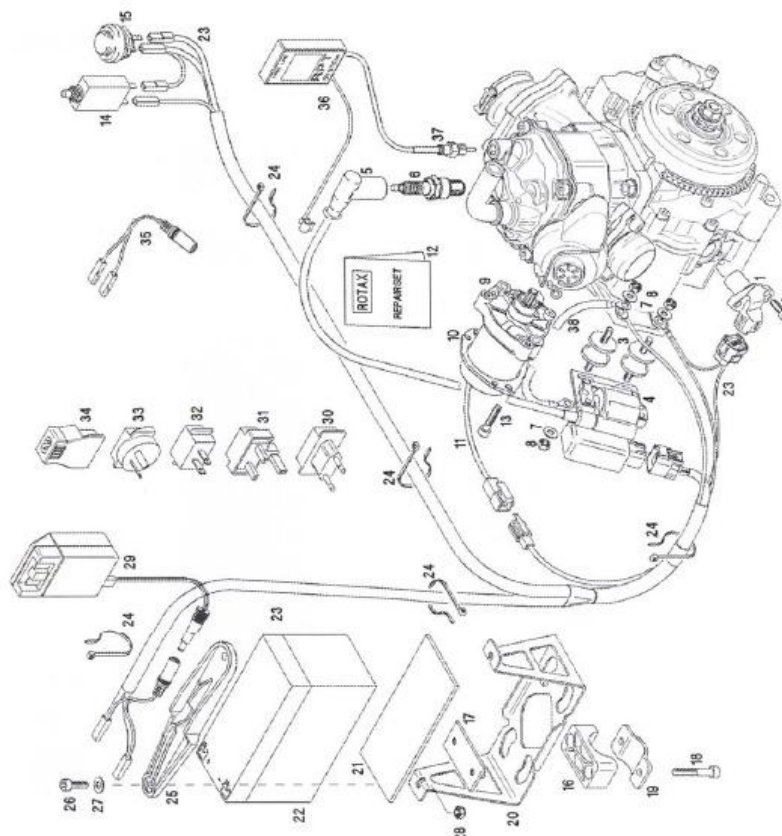


Fig.5

- ⇒ Conecte los dos cables de 6 mm² / S.W.G. calibre 11 al botón de la marcha (15).
- ⇒ Conecte los dos cables de 2 mm² / S.W.G. calibre 16 al interruptor ENCENDIDO / APAGADO (14).

- ◆ **Nota:** La polaridad del cable para el botón de marcha y en el interruptor ENCENDIDO / APAGADO no importa.
- ⇒ Instale la bobina de encendido como se muestra en la ilustración (fig 5) en la cubierta de la reducción de engranes, con los dos elementos de instalación suministrados (2 soportes de hule, art. 3, 4; 4 arandelas, art. 7 y 4 tuercas de seguridad, art. 8).
- ◆ **Nota:** En la parte superior del tornillo de instalación de la bobina conecte también el cable de tierra adicional (art. 38).
- ◆ **Nota:** La localización de la bobina de ignición es ajustable con los agujero ovalados y la cubierta de engranes y el yugo de la bobina. Posicione la bobina lo mas alejada posible del sistema de escape.
- **Atención:** La bobina debe estar instalada flexible en la cubierta de engranes, exclusivamente por medio de los dos soportes de hule. Asegúrese completamente que la bobina de ignición no toca en ninguna situación o vibración con partes rígidas del chasis (por ejemplo brazo del asiento).
- ◆ **Nota:** La batería sólo se debe conectar poco antes de arrancar el motor.
- ⇒ Conecte el arnés eléctrico a la bobina de disparo (pos. 1).
- ⇒ Conecte el arnés eléctrico a la bobina de ignición (pos. 4).
- ⇒ Conecte el arnés eléctrico a la marcha eléctrica. (pos. 9).
- ⇒ Sujete el arnés eléctrico con los cintos de plástico incluidos a la parte superior de los tubos del chasis en el área del soporte de la bobina; asegúrese que los conectores de enchufe en el sensor de ignición y en la bobina de ignición no estén tensados.
- ◆ **Nota:** Compense el exceso de largo del arnés eléctrico colocando el cable en varias vueltas
- **Advertencia:** El arnés eléctrico no debe tocar partes móviles de la pista.
- **Atención:** Ponga atención especial a la tierra apropiada en la tapa de engranes. Una tierra interrumpida puede arruinar la bobina.
- ◆ **Nota:** Cuando desconecte el sensor de ignición y la bobina de ignición, primero presione el seguro integrado
- ◆ **Nota:** Desconecte cualquier conexión eléctrica solamente jalando los conectores, no los cables.

9. Instalando la Bujía

- ⇒ Con el motor viene incluida una bujía tipo DENSO IW 27 (También puede venir una bujía tipo NGK SR 10 EG)
- ⇒ Retire el tapón de embarque del agujero de la Bujía
- ✓ Verifique la calibración de la bujía. Ajuste según se requiera.
- ◆ **Nota:** La abertura de calibración del electrodo de la bujía debe ser 0,5 mm / 0,020 pulg a 0,6 mm / 0,024 pulg (para bujías NGK) y 0,6 mm / 0,024 pulg a 0,7 mm / 0,028 pulg (para bujías DENSO) Solo se permite un ligero doblaje del electrodo de tierra
- ⇒ Instale la bujía y apriete a 24 Nm / 212 lb pulg
- ⇒ Ponga el conector de la bujía en la bujía

10. Instalación de radiador

- ⇒ Instale la placa de soporte (6) en los 3 puntos de instalación del radiador usando tornillos allen (9) y tuercas de seguridad (10)
- ⇒ Instale la tuerca de distancia (11) en el agujero de instalación restante en la placa de soporte (6) usando un tornillo allen (13) y una arandela de presión (12).
Apriete a: 20 Nm / 177 lb pulg.
- ⇒ Instale la placa de soporte con el radiador en el cilindro del motor usando el tornillo allen (14) y la arandela de presión (12).
Apriete a: 20 Nm / 177 Lb pulg
- ⇒ Coloque las cuatro abrazaderas de manguera (4 y 5) en las mangueras de agua de refrigerante (3)

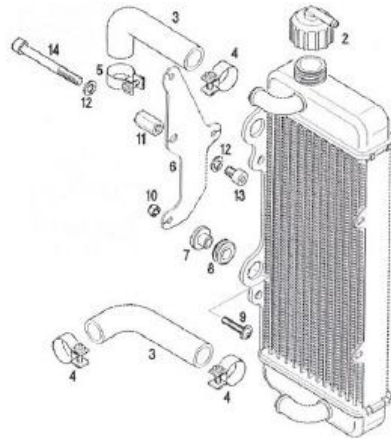


Fig. 6

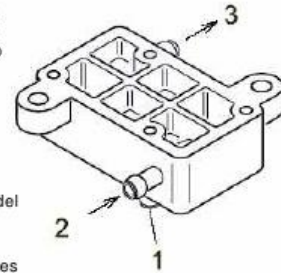
- ◆ **Nota:** La abrazadera (5) de diámetro más grande es para la posición en la cubierta de la tapa de la cabeza del motor.
- ⇒ Empuje los dos tubos del radiador dentro de las mangueras de refrigerante
- ⇒ Empuje las mangueras de refrigerante sobre los tubos de conexión en la tapa del motor y la coraza.

- ⇒ Asegure las mangueras de refrigerante con las abrazaderas (4) en el radiador y en el motor.
- ◆ **Nota:** En algunos casos puede ser necesario cortar una abertura para el radiador en el panel lateral del chasis.
- ⇒ Conecte el tubo de derrame del tapón de llenado del radiador con la bote de recuperación con un pedazo de manguera apropiado.

■ **Atención:** Para asegurar el mejor enfriamiento del motor asegúrese que el flujo de aire cubre el área completa del radiador.

11. Instalación y conexión de la bomba de gas.

- ⇒ Instale la bomba de gasolina con los dos tornillos allen M6 x 20 y dos tuercas de seguridad en la parte de abajo del soporte (10, fig. 9), de manera que la conexión de la línea de impulsión (1) apunte hacia abajo y la línea de suministro de gas (2) (flecha en el cuerpo de la bomba) apunte hacia el asiento del piloto.
- ⇒ Corte dos tramos de manguera de gasolina que viene incluida y conéctela en la conexión del impulsor inferior (1) y en la conexión de la salida (3) (flecha en el cuerpo de la bomba).
- ⇒ Retire los tres tornillos inferiores de instalación del soporte del carburador
- ⇒ Después conecte el soporte (10, fig. 9) en el cilindro usando los tres tornillos inferiores del soporte del carburador. Apriételes a 6 Nm / 53 lb pulg.
- ⇒ Retire el tapón de la conexión de impulso.
- ⇒ Conecte la manguera de impulso de la bomba de gasolina en la conexión de la tapa de engranes.



■ **Atención:** Para una operación apropiada de la bomba de gasolina, mantenga la línea de impulso lo más corta posible.

■ **Atención:** Si se junta condensado de aceite en la manguera de impulso cuando el motor no está prendido, se debe drenar quitando la manguera del lado de la bomba de gas. El aceite acumulado en la bomba de gas puede entorpecer la operación de la bomba de gas.

- ⇒ Conecte la salida del tanque de gasolina con la entrada (2) de la bomba de gasolina
- ⇒ Instale el filtro de gas en la posición apropiada en la línea de gasolina entre el tanque de gasolina y la bomba de gasolina

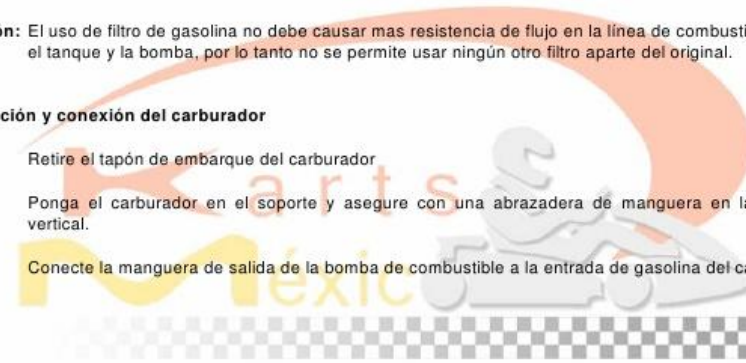
■ **Atención:** Rutee la línea de gasolina desde el tanque de gas hasta la bomba de manera que no toque ninguna parte móvil ni la pista y sujete la línea de gasolina en la parte superior de los tubos del chasis.

■ **Atención:** El flujo en la manguera de impulso y las líneas de combustible no debe estar restringido con el uso de abrazaderas o cintos de plástico (tie raps).

■ **Atención:** El uso de filtro de gasolina no debe causar mas resistencia de flujo en la línea de combustible entre el tanque y la bomba, por lo tanto no se permite usar ningún otro filtro aparte del original.

12. Instalación y conexión del carburador

- ⇒ Retire el tapón de embarque del carburador
- ⇒ Ponga el carburador en el soporte y asegure con una abrazadera de manguera en la posición vertical.
- ⇒ Conecte la manguera de salida de la bomba de combustible a la entrada de gasolina del carburador



13. Instalación del cable para control del carburador

⇒ Con cuidado retire la tapa del carburador con la liga de hule (7, 8)

■ **Atención:** El resorte del carburador (6) presiona contra la tapa del carburador y puede expulsar la tapa al quitarla.

⇒ Retire el tornillo niple (5) del pistón (deslizador) del carburador (2) con una llave de 10 mm.

⇒ Enganche la punta del cable del acelerador (9) en el tornillo niple (5).

⇒ Coloque el tornillo niple en el pistón del carburador y apriételo con una llave de 10 mm.

⇒ Inserte el pistón del carburador (2) en el cuerpo del carburador con el recorte en el pistón apuntando hacia el silenciador de admisión.

⇒ Pase el cable de acelerador a través del resorte de compresión (6) y a través de la tapa del carburador con el anillo de hule (7, 8)

⇒ Coloque la tapa del carburador (7) en el carburador.

⇒ Pase el cable de acelerador por la funda y a través del tornillo de ajuste en el chasis

⇒ Conecte el cable al pedal de acelerador

◆ **Nota:** Acorte el cable de acelerador según se requiera.

⇒ Rutee el cable de acelerador por la parte superior de los tubos de chasis y sujételo con abrazaderas de plástico (tie raps) que vienen incluidas. Asegúrese que el cable no toca parte con movimiento o la pista.

● **Advertencia:** El cable de acelerador no debe estar doblado o torcido ya que el pistón del carburador se puede quedar pegado totalmente acelerado.

⇒ Ajuste y asegure el tornillo de ajuste del cable de acelerador en el chasis de manera que el pistón de carburador permanezca en la posición cerrado cuando el pedal no está activado.

⇒ Ajuste y asegure el tornillo de tope del pedal de manera que con el pedal totalmente pisado, el pistón del carburador está en la posición totalmente abierto.

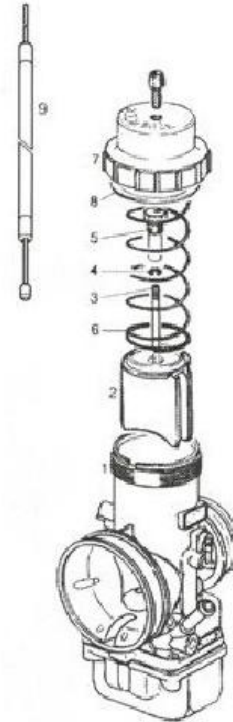


Fig 8

14. Instalación de silenciador de admisión con filtro de aire integrado.

◆ **Nota:** Instale el tubo de hule (2) de admisión en la posición horizontal en la mitad inferior (1) del silenciador de admisión de manera que las aberturas redondas de admisión apunten hacia fuera

⇒ Instale el tubo de hule (6) para carburador en la parte superior (5) del silenciador de manera que la flecha en el tubo apunte hacia el carburador

⇒ Aplique aceite de motor común (12) en la esponja del filtro (4) y exprima para quitar el exceso de aceite.

⇒ Ensamble los componentes del silenciador como se muestra (fig. 9) y junte las dos mitades del silenciador con los tornillos allen, arandelas planas, tuercas de seguridad y placa de soporte (10) que vienen incluidos.

◆ **Nota:** En la mitad inferior del silenciador de admisión (1) parte de la costilla del muñón de soporte en el lado longitudinal del silenciador se tiene que cortar con una navaja para que la placa de soporte pueda descansar sobre el muñón de soporte.

⇒ Sujete el silenciador de admisión con las abrazaderas de manguera (11) incluidas.

◆ **Nota:** El tubo de hule del carburador (6) es asimétrico y se puede ajustar a la mejor posición para lograr la máxima holgura de las patas.

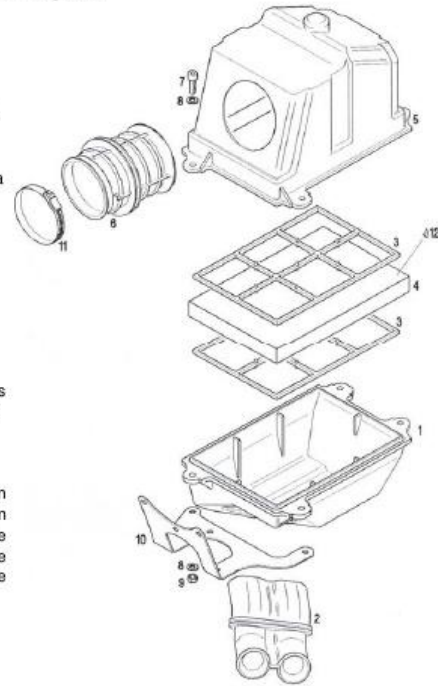


Fig.9

■ **Atención:** El silenciador de admisión no debe impedir el flujo de aire al radiador.

15. Respiradero del compartimento de engrane.

⇒ Retire la tapa del tornillo de ventilación (2, ver fig. 3).

⇒ Con un largo apropiado de manguera de gasolina incluida conecte el tornillo de ventilación a un tanque recuperador

16. Carburador flotado

⇒ Las dos mangueras de derrame se deben rutear a un colector apropiado con ventilación

17. Instalación del Sistema de Escape

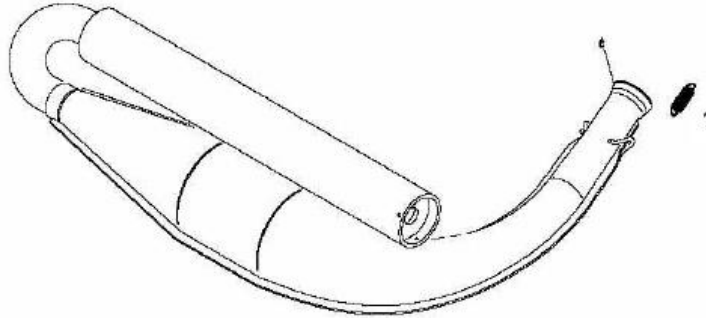
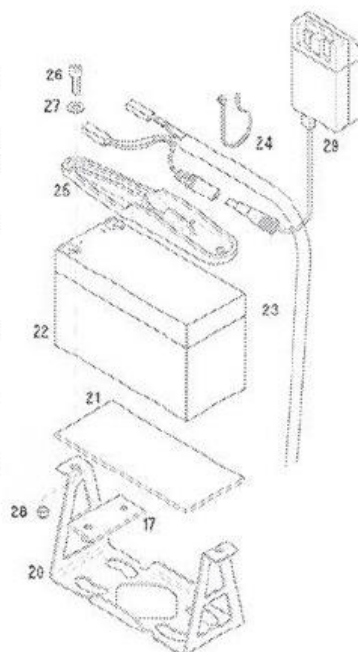


Fig. 10

- ◆ **Nota:** En la parte de abajo del sistema de escape hay dos cejas de lamina para instalar los soportes de hule a prueba de vibración N/8.
- **Atención:** Un sistema de escape con suspensión rígida puede resultar en fracturas en el sistema de escape.
 - ⇒ Conecte los soportes de hule resistentes a la alta temperatura en las dos cejas de la parte de abajo del escape
 - ⇒ Acomode los soportes específicos para su chasis de manera que el sistema de escape desde el conector de escape del motor hacia el escape siga la línea mas recta posible.
 - ⇒ Para sellar la conexión esférica entre el motor y el escape aplique SILASTIC 732 en el conector esférico.
 - ⇒ Asegure el sistema de escape a la conexión esférica con dos resortes de escape que vienen incluidos (7).
- **Atención:** Nunca estire de más los resortes (7) cuando los esté instalando.
 - ⇒ Sujete el sistema de escape con los dos soportes de hule a los soportes del chasis, de manera que el sello entre el conector esférico y el escape no quede impedido y los soportes de hule no tengan esfuerzo o carga adicional.
- ◆ **Nota:** La condición de la instalación del sistema de escape se debe verificar con cada cambio de largo de cadena o tensión de cadena. Ajuste según sea necesario.
- **Atención:** Un mal sello en el conector esférico del sistema de escape puede resultar en un desempeño pobre del motor.

18. Conectando la Batería

- ⇒ Inserte el cinto de plástico para los cables (24) en los agujeros de la cubierta de la batería (25).
- ⇒ Instale la cubierta de la batería (25) sobre la batería (22) y apriete a mano los tornillos allen (26) con las tuercas de seguridad.
- ⇒ Inserte el arnés eléctrico y el conector de carga de acuerdo con la ilustración.
- ⇒ Conecte la batería
[Conector rojo (+) al conector rojo (+) de la batería]
[Conector negro (-) al conector negro (-) de la batería]
- **Atención:** Por favor revise con cuidado si los conectores están conectados apropiadamente a la batería.
- ⇒ Apriete el cinto de plástico para sujetar el arnés y el conector de carga a la tapa de la batería.
- ⇒ Para quitar la batería proceda en el orden inverso.



19. Observación de velocidad de motor y temperatura de refrigerante

Para determinar la mejor relación de transmisión, se requiere el uso de un contador de revoluciones para observar los límites de velocidad.

Para garantizar la operación del motor dentro de los límites de temperatura del refrigerante se requiere un sensor de temperatura para observar la temperatura del refrigerante.

- ◆ **Nota:** ROTAX ofrece como un accesorio el siguiente instrumento combinado de lectura:
Contador de revoluciones por inducción (1,2), ROTAX P/N 265680
Sensor térmico (4) ROTAX P/N 265690
- ◆ **Nota:** Este instrumento combinado se opera por medio de una batería integrada recargable. Al arrancar el motor se mostrarán las lecturas de los sensores conectados (inducción para velocidad del motor (r.p.m.) y sensor térmico para temperatura del refrigerante (°C)). La pantalla permanecerá encendida 5 segundos después de apagar el motor.
- ◆ **Nota:** La batería recargable integrada en el instrumento tiene una vida de operación máxima de 700 horas o 10 años en modo en espera. Una caída de voltaje de la batería se indicará en la pantalla como "bajo voltaje". En este caso el instrumento se debe renovar.

■ **Atención:** Ponga atención a las instrucciones del fabricante acerca de las conexiones y operación del instrumento

■ **Atención:** Use el conector original de la bujía de 5k de resistencia, para que no se afecte el funcionamiento del contador de revoluciones.

⇒ Pase el cable de inducción (2) a través de los agujeros en el perno de conexión del instrumento

⇒ Sujete el instrumento (1) con cintos de plástico o cinta adhesiva al volante

■ **Atención:** Use un cojinete para amortiguar la vibración entre el instrumento y el volante de manejo.

⇒ Enrolle la punta del cable de inducción (2) cuando menos tres vueltas alrededor del cable de la bujía (3) entre la bobina y la bujía y asegúrelo con el clip al cable de la bujía.

⇒ Asegure el cable de inducción con cintos de plástico al chasis

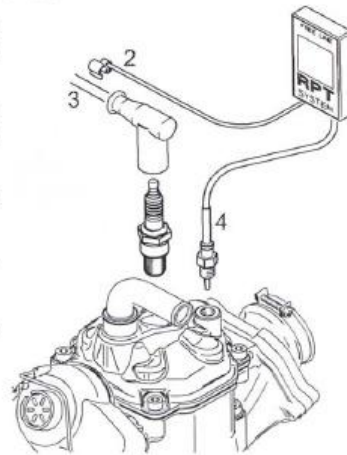


Fig. 12

■ **Atención:** El cable de inducción no debe estar tensado, esto puede dañar el cable o resultar en falla del cable y del instrumento.

⇒ Retire el tornillo tapón de la cubierta de la cabeza del motor

⇒ Aplique ERGO 4052 en las roscas del sensor de temperatura (4).

- ⇒ Atornille el sensor de temperatura en la cabeza del motor de manera que solo quede un hilo de la rosca del sensor visible desde afuera (tiempo de curado a 20°C (70°F) aproximadamente 3 horas.)
- **Atención:** La punta del sensor de temperatura no debe tocar el inserto de la cámara de combustión. El contacto con el inserto puede resultar en daños o fallas del sensor y del instrumento.
- ⇒ Abra la tapa del instrumento para conectar el sensor térmico.
- ⇒ Conecte el sensor térmico al instrumento
- ⇒ Sujete el cable del sensor de temperatura con cintos de plástico al chasis
- **Atención:** El cable del sensor de temperatura no debe estar tensado. Esto puede dañar el cable o resultar en falla del cable y del instrumento.
- ◆ **Nota:** Refiérase al Manual de Operador para los límites de operación con respecto a la temperatura del refrigerante
- **Advertencia:** Antes de operar el motor lea el Manual del Operador

**INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN PARA MOTOR ROTAX TIPO
FR 125 MAX, FR 125 JUNIOR MAX, FR 125 MINI MAX**

1. Diseño Del Motor ROTAX FR 125 MAX, FR 125 Junior MAX y FR 125 Mini MAX

Motor de un cilindro, dos tiempos, controlado con válvula Reed, de 125 cm³ de desplazamiento, enfriado con líquido, flujo forzado con bomba de agua integrada.
Flecha de balanceo.
Termostato integrado
Ignición digital de batería
Marcha de arranque eléctrica
Tiempo de escape controlado reumáticamente
Bomba de gas operada por impulso de caja de cigüeñal.
Carburador de pistón Dell'orto VHSB 34
Silenciador de Admisión con filtro de aire integrado
Escape afinado con silenciador.

2. Descripción técnica del motor ROTAX, Tipo FR 125 MAX, FR 125 Junior, MAX y FR 125 Mini MAX

2.1. Tipo de motor

Motor de un cilindro, dos tiempos, admisión controlada con válvula Reed. La lubricación de la mezcla se logra agregando aceite a la gasolina en una relación de mezcla específica.

2.2. Circuito de Enfriamiento

El refrigerante se envía del radiador al cuerpo hasta la bomba de agua, la bomba de agua se impulsa con el cigüeñal por medio de un engrane reductor. La bomba de agua transmite el refrigerante a través del cilindro y de la cabeza y de regreso al radiador.

El circuito de refrigerante está equipado con un termostato integrado que regula la temperatura del motor.

2.3. Flecha de balanceo

La flecha de balanceo gira en sentido contrario al cigüeñal para reducir la vibración

2.4. Unidad de ignición

El tiempo de ignición está controlado por una unidad digital de ignición de batería que consiste de una bobina de disparo en la carcasa y una bobina de ignición con electrónica integrada. El ajuste manual de la ignición no se requiere ni es posible.

El circuito de corriente para la unidad de ignición está protegida contra el consumo de corriente con un interruptor ENCENDIDO/ APAGADO. Durante un paro forzado del motor, la unidad de ignición continúa consumiendo corriente. Para parar el motor y evitar descargar la batería en un motor que no está encendido, el circuito de ignición se debe abrir liberando el interruptor ENCENDIDO/ APAGADO.

Si la marca blanca del botón del interruptor está visible, el circuito de ignición está abierto y el motor no puede encender. Si el botón se presiona firmemente y se suelta, solo la punta negra del botón permanece visible y el circuito de ignición está cerrado y el motor puede prenderse.

Para detener el motor, se debe presionar el botón del interruptor del circuito de ignición una vez mas y soltarlo, (ahora está visible la parte negra y la raya blanca) abriendo el circuito y apagando el motor.

2.5. Marcha Eléctrica

Al presionar el botón de marcha se cierra el circuito entre la batería y la marcha eléctrica. La marcha mueve el engrane de marcha en el cigüeñal por medio de un engrane intermedio flotante, hasta que el motor enciende por si mismo.

2.6. Control de tiempo de escape

El motor está equipado con un control neumático de escape que optimiza las características de desempeño. El tiempo de escape variable dependiendo de la presión del escape se logrará con una válvula deslizable en el puerto de escape.

Hasta una velocidad de aproximadamente 7500 r.p.m. la válvula deslizable de escape se proyecta dentro del puerto de escape.

Con el aumento de la velocidad del motor la presión en el puerto de escape aumenta y retira el deslizador de la válvula de escape del puerto de escape a aproximadamente 7500 r.p.m.

2.7. Bomba de Combustible

La bomba de combustible se activa por los cambios de presión pulsantes dentro de la carcasa y la bomba transfiere la gasolina del tanque de gas al carburador.

Un filtro de gasolina en línea (entre el tanque y la bomba de gas) evita que entren partículas extrañas a la bomba y al carburador.

2.8. Carburador

El carburador usado es un tipo de carburador de pistón con flotadores. La calibración estándar cubre casi todas las condiciones de operación, para condiciones de operación extrema, las espreas del carburador se deben cambiar a las condiciones respectivas de acuerdo con este manual.

En el motor Tipo FR 125 Mini MAX las características de desempeño se adaptan para la edad de los pilotos usando un restrictor de admisión (No. De Parte Rotax: 660750). Posición de instalación ver Fig 12.1

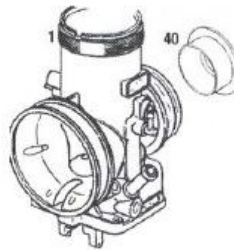


Fig 12.1

2.9. Silenciador de admisión

El silenciador de admisión tiene el filtro de aire incorporado para limpiar el aire de entrada al motor. El silenciador de admisión ha sido diseñado para optimizar la reducción del nivel de ruido de admisión y representa un sistema calibrado con el motor.

2.10. Sistema de Escape

El sistema de escape está diseñado como un sistema de resonancia con un mofle posterior y representa un sistema calibrado con el motor.

En el motor tipo FR 125 Mini MAX las características de desempeño se adaptan a la edad de los pilotos usando un restrictor de escape integrado (No. De Parte Rotax: 273 792).

3. Medio para operación del motor

3.1. Refrigerante


Se debe usar una mezcla de agua común y anticongelante compatible con aluminio como refrigerante. Siga las especificaciones del anticongelante para asegurar la protección contra congelamiento hasta una temperatura de -20°C.

- ◆ **Nota:** Siga los reglamentos nacionales con respecto al uso de anticongelante en las pistas de carreras.
- ⇒ Abra el tapón del radiador y llene con refrigerante (aprox 0,7 litros para el sistema completo de enfriamiento).
- ⇒ Cierre el tapón del radiador.
- ◆ **Nota:** Con la localización estándar del radiador, no se requiere venteo del sistema de enfriamiento.

3.2. Batería y Cargador de Batería

La corriente para la ignición y la marcha eléctrica se suministra únicamente de la batería. Con una batería completamente cargada de 12 V y 7,2 Ah el motor se puede arrancar aproximadamente 100 veces y operar por un periodo de aproximadamente 5 horas. Con el voltaje de la batería bajando a aproximadamente 11 V se llegará al punto cuando el voltaje de la batería es muy bajo para generar una chispa de ignición.

Para el mejor rendimiento y desempeño nosotros recomendamos baterías de la marca:

TIPO FG20722 o FGHL20722 (con vida útil más larga) 

■ **Atención:** La vida de la batería se reducirá drásticamente si se vacía completamente la batería. Por lo tanto se recomienda recargar la batería completamente antes y después de cada operación del kart.

- ◆ **Nota:** Se recomienda que siempre lleve una batería de repuesto completamente cargada. Esta batería instalada se debe reemplazar con la batería totalmente cargada antes de que se vacíe completamente.
- ◆ **Nota:** Si se va a quitar la bujía para revisar si la batería aún genera una chispa, considere lo siguiente: con la bujía quitada es más fácil que la marcha gire el motor, lo que reduce el consumo de corriente de la marcha resultando en un voltaje de batería adecuado para girar el motor. Pero si se vuelve a colocar la bujía puede suceder que el motor no arranque.

- ◆ **Nota:** Para cargar una batería se deberá usar el cargador de batería especificado por ROTAX y disponible como un accesorio (Cargador, No de parte 265147).
- ◆ **Nota:** Para poder usar el cargador en su país por favor contacte a su distribuidor ROTAX más cercano o a uno de sus Centros de Servicio para recibir el adaptador, o el cable adaptador.
- ◆ **Nota:** Este cargador de batería incluye una característica que cuando se llega al voltaje objetivo se cambiará automáticamente a carga de mantenimiento. Por lo tanto sobrecargar la batería con el resultado de arruinar la batería resulta imposible.

■ **Atención:** El uso de otro cargador de batería puede afectar la vida de la batería o puede arruinar la batería.

Cuando cargue la batería por favor tome nota de lo siguiente:

- ⇒ Conecte el conector rojo de la unidad de carga a la terminal positiva de la batería (fig. 13).

■ **Atención:** El cargador no está equipado con protección contra una conexión equivocada, la polaridad incorrecta resultará en daños al cargador de batería.

- ⇒ Conecte el cargador en una fuente de corriente de 110 - 230 V/50 - 60 Hz. Durante el proceso de carga el foco de control se encenderá rojo.

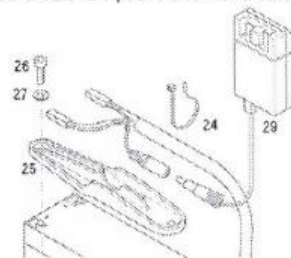


Fig.13

- ⇒ Al completar el proceso de carga el foco de control cambiará a verde pero la corriente de carga continuará garantizando una batería totalmente cargada.

- ⇒ El tiempo de carga es de aproximadamente 12 horas.

◆ **Nota:** El cargador de batería se puede dejar conectado más tiempo, ya que la batería toma la corriente requerida para lograr una batería totalmente cargada.

◆ **Nota:** Un foco de control de color rojo después de cargar durante 24 horas puede indicar una batería con falla.

◆ **Nota:** El foco de control parpadeando verde / rojo indica la transición entre carga principal a carga adicional o de mantenimiento y no significa un cargador de batería con falla.

- ⇒ Desconecte el cargador de batería de la fuente de corriente.

- ⇒ Retire los cables de carga de la batería

- ⇒ Ahora la batería está lista para servicio

■ **Atención:** Aparte de estas notas observe también las indicaciones del fabricante del cargador de batería (incluidas con el cargador de batería)

- ◆ **Nota:** Cuando se va a cargar la batería, si no se ha instalado en el kart use el cable adaptador (No, de parte 266020). Si necesita contacte a su distribuidor autorizado o uno de los Centros de Servicio ROTAX

La condición de carga de la batería se puede estimar midiendo el voltaje usando un instrumento de medición comercialmente disponible.

15 minutos después de terminar de cargar y 15 minutos después de la última descarga (uso) requerida de la batería, la condición de la carga se puede estimar de acuerdo con el voltaje indicado

Voltaje (Voltios)	Condición de Carga (%)
12.30	50
12.45	60
12.60	70
12.75	80
12.90	90
13.10	100

3.3. Combustible.

Para la operación del motor se debe usar una mezcla de gasolina sin plomo de cuando menos ROZ _{min} 95 / 91 (RON + MON) / 2 y aceite de dos tiempos totalmente sintético, mezclado en una relación de 1 : 50 (2 % aceite) .

Ejemplo:

- ⇒ A 10 litros de gasolina agregue 0,2 litros de aceite Super 2-tiempos.
- ⇒ A 1 gal (U S) de gasolina agregue 0.076 gal (US) de aceite Super 2-tiempos.
- ⇒ Vacíe una pequeña cantidad de aceite Super 2-tiempos en un contenedor limpio.
- ⇒ Agregue la cantidad de gasolina sin plomo de cuando menos ROZ _{min} 95 / 91 (RON + MON) / 2 correspondientes para la relación de mezcla en el contenedor
- **Atención:** Demasiado aceite en la mezcla de combustible (mas del 2 %) puede resultar en problemas de motor (ejem: formación de carbón en la válvula de escape).
- **Atención:** Muy poco aceite en la mezcla de combustible (menos del 2 %) puede resultar en problemas del motor (ejem: que el pistón se amarre).
- **Advertencia:** No trate diferentes tipos de combustible, esto puede causar daños al motor y daños al sistema de admisión.
- **Advertencia:** Cuando mezcle el combustible y al cargar combustible en el tanque no fume ni permite flamas abiertas. La gasolina es altamente flamable y explosiva bajo ciertas condiciones
- **Advertencia:** Nunca realice la mezcla y llenado de combustible en cuartos cerrados. maneje el combustible en área muy bien ventiladas.
- ◆ **Nota:** No llene el contenedor de combustible hasta arriba.
- ⇒ Agite bien el contenedor de combustible.

- ⇒ Use un embudo para llenar el tanque de gasolina del kart
- ⇒ Cierre el tanque de gasolina y el tanque del kart inmediatamente después de cargar gasolina.
- **Advertencia:** Antes de cada llenado de combustible, agite el contenedor de gasolina para asegurar que se mezcle bien la gasolina con el aceite.
 - **Advertencia:** Cargue gasolina en el kart solo cuando no esté encendido y el interruptor de ENCENDIDO / APAGADO esté abierto.
 - **Advertencia:** Asegúrese que la gasolina no salpique en los componentes del motor u otros equipos, hay riesgo de incendio o explosión!
 - **Advertencia:** Ponga atención a las recomendaciones de seguridad del fabricante de karts!
 - **Atención:** No derrame la gasolina. Recoja el combustible derramado con un agente secante apropiado y asegure su desecho ecológico apropiado.
 - **Atención:** Asegure que no entren contaminantes al tanque de gasolina y al carburador
 - **Atención:** La gasolina sin plomo tiene una vida útil limitada. Guarde solo la cantidad de gasolina en el contenedor que va a usar en el futuro cercano.

4. Afinando el Motor

4.1. Calibración del Carburador

La calibración estándar del carburador es para temperatura ambiente de 25° C / 77 °F y 400 m / 1300 pies sobre el nivel del mar. En operación a diferentes altitudes y temperaturas, el carburador se debe ajustar de acuerdo con la Tabla 1A respectivamente 1 B, para optimizar el desempeño.

■ **Atención:** Valido para motores desde el No. 536 536 (espea de carburador R9796)

	Altitud	Altitud	Altitud	Altitud
Espea Principal	0 Metros	400 Metros	800 Metros	1200 Metros
- 5° C	178	175	172	170
+ 5° C	175	172	170	168
+15° C	172	170	168	165
+25° C	170	168	165	162
+35° C	168	165	162	160

Tabla 1A

	Altitud	Altitud	Altitud	Altitud
Espea Principal	0 Pies	1300 Pies	2600 Pies	3900 Pies
+ 23° Fahrenheit	178	175	172	170
+ 41° Fahrenheit	175	172	170	168
+ 59° Fahrenheit	172	170	168	165
+ 77° Fahrenheit	170	168	165	162
+ 95° Fahrenheit	168	165	162	160

Tabla 1B

■ **Atención:** Una espea principal mas chica de la que se muestra en la Tabla 1A respectivamente 1B puede resultar en que se amarre el pistón bajo las condiciones existentes.

■ **Atención:** Explosiones en el sistema de escape entre 10.000 y 12000 rpm indica que la mezcla es muy pobre (la mezcla de gasolina – aire no se puede encender con la chispa de la bujía).

◆ **Nota:** Si bajo las condiciones existentes se usa una espea más grande que la especificada en la Tabla 1, el motor tal vez solo alcance la máxima velocidad de 12000 a 12500 rpm (Ver Diagrama 1 respectivamente 1A)

◆ **Nota:** La operación del motor a temperatura ambiente debajo de 10 °C, asegúrese de no demandar potencia total antes de que la temperatura del refrigerante haya llegado a 45°C

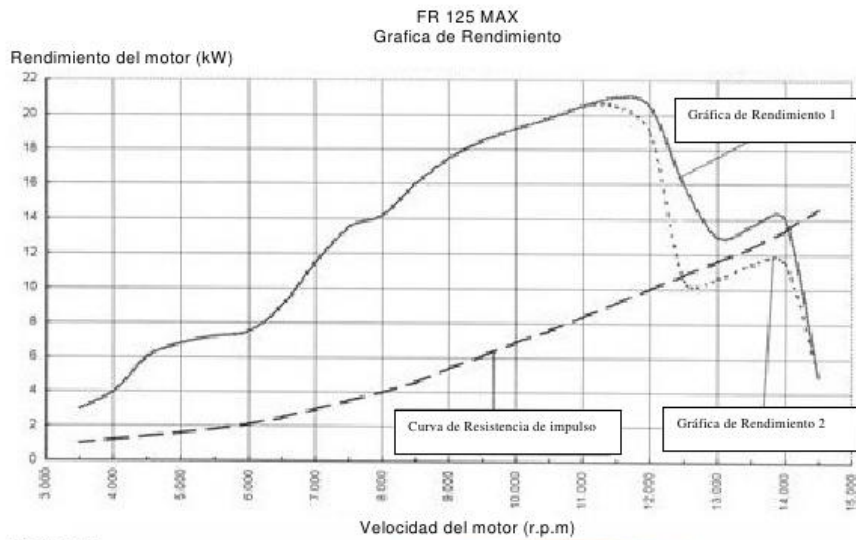


Diagrama 1

La "Curva de Resistencia de Impulso" muestra la resistencia de impulso del kart que está sujeta a variación de acuerdo con el peso del piloto, relación de transmisión y agarre de las llantas.

La "curva de rendimiento 1" muestra el desempeño característico de un motor tipo **FR 125 MAX** con el mejor tamaño posible de esprea principal. La característica de desempeño del motor siempre es arriba de la resistencia de impulso del kart y el motor pudiera llegar a la máxima velocidad de 14000 r.p.m.

La "curva de rendimiento 2" muestra un desempeño de motor característico con una esprea principal no optimizada. La característica de rendimiento del motor y la resistencia de impulso del kart se cruzan. La máxima velocidad del motor en este caso sería en la intersección de las dos graficas (aprox 12400 rpm)

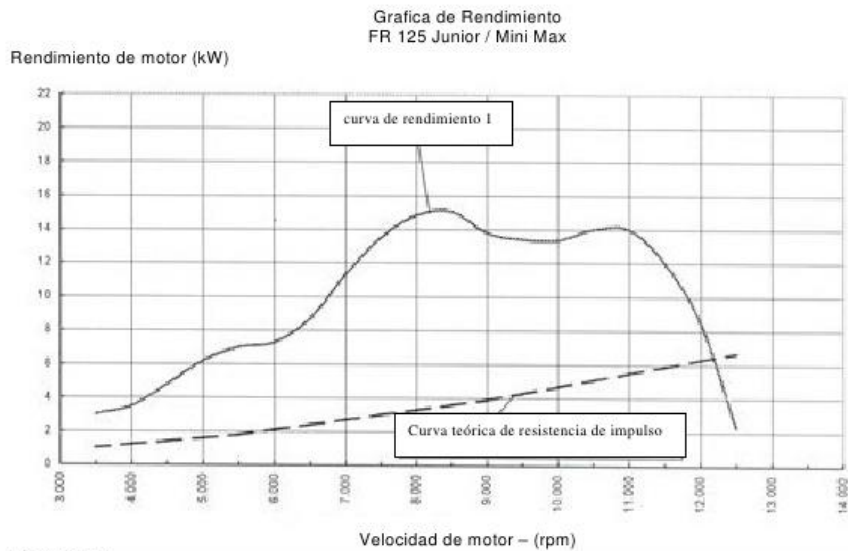


Diagrama 1A

La "Curva de Resistencia de Manejo" muestra la resistencia de manejo del kart que esta sujeta a variación de acuerdo con el peso del piloto, relación de transmisión y agarre de las llantas.

La "curva de rendimiento 1" muestra el desempeño característica de un motor tipo **FR 125 Junior MAX** con el mejor tamaño posible de esprea principal. El tiempo de este tipo de motor es tal que el motor en la pista llega a la máxima velocidad de 12200 rpm.

La "curva de rendimiento 2" muestra el desempeño característica de un motor tipo **FR 125 Mini MAX** con el mejor tamaño posible de esprea principal. El tiempo de este tipo de motor es tal que el motor en la pista llega a la máxima velocidad de 11500 rpm.

NOTA – No viene la curva del Mini max en esta grafica ¿??????

Para cambiar la esprea principal, proceda de la siguiente manera:

- ⇒ Desconecte la manguera de suministro de gasolina del carburador y apriete la punta para evitar que la gasolina se tire.
- ⇒ Afloje las dos abrazaderas de manguera en la base del carburador y quite el tubo del filtro y quite el carburador

■ **Atención:** Al quitar el carburador asegúrese de que el carburador permanezca en la posición vertical para evitar que se derrame la gasolina.

● **Advertencia:** Maneje la gasolina solamente en áreas bien ventiladas

● **Advertencia:** Cuando maneje gasolina, no fume y no permita flamas abiertas cerca. La gasolina y vapores de gasolina son altamente inflamables y explosivos bajo ciertas condiciones.

● **Advertencia:** Asegúrese completamente de que el combustible no salpicará en las partes calientes del motor y otros equipos. Hay riesgo de incendio o explosión

■ **Atención:** No derrame el combustible, si se derrama, aplique un agente absorbente y deséchelo ecológicamente.

- ⇒ Drene el combustible en la cámara del flotador hacia una charola apropiada, quitando el tapón (25) y el anillo de empaque (24).

◆ **Nota:** El combustible que se saca del carburador se puede volver a echar al tanque de gasolina.

- ⇒ Retire la esprea principal (13) y la taza de la esprea principal (12).

◆ **Nota:** El tamaño de la esprea está estampado en la cara de la esprea.

- ⇒ Seleccione el tamaño apropiado de esprea principal. Refiérase a la **Tabla 1A y 1B**

- ⇒ Instale la taza de esprea (12) en la posición que se muestra en la figura 14 y después instale la esprea principal (Ver **Table 1A y 1B**).

- ⇒ Instale y apriete a mano el tapón (25) y el anillo de empaque (24).

◆ **Nota:** Durante la condición desarmada del carburador, también se puede cambiar la posición de la aguja (3). La posición estándar de la aguja es "posición 2" (o "Pin 2"). Si el candado (4) está en la "posición 1" de la aguja, la mezcla de gasolina durante carga parcial y completa se volverá ligeramente pobre. Si el candado de la aguja está en la "posición 4" (pin 4) la mezcla de aire combustible se volverá ligeramente rica durante carga parcial y carga completa.

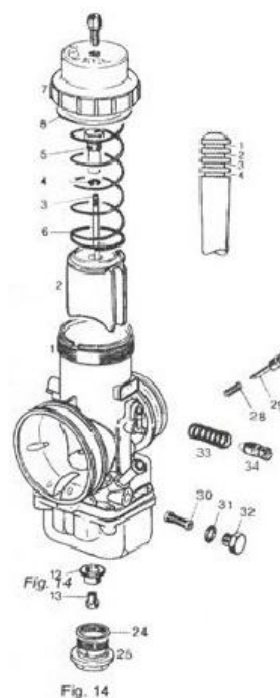


Fig. 14

◆ **Nota:** El filtro de gasolina (30) está localizado debajo de la entrada del carburador, evitando que entre contaminación al carburador lo que pudiera afectar su operación.

■ **Atención:** El filtro de gasolina (30) se debe inspeccionar periódicamente y se debe limpiar según se requiera.

⇒ Retire el tornillo hexagonal (32) y el anillo de empaque (31).

⇒ Jale el filtro de gasolina (30) y limpie el filtro y la entrada de gasolina

⇒ Reinstale el filtro de gasolina (30), el anillo de empaque (31) y el tornillo hexagonal (32).

⇒ Instale el carburador en la posición vertical y apriete las dos abrazaderas en la base del carburador y la manguera de admisión

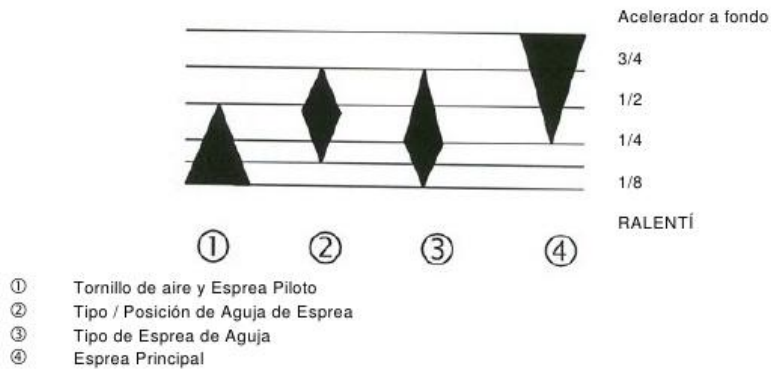
⇒ Conecte la manguera de gasolina en la entrada del carburador

◆ **Nota:** Cuando trate de arrancar el motor se tardará unos segundos en que la bomba de gasolina llene la cámara del flotador y que arranque el motor.

◆ **Nota:** Con el tornillo de ajuste (34), se puede ajustar la velocidad de ralenti del motor. Al girar el tornillo de ajuste (34) hacia adentro la velocidad de ralenti aumenta y al girar el tornillo (34) sacándolo la velocidad de ralenti se reduce.

◆ **Nota:** Con el tornillo de ajuste (29), se puede ajustar la mezcla de gasolina. Al girar el tornillo de ajuste (29) hacia adentro la mezcla de aire – gasolina se vuelve mas rica en ralenti y al girar el tornillo de ajuste (29) hacia fuera la mezcla se volverá mas pobre en ralenti

Para entender mejor y como ayuda para ajustar el carburador, el siguiente esquema describe el efecto de los diferentes ajustes, dependiendo de la posición del pistón deslizador.



4.2. Selección de Relación de Transmisión (FR 125 MAX)

Debido a la afinación especial usada, el desempeño del motor es muy bueno en el rango de 6000 a 12000 r.p.m.

El pico de rendimiento se logrará a 11500 r.p.m. pero se permite sobre revolucionar hasta 14000 r.p.m.

◆ **Nota:** La máxima velocidad del motor en operación del kart se controlará con la unidad de ignición. En velocidades arriba de 13,800 r.p.m el tiempo de ignición se controlará de manera que el rendimiento del motor caerá significativamente, (Ver Diagrama 1) Esta caída de desempeño objetivo resultará en la intersección de la curva de rendimiento 1 y la curva de resistencia de impulso. (ver diagrama 1, en este caso en particular a aproximadamente 14100 r.p.m)

■ **Atención:** Nunca corra un motor sin carga. Al revolucionar el motor sin carga, se pueden lograr velocidades arriba de 14000 r.p.m y esta excesiva velocidad de motor acortará drásticamente la vida de algunos componentes del motor (biela, jaulas de la biela, etc)

Si el rango de velocidad de 6000 r.p.m. a 12000 r.p.m. llegara a ser inadecuado debido al trazo de una pista en particular, use las 13500 r.p.m. como la máxima velocidad.

En esta situación usted puede beneficiarse de un incremento en rendimiento adicional de 12000 a 13500 (ver diagrama 1 / curva de rendimiento 1). Este incremento en rendimiento se logrará con el avance del tiempo de ignición a 30° APMS a 12400 r.p.m.

◆ **Nota:** Un requerimiento básico para usar velocidades en el rango de 12000 a 13500 r.p.m. es que el carburador esté con las espreas óptimas. (Refiérase a la Sección 4.1 Diagrama de calibración de carburador 1).

◆ **Nota:** El diagrama 2 muestra claramente que **no** siempre es mejor usar este rango de velocidad entre 12000 r.p.m. a 13500 r.p.m.

POTENCIAL PARA ACELERACIÓN

Rendimiento del Motor (kW)

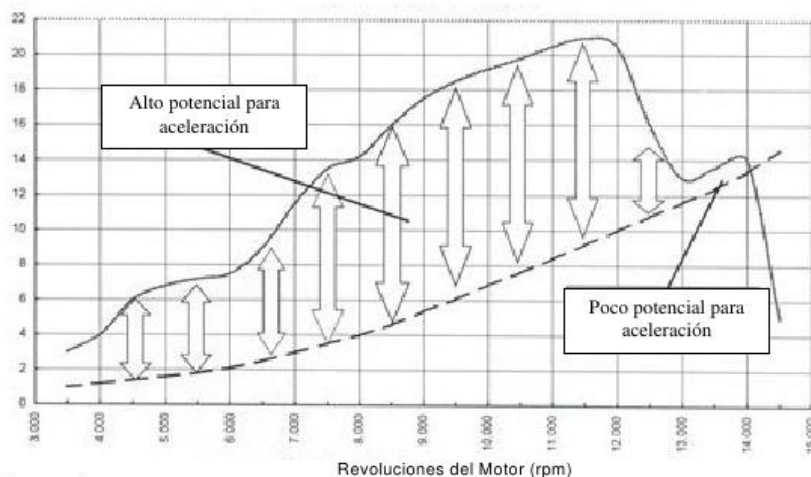


Diagrama 2

La potencia disponible para acelerar que hay en el rango de velocidad del motor entre 6000 r.p.m. y 12000 r.p.m. es mucha mas que en el rango entre 12000 y 13500 r.p.m. Por lo tanto no siempre es mejor usar el rango de alta velocidad (alta velocidad máxima en las rectas) pero usar el potencial de aceleración mayor (después de las curvas cerradas) en el rango bajo de velocidad de motor.

Esto es solo una observación haciendo obvio que el mejor ajuste solo es posible con el conocimiento exacto de la pista.

Para aproximaciones y optimización consulte las Tablas 2 y 3

◆ **Nota:** Los valores de las tablas se refieren a la velocidad máxima de 13500 r.p.m. Esta velocidad de motor puede no alcanzarse debido a una alta resistencia de impulso. Por lo tanto los valores son solo para aproximaciones.

El procedimiento para la selección de relación de transmisión para una cierta pista se explicará en el siguiente ejemplo:

El kart tiene una relación de transmisión X (por ejemplo dientes de engrane de motor = 13 y dientes de engrane de eje trasero = 82). En la Tabla 2 encuentre la relación de transmisión correspondiente 6.31.

Con esta transmisión, corra unas cuantas vueltas y anote la máxima velocidad del motor que se alcanza. (e.g. 12000 r.p.m.).

Relación de Transmisión	Cantidad de dientes en el engrane de cadena del Motor			
	11	12	13	14
72	6.55	6.00	5.54	5.14
73	6.64	6.08	5.62	5.21
74	6.73	6.17	5.69	5.9
75	6.82	6.25	5.77	5.36
76	6.91	6.33	5.85	5.43
77	7.00	6.42	5.92	5.50
78	7.09	6.50	6.00	5.57
79	7.18	6.58	6.08	5.64
80	7.27	6.67	6.15	5.71
81	7.36	6.75	6.23	5.79
82	7.45	6.83	6.31	5.86
83	7.55	6.92	6.38	5.93
84	7.64	7.00	6.46	6.00
85	7.73	7.08	6.54	6.07
86	7.82	7.17	6.62	6.14
87	7.91	7.25	6.69	6.21
88	8.00	7.33	6.77	6.29
89	8.09	7.42	6.85	6.36
90	8.18	7.50	6.92	6.43
91	8.27	7.58	7.00	6.50
92	8.36	7.67	7.08	6.57

Tabla 2

◆ **Nota:** Si no es absolutamente necesario en una cierta pista, trate de no usar el engrane de motor con 11 dientes debido al pesado desgaste del buje sólido usado solamente con este engrane.

Relación de Transmisión requerida para llegar a una velocidad de motor de		13.500 r.p.m.															
Vel. De motor obtenida	Relación de transmisión usada																
	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80		
9.000	750	780	810	840	870	900	930	960	990	1020	1050	1080	1110	1140	1170		
9.200	734	763	792	822	851	880	910	939	988	998	1027	1057	1086	1115	1145		
9.400	718	747	776	804	833	862	890	919	948	977	1005	1034	1063	1091	1120		
9.600	703	731	759	788	816	844	872	900	928	956	964	1013	1041	1069	1097		
9.800	689	716	744	771	799	827	854	882	909	937	964	992	1019	1047	1074		
10.000	675	702	729	756	783	810	837	864	891	918	945	972	999	1026	1053		
10.200	662	688	715	741	768	794	821	847	874	900	926	953	979	1006	1032		
10.400	649	675	701	727	753	779	805	831	857	883	909	935	961	987	1013		
10.600	637	662	688	713	739	764	790	815	841	866	892	917	942	968	993		
10.800	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	900	925	950	975		
11.000	614	638	663	687	712	736	761	785	810	835	859	864	908	933	957		
11.200	603	627	651	675	699	723	747	771	796	820	844	868	892	916	940		
11.400	592	616	639	663	687	711	734	758	782	805	829	853	876	900	924		
11.600	582	605	628	652	675	698	722	745	768	791	815	838	861	884	908		
11.800	572	595	618	641	664	686	709	732	755	778	801	824	847	869	892		
12.000	563	585	608	630	653	675	698	720	743	765	788	810	833	855	878		
12.200	553	575	598	620	642	664	686	708	730	752	775	797	819	841	863		
12.400	544	566	588	610	631	653	675	697	719	740	762	764	806	827	849		
12.600	536	557	579	600	621	643	664	686	707	729	750	771	793	814	836		
12.800	527	548	570	591	612	633	654	675	696	717	738	759	780	802	823		
13.000	519	540	561	582	602	623	644	665	685	706	727	748	768	789	810		
13.200	511	532	552	573	593	614	634	655	675	695	716	736	757	777	798		
13.400	504	524	544	564	584	604	625	645	665	685	705	725	746	766	786		
13.600	496	516	536	556	576	596	615	635	655	675	695	715	735	754	774		
13.800	489	509	528	548	567	587	607	626	646	665	685	704	724	743	763		
14.000	482	501	521	540	559	579	598	617	636	656	675	694	714	733	752		

Tabla 3

La Tabla 3 muestra claramente que para llegar a la máxima velocidad de motor de 13500 con una relación de transmisión usada de 6,31 (entre 6,20 y 6,40) y obteniendo una velocidad de motor 12000 r.p. m., la relación de transmisión sería entre 6,98 y 7,20,

Con estas cifras use la Tabla 2 y seleccione la combinación apropiada de engranes de cadena. Para la relación de transmisión requerida entre 6,98 y 7,20, se pueden seleccionar los juegos de engranes 12/84, 12/85, 12/86, 13/91 o 13/92.

◆ **Nota:** Para simplificar cambiar la relación de transmisión se recomienda que lleve varios tambores de embrague con cada engrane de motor de diferentes dientes ya instalado.

4.3. Selección de relación de transmisión (FR 125 Junior MAX)

Debido a la afinación especial usada, el desempeño del motor es muy bueno en el rango de 6000 a 11000 r.p.m.

El pico de rendimiento se logrará a 8500 r.p.m. pero se permite sobre revolucionar hasta 12200 r.p.m.

La reducción de la velocidad del motor durante la operación del kart será controlada por el sistema de escape. Arriba de la velocidad de motor de 11,000 RPM la efectividad del sistema de escape se reduce resultando en una fuerte reducción de rendimiento (ver diagrama 1). Esta caída de desempeño planeada resultará en la intersección de la curva de rendimiento 1 y la curva de resistencia de impulso. (ver diagrama 1, en este caso en particular a aproximadamente 12200 r.p.m)

■ **Atención:** Nunca corra un motor sin carga. Al revolucionar el motor sin carga, se pueden lograr velocidades arriba de 14000 r.p.m y esta excesiva velocidad de motor acortará drásticamente la vida de algunos componentes del motor (biela, jaulas de biela, etc)

Para aproximaciones y optimización consulte las Tablas 2 y 3

◆ **Nota:** Los valores de las tablas se refieren a la velocidad máxima de 12000 r.p.m. Esta velocidad de motor puede no alcanzarse debido a una alta resistencia de impulso, por lo tanto los valores son solo para aproximaciones.

El procedimiento para la selección de relación de transmisión para una cierta pista se explicará en el siguiente ejemplo.

El kart tiene una relación de transmisión X (por ejemplo dientes de engrane de motor = 13 y dientes de engrane de eje trasero = 82). En la Tabla 2 encuentre la relación de transmisión correspondiente 6,31.

Con esta transmisión, corra unas cuantas vueltas y anote la máxima velocidad del motor que se alcanza. (e.g. 11000 r.p.m.).

Relación de Transmisión	Cantidad de dientes en el engrane de cadena del Motor			
	11	12	13	14
Cantidad de Dientes del engrane de cadena en el eje trasero				
72	6,55	6,00	5,54	5,14
73	6,64	6,08	5,62	5,21
74	6,73	6,17	5,69	5,29
75	6,82	6,25	5,77	5,36
76	6,91	6,33	5,85	5,43
77	7,00	6,42	5,92	5,50
78	7,09	6,50	6,00	5,57
79	7,18	6,58	6,08	5,64
80	7,27	6,67	6,15	5,71
81	7,36	6,75	6,23	5,79
82	7,45	6,83	6,31	5,86
83	7,55	6,92	6,38	5,93
84	7,64	7,00	6,46	6,00
85	7,73	7,08	6,54	6,07
86	7,82	7,17	6,62	6,14
87	7,91	7,25	6,69	6,21
88	8,00	7,33	6,77	6,29
89	8,09	7,42	6,85	6,36
90	8,18	7,50	6,92	6,43
91	8,27	7,58	7,00	6,50
92	8,36	7,67	7,08	6,57

Tabla 2

◆ **Nota:** Si no es absolutamente necesario en una cierta pista, trate de no usar el engrane de motor con 11 dientes debido al pesado desgaste del buje sólido usado solamente con este engrane

Relación de Transmisión requerida para llegar a una velocidad de motor de	12,000 rpm														
	Relación de transmisión usada														
Vel. De motor obtenida	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60	6,60	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80
9.000	6,67	6,93	7,20	7,47	7,73	8,00	8,27	8,53	8,80	9,07	9,33	9,60	9,87	10,13	10,40
9.200	6,52	6,78	7,04	7,30	7,57	7,83	8,09	8,35	8,61	8,87	9,13	9,39	9,65	9,91	10,17
9.400	6,38	6,64	6,89	7,15	7,40	7,66	7,91	8,17	8,43	8,68	8,94	9,19	9,45	9,70	9,96
9.600	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00	9,25	9,50	9,75
9.600	6,12	6,37	6,61	6,66	7,10	7,35	7,59	7,84	8,08	8,33	8,57	8,82	9,06	9,31	9,55
10.000	6,00	6,24	6,48	6,72	6,96	7,20	7,44	7,68	7,92	8,16	8,40	8,64	8,88	9,12	9,36
10.200	5,88	6,12	6,35	6,59	6,82	7,06	7,29	7,53	7,76	8,00	8,24	8,47	8,71	8,94	9,18
10.400	5,77	6,00	6,23	6,46	6,69	6,92	7,15	7,38	7,62	7,85	8,08	8,31	8,54	8,77	9,00
10.600	5,66	5,89	6,11	6,34	6,57	6,79	7,02	7,25	7,47	7,70	7,92	8,15	8,38	8,60	8,83
10.800	5,56	5,78	6,00	6,22	6,44	6,67	6,89	7,11	7,33	7,56	7,78	8,00	8,22	8,44	8,67
11.000	5,45	5,67	5,89	6,11	6,33	6,55	6,76	6,98	7,20	7,42	7,64	7,85	8,07	8,29	8,51
11.200	5,36	5,57	5,79	6,00	6,21	6,43	6,64	6,66	7,07	7,29	7,50	7,71	7,93	8,14	8,36
11.400	5,26	5,47	5,68	5,89	6,11	6,32	6,53	6,74	6,95	7,16	7,37	7,58	7,79	8,00	8,21
11.600	5,17	5,38	5,59	5,79	6,00	6,21	6,41	6,62	6,83	7,03	7,24	7,45	7,66	7,86	8,07
11.800	5,08	5,29	5,49	5,69	5,90	6,10	6,31	6,51	6,71	6,92	7,12	7,32	7,53	7,73	7,93
12.000	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80
12200	4,92	5,11	5,31	5,51	5,70	5,90	6,10	6,30	6,49	6,69	6,89	7,08	7,28	7,48	7,67

Tabla 3

La Tabla 3 muestra claramente que para llegar a la máxima velocidad de motor de 12000 con una relación de transmisión usada de 6,31 (entre 6,20 y 6,40) y obteniendo una velocidad de motor 11000 r.p. m., la relación de transmisión sería entre 6,76 y 6,98

Con estas cifras use la Tabla 2 y seleccione la combinación apropiada de engranes de cadena. Para la relación de transmisión requerida entre 6,76 y 6,98, se pueden seleccionar los juegos de engranes 12/82, 12/83, 13/88, 13/89 o 13/90.

- ◆ **Nota:** Para simplificar cambiar la relación de transmisión se recomienda que lleve varios tambores de embrague con cada engrane de motor de diferentes dientes ya instalados.

4.4. Selección de relación de transmisión (FR 125 Mini MAX)

Debido a la afinación especial usada, el desempeño del motor es muy bueno en el rango de 6000 a 10000 r.p.m.

El pico de rendimiento se logrará a 8500 r.p.m. pero se permite sobre revolucionar hasta 11500 r.p.m.

La reducción de la velocidad del motor durante la operación del kart será controlada por el sistema de escape. Arriba de la velocidad de motor de 11,000 r.p.m la efectividad del sistema de escape se reduce resultando en una fuerte reducción de rendimiento (ver diagrama 1A). Esta caída de desempeño planeada resultará en la intersección de la curva de rendimiento y la curva de resistencia de impulso. (ver diagrama 1A, en este caso en particular note la intersección a aproximadamente 11500 r.p.m)

- **Atención:** Nunca corra un motor sin carga. Al revolucionar el motor sin carga, se pueden lograr velocidades arriba de 14000 r.p.m y esta excesiva velocidad de motor acortará drásticamente la vida de algunos componentes del motor (biela, jaulas de biela, etc)

Para aproximaciones y optimización consulte las Tablas 2 y 3

- ◆ **Nota:** Los valores de las tablas se refieren a la velocidad máxima de 11500 r.p.m. Esta velocidad de motor puede no alcanzarse debido a una alta resistencia de impulso, por lo tanto los valores son solo para aproximaciones.

El procedimiento para la selección de relación de transmisión para una cierta pista se explicará en el siguiente ejemplo.

El kart tiene una relación de transmisión X (por ejemplo dientes de engrane de motor = 13 y dientes de engrane de eje trasero = 82). En la Tabla 2 encuentre la relación de transmisión correspondiente 6,31.

Con esta transmisión, corra unas cuantas vueltas y anote la máxima velocidad del motor que se alcanza. (e.g. 11000 r.p.m.).

Relación de Transmisión	Cantidad de dientes en el engrane de cadena del Motor			
	11	12	13	14
Cantidad de Dientes del engrane de cadena en el eje trasero				
72	6,55	6,00	5,54	5,14
73	6,64	6,08	5,62	5,21
74	6,73	6,17	5,69	5,29
75	6,82	6,25	5,77	5,36
76	6,91	6,33	5,85	5,43
77	7,00	6,42	5,92	5,50
78	7,09	6,50	6,00	5,57
79	7,18	6,58	6,08	5,64
80	7,27	6,67	6,15	5,71
81	7,36	6,75	6,23	5,79
82	7,45	6,83	6,31	5,86
83	7,55	6,92	6,38	5,93
84	7,64	7,00	6,46	6,00
85	7,73	7,08	6,54	6,07
86	7,82	7,17	6,62	6,14
87	7,91	7,25	6,69	6,21
88	8,00	7,33	6,77	6,29
89	8,09	7,42	6,85	6,36
90	8,18	7,50	6,92	6,43
91	8,27	7,58	7,00	6,50
92	8,36	7,67	7,08	6,57

Tabla 2

◆ **Nota:** Si no es absolutamente necesario en una cierta pista, trate de no usar el engrane de motor con 11 dientes debido al pesado desgaste del buje sólido usado solamente con este engrane

Relación de Transmisión requerida para llegar a una velocidad de motor de	11,500 rpm														
	Relación de transmisión usada														
Vel. De motor obtenida (rpm)	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80	6,00	6,20	6,40	6,60	6,80	7,00	7,20	7,40	7,60	7,80
9.000	6,39	6,64	6,90	7,16	7,41	7,67	7,92	8,18	8,43	8,69	8,94	9,20	9,46	9,71	9,97
9.200	6,25	6,50	6,75	7,00	7,25	7,50	7,75	8,00	8,25	8,50	8,75	9,00	9,25	9,50	9,75
9.400	6,12	6,36	6,61	6,85	7,10	7,34	7,59	7,83	8,07	8,32	8,56	8,81	9,05	9,30	9,54
9.600	5,99	6,23	6,47	6,71	6,95	7,19	7,43	7,67	7,91	8,15	8,39	8,63	8,86	9,10	9,34
9.800	5,87	6,10	6,34	6,57	6,81	7,04	7,28	7,51	7,74	7,98	8,21	8,45	8,68	8,92	9,15
10.000	5,75	5,98	6,21	6,44	6,67	6,90	7,13	7,36	7,59	7,82	8,05	8,28	8,51	8,74	8,97
10.200	5,64	5,86	6,09	6,31	6,54	6,76	6,99	7,22	7,44	7,67	7,89	8,12	8,34	8,57	8,79
10.400	5,53	5,75	5,97	6,19	6,41	6,63	6,86	7,08	7,30	7,52	7,74	7,96	8,18	8,40	8,63
10.600	5,42	5,64	5,86	6,08	6,29	6,51	6,73	6,94	7,16	7,36	7,59	7,81	8,03	8,25	8,46
10.800	5,32	5,54	5,75	5,96	6,18	6,39	6,60	6,81	7,03	7,24	7,45	7,67	7,86	8,09	8,31
11.000	5,23	5,44	5,65	5,85	6,06	6,27	6,48	6,69	6,90	7,11	7,32	7,53	7,74	7,95	8,15
11.200	5,13	5,34	5,54	5,75	5,96	6,16	6,37	6,57	6,78	6,98	7,19	7,39	7,60	7,80	8,01
11.400	5,04	5,25	5,45	5,65	5,85	6,05	6,25	6,46	6,66	6,86	7,06	7,26	7,46	7,67	7,87
11.600	4,96	5,16	5,35	5,55	5,75	5,95	6,15	6,34	6,54	6,74	6,94	7,14	7,34	7,53	7,73
11.800	4,87	5,07	5,26	5,46	5,65	5,85	6,04	6,24	6,43	6,63	6,82	7,02	7,21	7,41	7,60
12.000	4,79	4,98	5,18	5,37	5,56	5,75	5,94	6,13	6,33	6,52	6,71	6,90	7,09	7,28	7,48

Tabla 3

La Tabla 3 muestra claramente que para llegar a la máxima velocidad de motor de 11500 con una relación de transmisión usada de 6,31 (entre 6,20 y 6,40) y obteniendo una velocidad de motor 11000 r.p. m., la relación de transmisión sería entre 6,48 y 6,69.

Con estas cifras use la Tabla 2 y seleccione la combinación apropiada de engranes de cadena. Para la relación de transmisión requerida entre 6,48 y 6,69, se pueden seleccionar los juegos de engranes 12/78, 12/79, 12/80, 13/85 o 13/86.

◆ **Nota:** Para simplificar cambiar la relación de transmisión se recomienda que lleve varios tambores de embrague con cada engrane de motor de diferentes dientes ya instalados.

4.5. Cambiar el tambor de embrague con el engrane de cadena instalado.

- ⇒ Retire el conector del cable de bujía y la Bujía
- ⇒ Coloque el Tornillo de Tope (No. De Parte ROTAX 277 380) dentro del agujero de la bujía.
- ⇒ Quite la tuerca hexagonal (art. 15) y la arandela de empuje (axial) (art 13). Vea la Fig 15.
- ⇒ Quite el tambor de embrague (art. 12) con el engrane de cadena instalado
- ⇒ Limpie la rosca del cigüeñal y la tuerca hexagonal (Art 15) quitando los restos del pegamento y grasa.

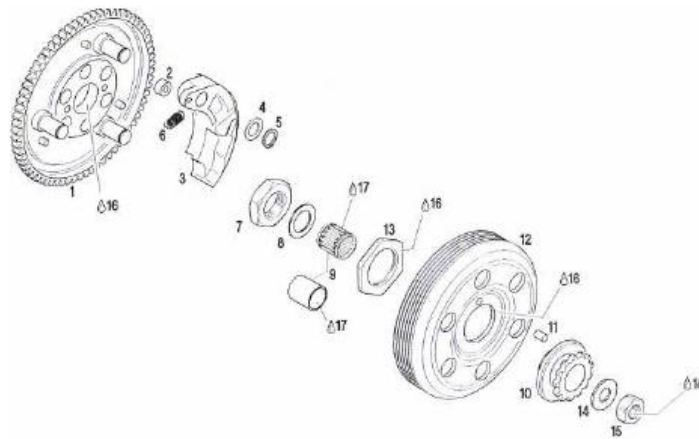


Fig. 15

- ◆ **Nota:** Para el engrane de cigüeñal de 11 dientes, use el buje sólido (9) en lugar del balero de agujas (9). El buje sólido tiene que presionarse al ras dentro del agujero del engrane de cadena con la punta avellanada por delante.
- Si no es absolutamente necesario en una cierta pista, trate de no usar el engrane de motor con 11 dientes debido al pesado desgaste del buje sólido (art 9) usado solamente con este engrane
- ⇒ Aplique grasa al balero de agujas (9) cuando se usa con engrane de cadena de 12, 13, 14 dientes o aplique grasa al buje sólido (9) para usar con engrane de cadena de 11 dientes.
- ⇒ Instale el tambor de embrague con la cantidad de dientes seleccionada.
- ⇒ Aplique ERGO 4052 (locktite) en la rosca de la tuerca hexagonal (art 15).

◆ **Nota:** Se requiere una arandela plana (14) mas chica para el engrane de 11 dientes que cuando se usa el engrane de 12, 13, o 14 dientes.

⇒ Instale la arandela (art 14) y la tuerca hexagonal (art 15) y apriete a 60 Nm / 530 lb / pulg

⇒ Quite el tornillo de tope

Instale la bujía. Apriete a 27 Nm / 240 lb / pulg

4.6 Cambiando o renovando el engrane de cigüeñal en el tambor de embrague.

El engrane de cadena (art 2) está instalado en el tambor de embrague (art 4) con una tuerca hexagonal (art 5) y el torque se transmite con un perno de alineación (art 3) (ver fig 15-1). El cambio apropiado del engrane solo se puede hacer bien con el dispositivo apropiado (No de Parte ROTAX 277 362). Para cambiar el engrane de cadena proceda de la siguiente manera:

◆ **Nota:** El dispositivo viene equipado en un lado con un perno central para el engrane de 11 dientes (17 mm de diámetro) y por el otro lado con el perno central para el engrane de 12, 13 o 14 dientes (19 mm de diámetro)

◆ **Nota:** En el engrane de 11 dientes, el buje sólido prensado se debe sacar primero (el buje sólido se debe cambiar después de sacarlo).

⇒ Sujete el dispositivo (1) para cambio de engranes en una prensa o tornillo de banco.

⇒ Ponga el tambor del embrague con el engrane en el dispositivo de manera que el tambor quede sujeto con el perno fijador

⇒ Retire la tuerca hexagonal (art 5) del engrane de cadena

⇒ Limpie los restos de pegamento de todos los componentes

⇒ Desengrase el engrane, el tambor y la tuerca hexagonal.

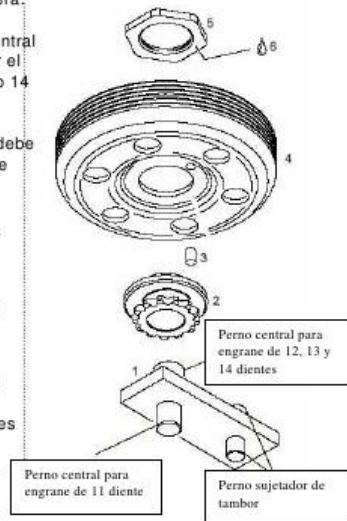
⇒ Ponga el engrane nuevo o el engrane con la cantidad de dientes requerido en el perno central del dispositivo.

⇒ Coloque el perno de alineación (3) en el agujero de alineación apropiado

⇒ Aplique ERGO 4052 (locktite) en la cara de contacto del engrane y en la tuerca hexagonal del tambor de embrague.

◆ **Nota:** Instale la tuerca hexagonal (art 5) de manera que la cara maquinada de la tuerca quede contra el tambor del embrague

⇒ Sujete el engrane de cadena con la tuerca hexagonal en el tambor de embrague.



- ⇒ Apriete a un torque de 120 Nm / 89 lb pie.
- ⇒ Quite el sobrante de compuesto sujetador (locktite)

5. Límites de Operación

	Límites de Operación
Vel. Máxima De Motor	14,000 (solo para FR 125 MAX)
	12,200 (solo para FR 125 Junior MAX)
	11,500 (solo para FR 125 Mini MAX)
Temperatura Mínima de Refrigerante [°C / °F]	45 / 113
Temperatura Óptima de Refrigerante [°C / °F]	65 / 149
Temperatura Máxima de Refrigerante [°C / °F]	80 / 176

- ◆ **Nota:** La velocidad se limita electrónicamente durante la operación del kart a un máximo de 14,000 rpm
- **Advertencia:** Solo se permite que el motor opere al máximo desempeño después de llegar a la temperatura de operación especificada. Operar el motor a la máxima potencia con muy baja temperatura puede resultar en que se amarre el pistón.
- ◆ **Nota:** Si el motor no llega a la temperatura de operación mínima especificada debido a una temperatura ambiente muy baja, entonces se debe reducir la eficiencia de enfriamiento del radiador con cinta adhesiva.
- **Advertencia:** La temperatura de operación máxima del motor no se debe exceder. Si la temperatura es muy alta, puede resultar en que el pistón se amarre.
- ◆ **Nota:** La tierra se debe limpiar de las láminas del radiador a intervalos regulares para lograr el mejor desempeño de enfriamiento.

6. Arranque y operación del motor

Antes de arrancar el motor verifique los siguiente:

- ✓ Tanque de gasolina lleno.
- ✓ Batería cargada y conectada.
- ✓ El cable de acelerador se mueve libre y el pistón del carburador conectado en la posición ralenti.

Al arrancar el motor proceda de la siguiente manera:

- ⇒ En un motor frío, jale la palanca del ahogador hacia a la posición vertical
- ⇒ Presione el interruptor ENCENDIDO / APAGADO firmemente y suéltelo de manera que solo se vea la parte negra del botón. Ahora el circuito de ignición está cerrado y la batería suministra corriente al sistema de ignición. (fig. 16).
- ⇒ Presione el botón de marcha (max. 5 segundos) hasta que el motor arranque. Si el motor no arranca, repita el procedimiento después de esperar unos segundos
- ⇒ Después de que el motor arranca, vuelva a poner la palanca del ahogador en la posición horizontal lentamente hasta que el motor esté prendido suavemente en Ralenti sin el ahogador

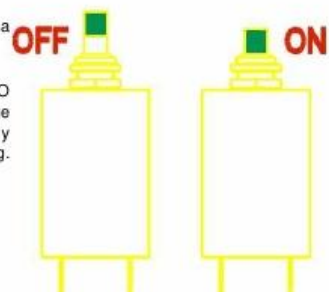


Fig. 16

- **Advertencia:** Siempre use ropa protectora para operar el kart (casco, overol, guantes, zapatos, costillera y cuellera).
- **Advertencia:** No toque el motor, radiador o escape durante o inmediatamente después de operar el kart. Hay riesgo de quemaduras.
- **Advertencia:** Durante la operación del kart, tenga cuidado de que la ropa o el cuerpo no tengan contacto con las partes móviles del kart.
- **Advertencia:** Cumpla con las recomendaciones de seguridad del fabricante del kart.
- **Advertencia:** Inspeccione cualquier parte sujeta a desgaste (llanta, cadena, baleros, etc.) antes de cada evento de Kartismo para asegurar que están en buenas condiciones, de acuerdo con las directivas del fabricante del kart.
- **Advertencia:** Mantenga el procedimiento de aflojar el kart como se indica.
- **Advertencia:** Opere el motor solo dentro de los límites especificados
- **Advertencia:** Nunca corra el tanque de gasolina hasta vacío.

7. Parando el Motor

- ⇒ Presione firmemente el botón del interruptor de ENCENDIDO / APAGADO y suéltelo. La parte negra del botón y la marca blanca deben quedar visibles (fig. 16), indicando que el circuito está abierto, y el motor se apagará

- ◆ **Nota:** El interruptor de ENCENDIDO / APAGADO sirve también como un paro de emergencia si la operación del motor se debe interrumpir, (por ejemplo, pistón de carburador atorado acelerado).
- ◆ **Nota:** Cierre el circuito de ignición con el interruptor de ENCENDIDO / APAGADO solo para operación del motor. Con el motor apagado y el interruptor de ENCENDIDO / APAGADO encendido la unidad de ignición consumirá corriente y por lo tanto descargará la batería completamente resultando en posibles daños a la batería.

8. Procedimiento para aflojar el motor

■ **Atención:** Ponga atención a los consejos de seguridad del fabricante del kart

Para asegurar que todos los componentes tengan la mas larga vida posible, el motor se debe sujetar a un periodo de aflojamiento definido durante la primera operación del motor o después de una reparación del cigüeña o partes de desplazamiento.

Para garantizar las mejores condiciones de periodo de aflojamiento nosotros recomendamos llenar el tanque de gasolina con una mezcla de gasolina / aceite ligeramente rica en aceite de 1 : 33 (3 % aceite). Después del periodo de aflojado corra el motor con la relación de aceite / gasolina especificada de 1 : 50 (2 % aceite), para evitar problemas de carbonización en la válvula de escape.

■ **Atención:** Se debe usar aceite totalmente sintético de 2 tiempos.

- ⇒ Arranque el motor y córralo durante 15 minutos en una pista con cambios de carga y velocidad del motor hasta
7,500 rpm
- ⇒ Después corra el kart durante 15 minutos con cambios de carga y velocidad hasta
9,500 rpm.

Los Cambios de carga y velocidad significan:

Abra completamente el acelerador hasta que el motor llegue a las r.p.m mencionadas arriba – suelte el acelerador completamente – hasta que las r.p.m lleguen a 5,000 r.p.m y acelere otra vez.

Después de este periodo de aflojado se podrá usar la potencia completa del motor

- **Advertencia:** El motor nunca se debe operar sin carga. Si se opera sin carga (por ejemplo en el banco) es posible r.p.m's arriba de 14,000, esto reduce dramáticamente la vida útil de los componentes (biela, jaulas, etc.)

9. Ajustando el tiempo de la válvula de escape (solo FR 125 MAX)

La curva de rendimiento del motor difiere con una válvula de escape cerrada (curva 1) y abierta (curva 2). La mejor característica de desempeño del motor se logrará cuando el tiempo de abertura de la válvula de escape está en la intersección de las dos curvas de rendimiento.

Si la válvula de escape abre muy pronto, el motor actúa como la curva de desempeño 2 (para válvula de escape abierta), que da menos rendimiento en este rango de revoluciones, y usted pierde desempeño y potencial de aceleración.

Si la válvula de escape abre muy tarde, el motor actúa como la curva de desempeño 1 (para válvula de escape cerrada), que da menos rendimiento en este rango de revoluciones, y usted pierde desempeño y potencial de aceleración.

El motor alcanza su máximo desempeño aún cuando la válvula está mal ajustada, pero usted pierde desempeño y potencial de aceleración.

Perdida de desempeño con tiempo de válvula de escape equivocado

Desempeño del Motor (kW)

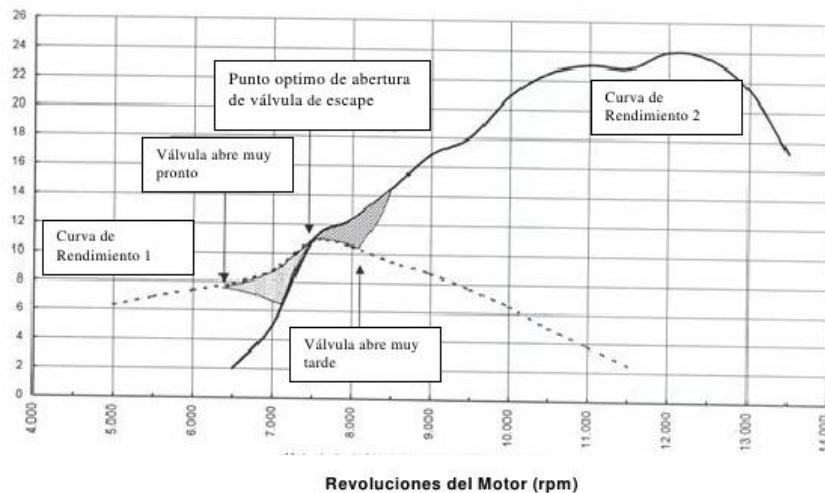


Diagrama 2

- ◆ **Nota:** Cuando la válvula de escape se abre se escucha claramente. El tiempo de escape más grande resulta en un patrón de sonido más alto.
- ◆ **Nota:** La válvula de escape se debe abrir para operación del kart a la velocidad de 7500 r.p.m.
- ◆ **Nota:** El ajuste correcto del tiempo de abertura de la válvula de escape se debe determinar durante la operación del kart.

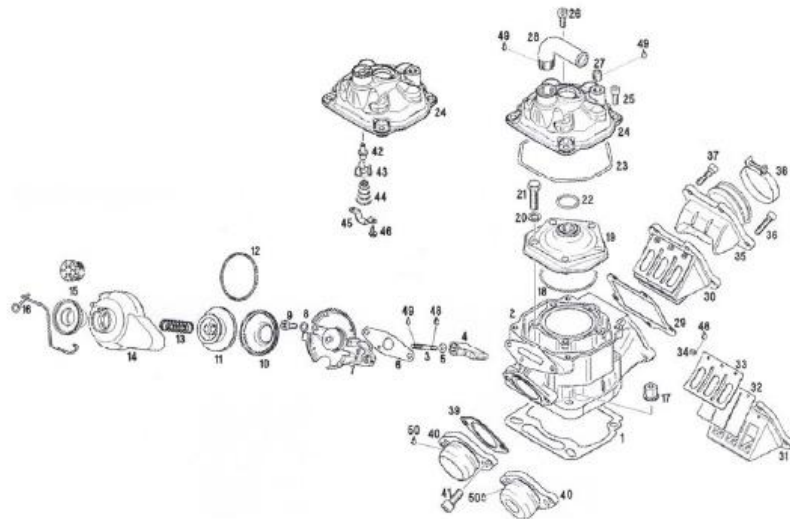


Fig 17

- ◆ **Nota:** En el ajuste básico, el tornillo de ajuste (art 15) (con la perilla vieja) se gira hacia adentro tanto que está al ras con la cubierta de la válvula (art 14, fig 17). En la mayoría de los casos este ajuste es el mejor
- ◆ **Nota:** Si su motor ya viene equipado con el nuevo tornillo de ajuste (art 15) para ajuste mas fácil, el ajuste básico es una distancia de 5 mm / 0.2 pulg, entre el collar del tornillo de ajuste y la cubierta de la válvula. .
- **Advertencia:** El ajuste de la válvula de escape nunca se debe hacer durante operación en la pista
- ◆ **Nota:** Si la válvula de escape se abre antes de las 7,500 r.p.m el tiempo de abertura de la válvula se puede cambiar ligeramente a una velocidad más alta del motor girando el tornillo de ajuste (art 15) más hacia adentro.
- ◆ **Nota:** Si la válvula de escape no abre hasta que la velocidad del motor ha pasado las 7,500 r.p.m, el tiempo de abertura se puede ajustar a una velocidad ligeramente menor girando el tornillo de ajuste (art 15) hacia fuera.

10. Programa De Mantenimiento para Componentes del motor

● **Advertencia:** No cumplir con el programa de mantenimiento especificado puede resultar en daños al motor

Componente	Intervalo de Inspección o Mantenimiento	Revisión, Remedio
Engrane de cadena	Verificación antes de cada operación del kart	Inspección por desgaste y deformación de los dientes. Renueve según se requiera.
Sistema de Escape	Después de cada operación del kart	Lubrique contra corrosión
Elemento de filtro en el silenciador de admisión	Cada 10 horas de operación	Limpie y aplique aceite, cambie el elemento de filtro si está dañado
Filtro de Gasolina	Después de cada 2 horas de operación Después de cada 50 horas de operación o cuando meno una vez al año	Inspección por si tiene mugre Cámbielo
Bomba de agua	Inspección antes de cada operación del kart	Inspeccione si hay aceite o agua en el agujero de derrame de la carcasa. Si hay fuga, llévelo a que lo inspeccione y desarme el distribuidor autorizado.
Conexión de refrigerante en la carcasa	Revise antes de cada operación del Kart	Verifique un ajuste apretado y sin fugas. Vuelva a sellar con compuesto 4052.
Conexiones de circuito de enfriamiento	Revise antes de cada operación del kart	Verifique que estén apretadas y sin fugas. Vuelva a apretar o renueve si es necesario.
Nivel de aceite en compartimiento del engrane	Cada 2 horas de operación	Revise el nivel de aceite, rellene según sea necesario
Engranes impulsores de flecha de balanceo	Cada 10 horas de operación	Inspeccione por desgaste, renueve si se requiere.
Aceite en compartimiento de engranes	Cada 50 horas de operación o cuando menos una vez al año	Cámbielo
Engrane de marcha	Después de cada 10 horas de operación	Limpie y engrase los sellos de los baleros.
Balero de agujas o buje sólido del tambor de embrague.	Cada 2 horas de operación	Limpie y engrase, cámbielo según se requiera.
Zapatas de fricción de los contrapesos	Cada 10 horas de operación	Inspeccione por desgaste, cambios según sea necesario
Material absorbente en el escape	Después de cada 10 horas de operación	Cámbielo
Inspección desarmando el motor	La inspección de los siguiente componentes después de 50 horas de operación: pistón, perno de pistón y jaula del perno , biela y jaula de biela, baleros principales de cigüeñal, impulsor de flecha de balanceo, sello de flecha de bomba de agua	La inspección desarmando la debe realizar un distribuidor autorizado. Cambie las partes desgastadas según se requiera.

11. Transportar el kart

Si el carburador aún tiene gasolina, el kart solo se puede transportar en posición horizontal.

Si el kart se va a transportar en posición vertical, primero se debe drenar la gasolina del carburador

◆ **Nota:** Si el kart está en posición vertical durante el transporte, la gasolina restante en el carburador puede fluir hacia la carcasa con el resultado de que el motor no arranque la siguiente vez.

⇒ Retire el tapón de drenado (pos. 25, fig. 14) en la cámara de flotador del carburador y recolecte la gasolina en un contenedor apropiado.

⇒ Limpie el tornillo de drenado y vuelva a instalarlo.

12. Preservación de Motor y Equipo

Para periodos mas largo fuera de operación (invierno) asegúrese que el motor se preserve apropiadamente.

⇒ Quite el carburador, drene la gasolina y cierre las aberturas del carburador para asegurar que no entre polvo.

⇒ Cierre el puerto de admisión y de escape del motor para que estén sellados con cinta adhesiva.

⇒ Aplique aceite al sistema de escape para evitar oxidación.

⇒ Retire la batería de su soporte y cargue periódicamente con el cargador especificado.

■ **Atención:** Si el vehículo se va a guardar en temperaturas debajo de congelación, el sistema de enfriamiento se debe llenar con una mezcla de agua destilada y un anticongelante compatible con aluminio. La mezcla debe asegurar protección contra congelamiento a una temperatura de - 20 °C / - 4° F. Si no sigue esto el motor se puede dañar. (e.g. se puede quebrar el cilindro).

13. Solución de Problemas

Problema	Falla posible	Remedio
La marcha eléctrica no funciona cuando se presiona el botón	Cableado conectado mal	Verifique las conexiones, vea conexiones y ruta del arnés eléctrico
	Árnés eléctrico dañado	Cambie el arnés eléctrico
	Batería no conectada	Verifique la conexión de la batería
	Batería cargada inadecuadamente	Cambie la batería, vea batería y cargar batería
La marcha gira pero el motor no.	Engrane de marcha sucio	Limpie el engrane de marcha
El motor no arranca	El interruptor del circuito ENCENDIDO / APAGADO no está activado	Active el interruptor ENCENDIDO / APAGADO, vea arranque de motor
	Batería no está conectada	Verifique la conexión de la batería
	Batería mal cargada	Cambie la batería, vea batería y carga de batería
	Bujía con falla	Cambie la bujía
	No hay suficiente gasolina en el tanque	Rellene la gasolina
	No hay suministro de gasolina al carburador	Verifique las conexiones de la bomba de gasolina, vea instalación de la bomba de gasolina
	Filtro de gas tapado	Limpie el filtro de gas (refiérase a la calibración de carburador)
	Árnés eléctrico dañado	Cambie el arnés eléctrico
El motor no se mantiene encendido apropiadamente y se apaga	Perdida de compresión	Realice la inspección desarmando el motor (Centro Rotax)
	Mal ajuste de ralenti del carburador	Ajuste la velocidad de ralenti (refiérase a calibración de carburador)
El desempeño del motor cae a aproximadamente 7,000 r.p.m (solo para FR 125 MAX)	Mal ajuste de la preparación de la mezcla en ralenti	Ajuste la preparación de la mezcla en ralenti (refiérase a calibración de carburador)
	Ajuste incorrecto de tiempo de válvula de escape	Ajuste el tiempo de la válvula de escape (refiérase a calibración de carburador)
El motor muestra pérdida de desempeño	Depósitos de carbón en la válvula de escape	Limpie la válvula de escape
	Mala compresión	Realice inspección de desarmado (Centro Rotax)
	Carburador mal esperado	Optimize el esperado del carburador (refiérase a calibración de carburador)
	Suministro de gasolina insuficiente en el carburador	Revise el suministro de gasolina hacia el carburador

Instrucciones de Operación para FR 125 MAX, FR 125 Junior MAX y FR 125 Mini Max

	Filtro de gasolina tapado	Limpie el filtro de gasolina (refiérase a calibración de carburador)
El motor no llega a la máxima velocidad de 14.000 r.p.m. (FR 125 MAX) 12.200 r.p.m. (FR 125 Junior MAX) 11.500 r.p.m. (FR 125 Mini MAX)	Carburador mal esperado	Optimize el esperado del carburador (refiérase a calibración de carburador)
El motor falla durante la operación del kart.	Malas conexiones en la batería y arnés eléctrico	Arregle bien las conexiones
	El esprado del carburador es muy pobre	Optimize el esperado del carburador (refiérase a calibración de carburador)
	Se usa el motor en temperatura ambiente baja (hasta 10°C /)	El uso de una bujía que es recomendada para estas circunstancias (por ejemplo: DENSO IW 27 / NGK SR 8 EG)
El motor se sobrecalienta	Cantidad inadecuada de refrigerante en el sistema de enfriamiento	Rellene el refrigerante
	Circuito de enfriamiento inoperante	Realice inspección desarmando. (Centro Rotax)
	Sale refrigerante en el agujero de derrame de la carcasa.	Realice inspección desarmando. (Centro Rotax)
	El termostato no abre	Revise si el termostato se mueve libremente, cámbielo si es necesario
El motor vibra excesivamente	Las laminillas de enfriamiento están tapadas	Limpie el radiador
	El motor está flojo en el marco del chasis	Revise la instalación del motor y vuelva a apretar según se requiera
El embrague centrífugo se patina a velocidades arriba de 4,000 r.p.m	El impulsor de la flecha de balanceo esta desgastado o ajustado incorrectamente	Renueve el impulsor de la flecha de balanceo o corrija el ajuste
	Las zapatas de fricción sucias con aceite	Limpie las zapatas de fricción
El embrague centrífugo no libera a velocidad de ralenti	Zapatas de fricción desgastadas	Renueve las 3 zapatas de fricción
	El tambor del embrague esta sucio	Limpie el tambor del embrague
	Resorte de embrague fracturado	Renueve los 3 resortes de embrague
Emisión de ruido excesivo en el sistema de escape	Material de amortiguación (colchoneta) del mofle esta desgastado	Cambie el material de amortiguación de ruido (colchoneta.)

ANEXO 6

TABLAS DE COEFICIENTES LIMITADORES DE RESISTENCIA

Tabla de selección de coeficiente k_a

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{utr} kpsi	S_{utr} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

De C.J. Noll y C. Lipson, "Allowable Working Stresses", en *Society for Experimental Stress Analysis*, vol. 3. núm. 2, 1946, p. 29. Reproducida por O.J. Horger (ed.). *Metals Engineering Design ASME Handbook*, McGraw-Hill, Nueva York. Copyright© 1953 por The McGraw-Hill Companies, Inc. Reproducido con autorización.

Tabla de selección de coeficiente k_b

$$k_b = \begin{cases} (d/0.3)^{-0.107} = 0.879d^{-0.107} & 0.11 \leq d \leq 2 \text{ pulg} \\ 0.91d^{-0.157} & 2 < d \leq 10 \text{ pulg} \\ (d/7.62)^{-0.107} = 1.24d^{-0.107} & 2.79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1.51d^{-0.157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

Para carga axial no hay efecto de tamaño, por lo cual

$$k_b = 1$$

Tabla de selección de coeficiente k_c

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexión} \\ 0.85 & \text{axial} \\ 0.59 & \text{torsión}^{17} \end{cases}$$

Tabla de selección de coeficiente k_d

Temperatura, °C	S_T/S_{RT}	Temperatura, °F	S_T/S_{RT}
20	1.000	70	1.000
50	1.010	100	1.008
100	1.020	200	1.020
150	1.025	300	1.024
200	1.020	400	1.018
250	1.000	500	0.995
300	0.975	600	0.963
350	0.943	700	0.927
400	0.900	800	0.872
450	0.843	900	0.797
500	0.768	1 000	0.698
550	0.672	1 100	0.567
600	0.549		

Tabla de selección de coeficiente k_e

Confiabilidad, %	Variación de transformación z_o	Factor de confiabilidad k_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

ANEXO 7

PROPIEDADES MECÁNICAS DE METALES NO FERROSOS

Materiales	Densidad ρ (Mg/m ³)	Módulo de elasticidad E (GPa)	Módulo de rigidez G (GPa)	Resistencia a la cedencia (MPa) σ_y			Resistencia última (MPa) σ_u			% de elongación en probeta de 50 mm	Razón de Poisson ν	Coeficiente de expansión térmica α (10 ⁻⁶)/°C
				Tens.	Comp. ^b	Cortante	Tens.	Comp. ^b	Cortante			
Metálicos												
Aleaciones de aluminio forjado [2014-T6 6061-T6]	2.79	73.1	27	414	414	172	469	469	290	10	0.35	23
	2.71	68.9	26	255	255	131	290	290	186	12	0.35	24
Aleaciones de hierro fundido [Gris ASTM 20 Maleable ASTM A-197]	7.19	67.0	27	-	-	-	179	669	-	0.6	0.28	12
	7.28	172	68	-	-	-	276	572	-	5	0.28	12
Aleaciones de cobre [Latón rojo C83400 Bronce C86100]	8.74	101	37	70.0	70.0	-	241	241	-	35	0.35	18
	8.83	103	38	345	345	-	655	655	-	20	0.34	17
Aleaciones de magnesio [Am 1004-T61]	1.83	44.7	18	152	152	-	276	276	152	1	0.30	26
Aleaciones de acero [Estructural A36 Inoxidable 304 De herramienta L2]	7.85	200	75	250	250	-	400	400	-	30	0.32	12
	7.86	193	75	207	207	-	517	517	-	40	0.27	17
	8.16	200	75	703	703	-	800	800	-	22	0.32	12
Aleación de titanio [Ti-6Al-4V]	4.43	120	44	924	924	-	1,000	1,000	-	16	0.36	9.4
No metálicos												
Concreto [De baja resistencia De alta resistencia]	2.38	22.1	-	-	-	12	-	-	-	-	0.15	11
	2.38	29.0	-	-	-	38	-	-	-	-	0.15	11

ANEXO 8

PLANO DEL EJE DE TRANSMISIÓN

