



**Implementación un sistema de dirección para un Go-Kart eléctrico para la Carrera de
Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas**

ESPE

Lanchimba Masache, Melanie Alexandra

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz

Ing. Arias Pérez, Ángel Javier

Latacunga, 02 de septiembre del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “**Implementación un sistema de dirección para un Go-Kart eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**” fue realizado por la señorita **Lanchimba Masache, Melanie Alexandra** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, septiembre de 2021



.....

Ing. Arias Pérez Ángel Javier

C. C.: 050345481-1



Urkund Analysis Result

Analysed Document: MONOGRAFÍA LANCHIMBA.pdf (D112129652)
Submitted: 9/6/2021 3:27:00 PM
Submitted By: jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

Tesis Aguirre Edison.pdf (D78829949)
 Tesis Aguirre Edison.pdf (D78802376)
 TRABAJO TITULACIÓN - ANDRES PUETATE.pdf (D20364622)
<https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/483/Narv%C3%A1ezC%C3%B3rdobajes%C3%BAAsAndres.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
<https://tkart.it/es/magazine/consejos-de-los-expertos/gli-effetti-della-regolazione-del-caster-sullassetto-del-kart/>
<https://www.slideshare.net/yomismo1/consejos-tecnicos-942>
<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/7878/1/TESINA-CIBA-001.pdf>
http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/9208/1/TFG_Diego_Perez_Monteagudo.pdf
<https://www.slideshare.net/mikyss94/gokartingh>

Instances where selected sources appear:

10



.....

Ing. Arias Pérez Ángel Javier

C. C.: 050345481-1



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Lanchimba Masache, Melanie Alexandra**, con cédula de ciudadanía N° 175249710-5 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **Implementación un sistema de dirección para un Go-Kart eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, septiembre de 2021

Lanchimba Masache, Melanie Alexandra

C.C.: 175249710-5



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE
TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Lanchimba Masache, Melanie Alexandra**, con cédula de ciudadanía N° 175249710-5 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Implementación un sistema de dirección para un Go-Kart eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, septiembre de 2021

Lanchimba Masache, Melanie Alexandra

C.C.: 175249710-5

Dedicatoria

El presente proyecto se lo dedico a mis padres Ilda Masache y Fernando Lanchimba los cuales me han sabido brindarme su cariño, guiarme y apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi vida. Cada uno de mis sueños y metas logrados hasta el día de hoy se los debo a ustedes incluido este presente proyecto de titulación, también por las lecciones que me enseñaron que con esfuerzo, humildad y trabajo duro se puede salir adelante en cualquier cosa que nos propongamos hacer.

A mi hermana Denisse quien ha estado conmigo en todo momento de mi vida y me ha enseñado que con una sonrisa sincera todo puede mejorar y la cual junto con mis padres han sido el pilar que me ha inspirado a seguir adelante.

A mi familia quienes me han brindado consejos, apoyo en todo momento a lo largo de mi carrera universitaria.

Lanchimba Masache, Melanie Alexandra

Agradecimiento

Le doy gracias primero a Dios por bendecirme en todo momento, a mis padres Ilda Masache y Fernando Lanchimba por cada esfuerzo y sacrificio que hicieron, han valido la pena porque gracias a ustedes logre otra meta más, también por brindarme un abrazo cada vez que lo necesitaba y siempre tener un buen consejo que brindar, por inculcarme valores que me han servido mucho para ser la persona que soy.

A mi hermana Denisse quien ha estado conmigo y ha sido mi compañera de aventuras, travesuras, peleas, tristezas, alegrías y más que todo por el apoyo brindado. A toda mi familia quienes han llenado mis días de apoyo, alegrías y buenos recuerdos, pero también me han llenado de consejos que aprecio y agradezco mucho.

Gracias esas personas que llegaron a mi vida hacerla un poco más linda y se llaman amigos, gracias por su apoyo infinito y buenos deseos.

A los docentes de la Carrera quienes me brindaron todo su esfuerzo en transmitir sus conocimientos, buenos consejos para llegar a ser una profesional de la patria.

Lanchimba Masache, Melanie Alexandra

Tabla de Contenido

Carátula.....	1
Certificación	2
Reporte de Verificación.....	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de Contenido	8
Índice de Figuras	11
Índice de Tablas	13
Resumen	14
Abstract.....	15
Antecedentes	16
Planteamiento del problema.....	17
Justificación e importancia.....	18
Objetivos.....	18
<i>Objetivo general.....</i>	18
<i>Objetivos Específicos</i>	18

Alcance.....	19
Marco Teórico.....	20
Sistema de Dirección.....	20
<i>Componentes del Sistema de Dirección</i>	21
<i>Características del Sistema de Dirección</i>	26
<i>Materiales Utilizados en el Sistema de Dirección.</i>	27
<i>Principio de Ackerman</i>	27
Desarrollo.....	34
Selección de Componentes.....	34
Recopilación de Datos.....	35
<i>Volante</i>	35
<i>Columna de Dirección</i>	36
<i>Varillas de Dirección</i>	36
<i>Manguetas</i>	37
<i>Rines.</i>	38
<i>Llantas</i>	38
Alineación del sistema de dirección con láser.....	39
Observaciones.....	43
<i>Antes de la Alineación.</i>	43

<i>Después de la Alineación</i>	43
Comprobación de Teoría.....	43
<i>Angulo de Ackerman</i>	43
Distancias.....	44
<i>Distancia de Giro Cerrado</i>	44
<i>Distancia de Giro en L o Abierto</i>	45
Conclusiones y Recomendaciones	46
Conclusiones.....	46
Recomendaciones.....	47
Bibliografía	48
Anexos	51

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Componentes del Sistema de Dirección.</i>	20
Figura 2 <i>Posición del Volante</i>	21
Figura 3 <i>Columna de Dirección de Go-Kart.</i>	22
Figura 4 <i>Rotulas y Varillas.</i>	22
Figura 5 <i>Manguetas unidas a la Varilla de Dirección, Chasis y Neumático.</i>	23
Figura 6 <i>Efecto Ackerman</i>	28
Figura 7 <i>Puntos de Pivote Cercanos al Eje Trasero</i>	29
Figura 8 <i>Convergencia y Divergencia de los Neumáticos.</i>	30
Figura 9 <i>Estado Neutro y Divergencia de los Neumáticos</i>	31
Figura 10 <i>Ángulo de Caída o Camber</i>	32
Figura 11 <i>Efecto del Ángulo de Avance.</i>	32
Figura 12 <i>Ángulo de Avance o Caster.</i>	33
Figura 13 <i>Volante de Dirección</i>	35
Figura 14 <i>Columna de Dirección</i>	36
Figura 15 <i>Varillas de Dirección</i>	36
Figura 16 <i>Manguetas</i>	37
Figura 17 <i>Rines</i>	38
Figura 18 <i>Llantas</i>	38
Figura 19 <i>Bieletas de Dirección Flojas.</i>	39
Figura 20 <i>Láser nivelados.</i>	40
Figura 21 <i>Bieleta totalmente cerrada.</i>	40
Figura 22 <i>Comprobación de Volante Recto.</i>	41

Figura 23 <i>Abertura de la Varilla de Dirección</i>	41
Figura 24 <i>Alineación Ideal</i>	42
Figura 25 <i>Ajuste de las Varillas de Dirección</i>	42
Figura 26 <i>Principio de Ackerman</i>	44
Figura 27 <i>Prueba de Giro Cerrado</i>	45
Figura 28 <i>Giro en L o Abierto</i>	45

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Medidas de los Neumáticos de 5"</i>	24
Tabla 2 <i>Medidas de los Neumáticos de 6"</i>	24
Tabla 3 <i>Homologación de neumáticos por el reglamento CIK/FIA</i>	25
Tabla 4 <i>Comportamiento de los Neumáticos Según la Presión.</i>	26
Tabla 5 <i>Materiales Utilizados en los Componentes de la Dirección</i>	27
Tabla 6 <i>Selección de Materiales del Sistema de Dirección</i>	34

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo principal montar un sistema de dirección para un Go-Kart eléctrico para conocer la importancia que tiene la dirección en cualquier medio de transporte donde se requiera controlar la trayectoria, desde bicicletas como también en vehículos de competencia y ver el comportamiento del sistema de dirección garantizando un eficaz funcionamiento de todo el Go-Kart cuando esté en marcha especialmente en curvas, para el montaje de este sistema se requirió una adecuada selección de componentes bajo el reglamento y especificaciones de la CIK-FIA, con esto se logra que el sistema de dirección sea seguro en todo momento ya sea en una recta o en curvas y no existan vibraciones en ningún momento. Toda esta información fue investigada de fuentes bibliográficas confiables para asegurarnos que la información sea correcta. Para ello se dividió el documento en 4, los cuales van a servir para futuros trabajos de investigación e interpretar de la mejor manera el montaje del sistema de dirección como también su alineación e instrumentos que se pueden usar para realizar este proceso de igual manera para finalizar con las pruebas y comprobar que el sistema no tenga alguna falla que pueda provocar un detrimento tanto al Go-Kart como al piloto.

Palabras clave:

- **MOTOR ELÉCTRICO**
- **GO-KART**
- **CIK-FIA**

Abstract

The main objective of this project is to assemble a steering system for an electric Go-Kart to know the importance of steering in any means of transport where it is required to control the trajectory, from bicycles as well as in competition vehicles and see the behavior of the steering system guaranteeing an efficient operation of the entire Go-Kart when it is in motion especially in curves, for the assembly of this system an adequate selection of components was required under the regulations and specifications of the CIK-FIA, with this it is achieved that the steering system is safe at all times whether on a straight or in curves and there are no vibrations at any time. All this information was researched from reliable bibliographic sources to ensure that the information is correct. For this, the document was divided into 4, which will serve for future research and interpret in the best way the assembly of the steering system as well as its alignment and instruments that can be used to carry out this process in the same way to finalize with the tests and check that the system does not have any fault that could cause a detriment to both the Go-Kart and the pilot.

Keywords:

- **ELECTRIC MOTOR**
- **GO-KART**
- **CIK-FIA**

Capítulo I

1. Antecedentes

La industria automotriz por muchos años ha trabajado en busca de estrategias que le permitan disminuir el impacto ambiental, por lo cual se han desarrollado vehículos con fuentes de energía alternativa siendo estos los vehículos híbridos, eléctricos y con funcionamiento de propulsión por hidrogeno los cuales ayudaran a disminuir la contaminación y mejorar calidad de aire.

Según lo mencionado en la normativa EURO (s.f) son reglamentos utilizados con el objetivo de disminuir la contaminación y establecen límites de emisión permitidos para vehículos de combustión. (Martinez, Proaño , & Puertas, 2018).

Por otro lado, la FIA es una organización reconocida mundialmente debido a las competiciones automovilísticas que regula, como la ABB F1 donde compiten monoplasas eléctricos y busca concientizar a las personas e inspirar un cambio en las practicas sostenibles para ayudar a reducir las emisiones de carbono a nivel mundial y la comisión internacional de karting (CIK) reconocida por la FIA que regula los parámetros del karting para las competencias. (Federación Internacional del Automovil, s.f.)

El vehículo tiene componentes que son esenciales para su correcto funcionamiento, uno de sus principales sistemas es el de dirección el cual en sus inicios eran accionados por medio de una palanca, hasta la actualidad que en su mayoría el sistema de dirección es accionado por un volante redondo obteniendo una conducción suave y precisa para el conductor. (Arias & Avila , 2010)

1.1. Planteamiento del problema

En el mundo de la competición automotriz los problemas ambientales están cobrando importancia, es por esto que se creó la formula E en donde el principal objetivo es mejorar las prestaciones que tiene un vehículo eléctrico tanto en autonomía como en velocidad; siendo la fórmula 1 el principal objetivo de todo amante a la competencia automotriz y la formula E, de todo innovador o amante de las energías alternativas de propulsión; donde el peso de cada vehículo forma parte importante de estas categorías.

El adelanto que ha tenido la tecnología durante los últimos 20 años en el ámbito automotriz es muy considerable; sin embargo, al construir un Go-Kart eléctrico se debe tomar en cuenta que los sistemas modernos en dirección conllevan a un consumo importante de energía y representan una carga considerable en cuanto al peso de estos componentes.

Por otro lado, el sistema de dirección convencional se caracteriza por la sencillez de su mecanismo, más compacto y su fácil montaje, debido a que disminuye gran parte de los esfuerzos del volante, garantizando una levedad al tomar giros y agilidad para regresar a su posición inicial, logrando así una dirección segura y estable cuando el conductor maniobre el Go Kart.

1.2. Justificación e importancia

Con este proyecto se pretende obtener un sistema de dirección que cumpla con todas las normativas y exigencias que son reguladas por la Comisión Internacional del Karting (CIK) y a nivel nacional por la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo (FEDAK) en conjunto con la Federación Internacional del Automóvil (FIA) con el fin de obtener mejor maniobrabilidad al momento de mover el volante y una mayor precisión al curvar evitando así accidentes inesperados.

Con el montaje del sistema de dirección a un Go-Kart el conductor controlará la trayectoria con más facilidad y con la selección adecuada de materiales el conductor logrará recibir mejor las curvas sin tener ningún problema en el trayecto.

El sistema de dirección es de gran importancia en el Go-Kart siendo este el que garantiza la seguridad del conductor y también es el que soporta todas las fuerzas y esfuerzos que por lo general se presentan en la pista.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Implementar un sistema de dirección para un Go-Kart eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar información mediante fuentes bibliográficas para el montaje del sistema de dirección para un de Go-Kart eléctrico.
- Dimensionar el sistema de dirección en base al bastidor mediante la selección adecuada de materiales para la construcción del Go-Kart eléctrico.

- Ensamblar el sistema de dirección mediante el uso de componentes, dimensiones y procesos de ensamble adecuados para el acople óptimo con el bastidor del Go-Kart eléctrico

1.4. Alcance

El alcance de este proyecto es lograr el montaje del sistema de dirección en un Go-Kart por lo cual con una adecuada selección de materiales y dimensionamiento correcto de la dirección en base al bastidor se logrará un sistema de dirección que sea óptimo al momento de conducir el Go-Kart, para ello se necesitó una dirección de Go-Kart que ya vienen regulados por la CIK/FIA, ya que estos al ser más pequeños y compactos no perjudica la autonomía del Go-Kart y permite un mejor control en las curvas en pista como también facilita su mantenimiento al tener un mecanismo sencillo.

Capítulo II

2. Marco Teórico.

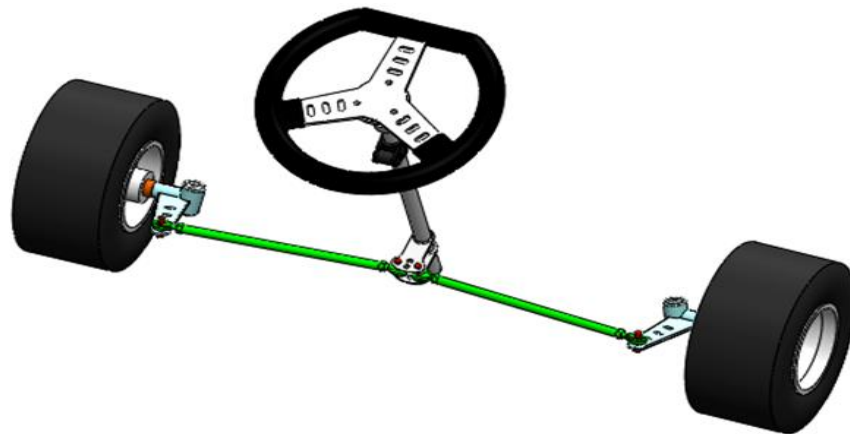
2.1. Sistema de Dirección

Este sistema es formado por un grupo de elementos, donde el conductor fija una trayectoria del Go-Kart por medio del volante que al girar altera la posición de las ruedas delanteras.

El sistema de dirección debe cumplir con varias características que le ofrezcan al conductor comodidad, precisión, facilidad de manejo y estabilidad, todo esto lleva consigo e influye en la conducción el peso del vehículo, la superficie de los neumáticos, posición del volante con el conductor, materiales con que están fabricado, el modo de ajustar, etc. (Arias & Avila , 2010)

Figura 1

Componentes del Sistema de Dirección.



Nota. Sistema de dirección de Go-Kart y cada uno de los componentes del mismo. Tomado de (Narváez L. , 2012)

2.1.1. Componentes del Sistema de Dirección

- **Volante de Dirección**

Es el componente que posibilita la maniobrabilidad de la dirección. Depende de la ergonomía de conducción para que el conductor se sienta cómodo al momento de manejar, esto también ayuda a la adherencia y estabilidad a la pista. Como se indica en la figura 2 la posición del volante debe estar a la altura de los hombros.

Figura 2

Posición del Volante



Nota. La correcta posición de conducción es cuando se puede llegar tanto al volante como a los pedales con los brazos y piernas ligeramente flexionados. Tomado de (Quezada , 2018)

- **Barra de Dirección**

En la figura 3 se muestra una barra tubular que une a un soporte en el chasis, unido a través de placas a la barra de dirección y un acople hacia el volante. Su funcionamiento es sencillo ya que al mover el volante se mueve, gira la columna de dirección dando como resultado que se muevan las barras de dirección y así girando los neumáticos.

Figura 3

Columna de Dirección de Go-Kart.



Nota. Columna de Dirección de Go-Kart. Tomado de (Narváez L. , 2012)

- **Rotulas y Varillas de Dirección**

En la figura 4 se aprecia las varillas y rotulas que son las que permiten mover a las ruedas y también son las que se unen a la columna de dirección, según la longitud de estas se puede variar la divergencia o convergencia de las ruedas.

Figura 4

Rotulas y Varillas.



Nota. Depende del material tiene una medida determinada, si es de acero el diámetro mínimo es de 8mm y si es de material plástico tiene que ser de 16mm, tomando en cuenta que la dirección debe tener tope. Tomado de (Amazon, 2019)

- **Manguetas o Puntas de Eje**

Es la parte que se une a las varillas de dirección y a los soportes del chasis, aquí se colocan las ruedas, como se muestra en la figura 5 las manguetas poseen separadores que usualmente van dos a cada lado que ayudan a adaptar la separación del chasis con los neumáticos

Figura 5

Manguetas unidas a la Varilla de Dirección, Chasis y Neumático.



Nota. Manguetas unidas a la Varilla de Dirección, Chasis y Neumático.

- **Rines y Neumáticos Usados en el Go-Kart**

Rines. Tienen que ser resistentes a las fuerzas aplicadas durante una competencia y es la parte que donde se colocan los neumáticos.

Neumáticos. Permite una fricción y adherencia con el suelo lo que posibilita el frenado y arranque óptimos. Existen diferentes neumáticos para kart según las condiciones que presente la pista.

Todas las llantas utilizadas en los karts deben ser homologadas, cualquier modificación en las mismas está prohibida, como también cualquier tratamiento de las llantas con químicos está prohibido.

Como se puede observar en la tabla 1 y 2, las medidas que deben tener los neumáticos tanto si elegimos un neumático de 5" o 6" (pulgadas)

Tabla 1

Medidas de los Neumáticos de 5"

Parte	Medida	Mm
Rueda Delantera	Diámetro exterior máx.	280
Rueda posterior	Diámetro exterior máx.	300
Rueda Trasera	Ancho máx.	215
Rueda frontal	Ancho máx.	135

Nota. La tabla 1 representa las medidas de los neumáticos que son de 5 pulgadas, estas son las más utilizadas Tomado de (Cuevas & Gutiérrez , 2008)

Tabla 2

Medidas de los Neumáticos de 6"

Parte	Medida	Mm
Ruedas	Ancho máx.	250
Ruedas	Diámetro máx. en conjunto	350

Nota. La tabla 2 representa las medidas de los neumáticos que son de 6 pulgadas que son menos utilizadas. Modificado de (Cuevas & Gutiérrez , 2008)

- **Homologación de Neumáticos**

El reglamento de la CIK-FIA establece las diferentes llantas homologadas para una competencia en karting como se muestra en la tabla 4, los cuales son usados para cualquier condición de la pista.

Tabla 3

Homologación de neumáticos por el reglamento CIK/FIA

Fabricante	País	Marca
Hoosier Racing Tire	USA	Hoosier
MG Industria Comercio S.A	BRA	MG WT
LeCont Srl	ITA	LH
Vega SpA	ITA	Vega
Reinifenwerk Heidenau GmbH	GER	Mojo
Bridgestone Corporation	JPN	Bridgestone
Sumitomo Rubber Industries	JPN	Dunlop
The Yokohama Rubber Co.	JPN	Yokohama/Advan

Nota. En la tabla vemos los diversos tipos de neumáticos de Go Kart, el cual escogimos el neumático de la marca Bridgestone. Tomado de (CIK/FIA, 2016)

- **Presión de los Neumáticos**

La presión de los neumáticos es uno de los factores más importantes ya que influye en tanto factores como por ejemplo el tipo de gomas, temperatura de la pista, el peso del piloto y equilibrio del Go-Kart. (Newton , 2007)

Ya que si la presión es mayor origina más rigidez y por ende más calor y si la presión es menor pasa lo contrario, esto significa un aumento más rápido de la temperatura y se puede sobrecalentar en las carreras y la duración es menor. De lo contrario si existe una menor presión significa una mayor capacidad de flexión de la llanta generando una mayor resistencia al deslizamiento en curvas.

En la tabla 5 indica el comportamiento según la presión de los neumáticos:

Tabla 4

Comportamiento de los Neumáticos Según la Presión.

Presión	Más Alta	Más Baja
Agarre	Decrece	Aumenta
Área de Contacto	Decrece	Aumenta
Respuesta del Volante	Rápida	Lenta
Rigidez Lateral	Más dura	Más blanda
Rendimiento Mojado	Aumenta	Decrece
Duración	Decrece	Aumenta

Nota. La presión depende de las condiciones de temperatura, pista, el tipo de neumáticos tiene, peso y el tipo de circuito. Tomado de (González , s.f)

2.1.2. Características del Sistema de Dirección

La dirección es controlada mediante un volante que debe tener un margen continuo que no incorpora ángulo de reflejo.

Cualquier dispositivo puesto en el volante no deben tener más de 20mm y no deben existir bordes afilados.

No está permitidos mandos de dirección flexibles por cable o cadena y todos los componentes de la dirección tienen una forma de ensamble segura.

Columna de dirección: diámetro mín. 18mm, espesor mín. 1,8mm.

Columna de dirección acero magnético A36. (FIA, s.f.)

2.1.3. Materiales Utilizados en el Sistema de Dirección.

Tabla 5.

Materiales Utilizados en los Componentes de la Dirección

Componentes	Materiales Utilizados
Volante	Aluminio
Columna de Dirección	Acero al carbono SAE 1045 Acero bonificado SAE 4340 Acero con cementita SAE 3115 Aleaciones de cromo, níquel y molibdeno
Varillas de Dirección	Aluminio
Manguetas	Acero
Manzanas	Aluminio
Aros	Aluminio fundido Aleaciones de magnesio y cromo
Neumáticos	Caucho

Nota. En la tabla 3 se indica que materiales se puede usar cada componente del sistema de dirección.

2.1.4. Principio de Ackerman

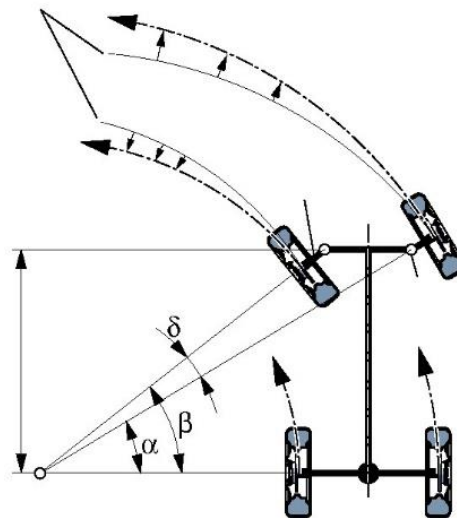
El principio de Ackerman define la geometría que utilizan los vehículos para generar un correcto ángulo de giro de la dirección ya que cada rueda debe girar con un centro de giro

similar al momento de girar. La principal característica de Ackerman es en el comportamiento dinámico del vehículo al girar, en la figura 6 indica que la rueda interna está en un ángulo de dirección mayor que la rueda exterior, es decir que $\beta > \alpha$.

Por el contrario, si las ruedas delanteras giraran con los ángulos similares al girar la rueda interior se deslizaría hacia los lados generando desgaste y calor disminuyendo su efectividad.

Figura 6

Efecto Ackerman

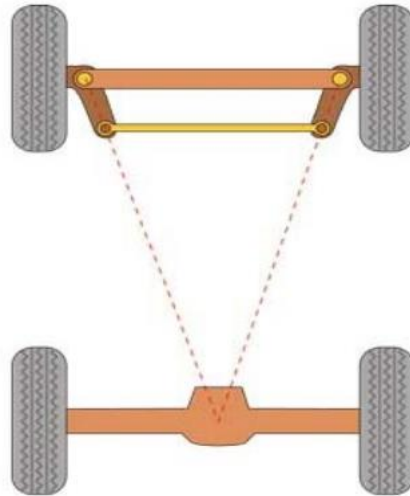


Nota. Comportamiento dinámico del vehículo, la rueda interna tiene un ángulo mayor que la otra. Tomado de (Rodriguez, 2010)

En la figura 7 los puntos se localizan sobre las líneas desde los pivotes centrales de la rueda al eje trasero al punto medio, pero en un Go-Kart hay problemas de que la rueda externa o interna no se comporta como debería y podría ser peligroso.

Figura 7

Puntos de Pivote Cercanos al Eje Trasero



Nota. El ángulo de Ackerman no es igual para los vehículos de competencia ya que en las curvas ahí una notable transferencia de cargas y los ángulos de las ruedas tienen gran diferencia. Tomado de (Domínguez & Ferrer , 2008)

- **Convergencia y Divergencia**

La convergencia de las ruedas frontales se entiende como el ángulo que se forma desde la rueda con el eje longitudinal del kart, si es un ángulo agudo las ruedas se cierran hacia adelante, si las ruedas están abiertas hay divergencia, mientras que si están las ruedas paralelas no hay convergencia, así como se muestra en la figura 8 se pierde la mínima potencia y un menor desgaste de gomas cuando las ruedas están paralelas.

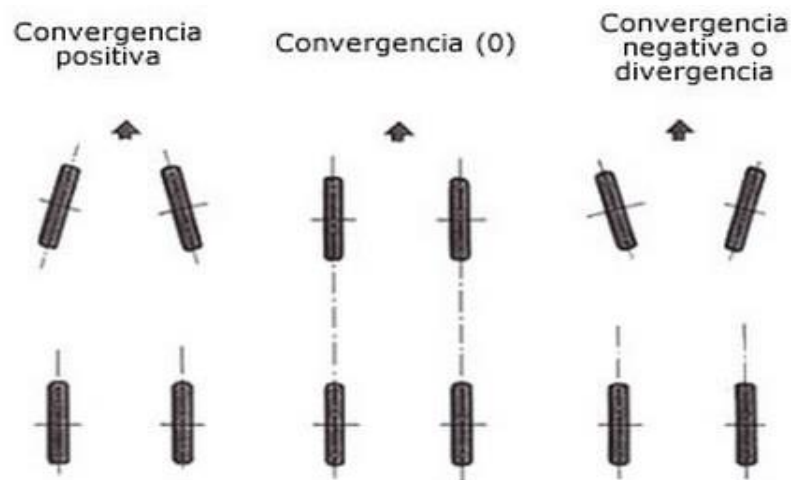
Con una convergencia incorrecta causa un desgaste en los extremos del neumático y por el otro lado con una divergencia incorrecta realiza un desgaste en los bordes inferiores del neumático. La convergencia suele mantener el vehículo en línea recta mientras que en la

divergencia hace más fácil el giro, es así que todo depende del reglaje ya que hay que conseguir un compromiso entre la facilidad de giro, el desgaste de gomas y la estabilidad.

Si se llega a ajustar divergentemente se debe hacer en la parte delantera, si lo hacemos en las ruedas traseras originaría un subviraje y no se podría conducir, es por ello que las ruedas posteriores deben estar paralelas o con convergencia muy pequeña.

Figura 8

Convergencia y Divergencia de los Neumáticos.



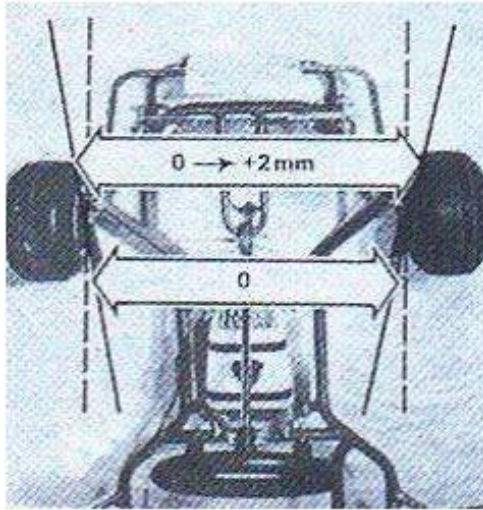
Nota. Convergencia positiva cuando están las llantas metidas, convergencia negativa o divergencia cuando las llantas están abiertas. Tomado de (Zona Gravedad, 2014)

El ajuste más común en Go-Karts de 100cc, es divergente entre 0 y 2mm como muestra la figura 9, si se coloca cantidades más elevadas ocasiona desgaste en neumáticos y hay complicaciones en cuanto al rodaje en recta. (Kindler & Kynast, 2001)

Se realiza el reglaje de ruedas paralelas para tener una referencia adecuada, se mide minuciosamente y se varia la longitud de las varillas de dirección intentando que tengan la menor diferencia entre ellas. (González , s.f)

Figura 9

Estado Neutro y Divergencia de los Neumáticos



Nota. Divergencia entre 0mm y 2mm. Tomado de (González , s.f)

- **Ángulo de Caída**

Este ángulo mide la parte media de la rueda con respecto a la vertical, es decir que este ángulo verifica si la parte superior de la rueda se encuentra totalmente neutral, si se encuentra más lejos del Go-Kart o viceversa.

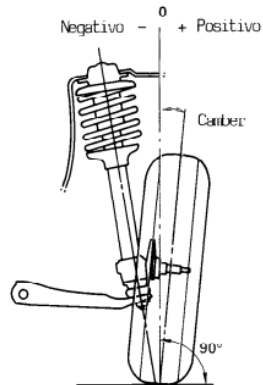
Ángulo de Caída Neutral. La base del neumático se encuentra totalmente en contacto con la superficie

Ángulo de caída positivo. La parte superior del neumático está más alejada de la carrocería que la parte inferior

Ángulo de caída negativo. Lo contrario que el positivo donde la parte superior de la rueda se encuentra más cerca de la carrocería que la parte inferior. (Jazar, s.f)

Figura 10

Ángulo de Caída o Camber

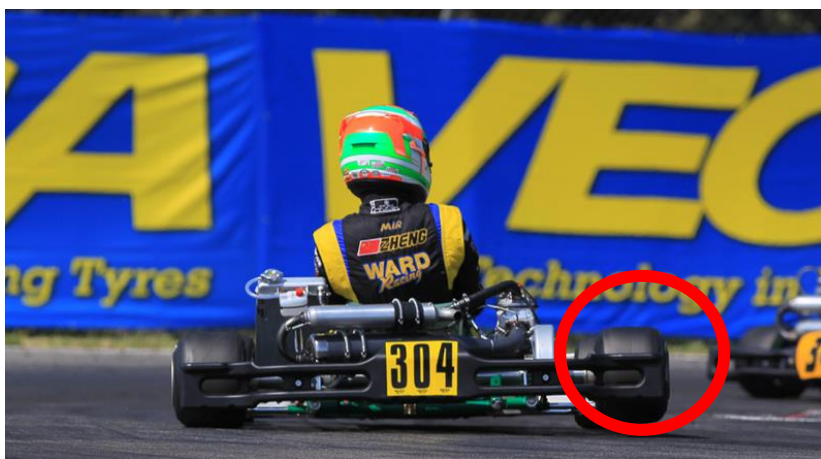


Nota. En la figura 10 indica el ángulo de caída de las ruedas o neumáticos, el más utilizado es el ángulo de caída negativo, ya que este ángulo ayuda en las curvas al Go-Kart. Tomado de (TOYOTA, s.f)

- **Ángulo de Avance**

Figura 11

Efecto del Ángulo de Avance.



Nota. La figura 11 muestra como la rueda trasera se levanta en una curva. Tomado de (TKART, 2016)

Este ángulo permite que la rueda interior trasera se levante en una curva, este ángulo se forma el eje vertical de la rueda y el pivote del terminal en el sentido por donde avanza la rueda y tiende a regresar la dirección. Estos ángulos pueden ser entre 1° a 3° en tracción delantera y entre 5° a 10° en tracción delantera. (Narváez, Acevedo , Ávila , & Zapata, 2015)

Un avance muy fuerte reduce el deslizamiento de los neumáticos delanteros y ayuda a que no se calienten rápidamente, pero los neumáticos posteriores se deslizan fácilmente calentándose más rápido que los demás neumáticos. Por el contrario, un avance negativo o descargado es lo contrario, aquí tiene más agarre los neumáticos traseros, pero con más deslizamiento y calentamiento de los neumáticos delanteros.

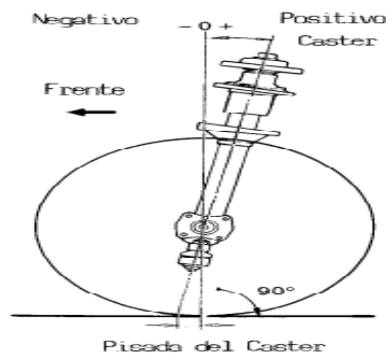
Avance Positivo. Se usa con tracción trasera solo si está enfrente de la línea del pivote.

Avance Neutro. La dirección no retorna automáticamente.

Avance Negativo. Se usa con tracción delantera solo si el centro de giro está detrás de la línea del brazo o pivote.

Figura 12

Ángulo de Avance o Caster.



Nota. La figura 12 muestra los diferentes ángulos de avance que existen

Capítulo III

3. Desarrollo

3.1. Selección de Componentes

Para una correcta elección del sistema de dirección con sus componentes, se toma en cuenta las alternativas las cuales tienen que cumplir con lo siguiente:

Bajo peso. Con el cual se logra que el Go-Kart tenga mayor autonomía.

Bajo costo. Este sistema debe tener un costo moderado, de calidad y fácil de obtener.

Mayor estabilidad. Según la disposición de los elementos mantiene una determinada trayectoria.

Fácil mantenimiento. Los elementos tienen que ser desmontables para poder realizar un correcto mantenimiento.

Tabla 6

Selección de Materiales del Sistema de Dirección.

Componentes Obtenidos	Medidas	Material
Volante	Diámetro exterior mín. 250mm, máx. 320mm	Aluminio forrado con material antideslizante
Columna de Dirección	Diámetro mín. 18mm Espesor mín. 1,8mm	Acero
Varillas de Dirección	Diámetro mín. 8mm	Acero inoxidable
Manguetas	Diámetro mín. 17mm	Acero
Aro	Máx. 5" (pulgadas)	Aluminio
Neumáticos de 5"	Diámetro ext. Delantero 280mm Diámetro ext. Trasero 300mm Ancho máx. Trasero 215mm Ancho máx. Delantera 135mm	Caucho

Nota. La tabla 6 indica los parámetros que debe cumplir cada componente del sistema de dirección según la CIK/FIA. Modificada de (CIK/FIA, 2016)

3.2. Recopilación de Datos

3.2.1. Volante

Figura 13

Volante de Dirección



Nota. Volante unido a la columna de dirección

- *Material:* Aluminio
- *Diámetro:* 30cm
- *Grosor:* 3cm
- *Peso:* 500 gr

3.2.2. Columna de Dirección

Figura 14

Columna de Dirección



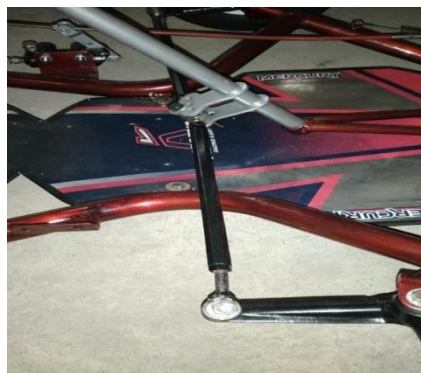
Nota. Medida de la columna de dirección.

- *Largo:* 53 cm
- *Grosor:* 2.85 cm
- *Peso:* 1000 gr
- *Material:* acero inoxidable

3.2.3. Varillas de Dirección

Figura 15

Varillas de Dirección



Nota. Varilla de dirección unida y ajustada a la columna y a la mangueta.

- *Largo: 45 cm*
- *Grosor: 1.5 cm*
- *Peso: 1360 gr*
- *Material: Acero Inoxidable*

3.2.4. Manguetas

Figura 16

Manguetas



Nota. Mangueta conectada al neumático.

- *Peso: 300 gr*
- *Material: Acero Inoxidable*

3.2.5. Rines

Figura 17

Rines



Nota. En la figura 14 vemos un rin de 5"

- *Medida:* 5 pulgadas
- *Peso:* 3 kg
- *Material:* Aluminio

3.2.6. Llantas

Figura 18

Llantas



Nota. Llanta de Go-Kart marca Bridgestone.

- *Medida:* 10*6 -5"
- *Peso:* 2.86 kg
- *Material:* caucho
- *Marca:* Bridgestone

3.3. Alineación del sistema de dirección con láser

Antes de empezar con la alineación se retiran las ruedas y se aflojan las varillas de las rotulas de dirección tomando en cuenta la dirección en que se aflojan tanto la tuerca como el perno.

Figura 19

Bieletas de Dirección Flojas.



Nota. La figura 19 muestra las bieletas de dirección siendo aflojadas, no sin antes sacar las ruedas para mayor comodidad.

Se ponen a nivel los laser a los dos lados en las manguetas y se encienden, luego verificamos que el volante este recto y el láser este centrado.

Figura 20

Láser nivelado.



Nota. En la figura 20 se colocan el láser en las dos manguetas respectivamente.

Para empezar con la alineación, las bieletas se cierran completamente para asegurarnos que la alineación sea la misma en los dos lados.

Figura 21

Bieleta totalmente cerrada.



Nota. La figura 21 muestra las bieletas completamente cerradas esto quiere decir que la dirección está completamente cerrada.

Nos aseguramos que el volante con la columna esté recto, para esto con una regla o un papel se coloca justo al lado de la dirección, en la figura 22 indica que el volante no está recto ya que los puntos señalados en la regla están muy separados y se debe alinear bien el volante para la alineación deseada.

Figura 22

Comprobación de Volante Recto.



Nota. Volante no alineado

Giramos la varilla o bieleta de dirección 2 veces a los dos lados asegurándonos que la dirección tenga la misma abertura y así hasta que el láser quede al valor que se desea, se verifica que el láser este en posición correcta y también que el volante se mantenga recto.

Figura 23

Abertura de la Varilla de Dirección



Nota. La figura 23 muestra la alineación de la dirección.

Luego de girar las varillas de dirección nos percatamos en el láser este 1mm bajo del centro como se muestra en la figura 24, el cual quiere decir que tenemos 0,5 mm de convergencia abierta por cada una y 1 mm por cada lado, lo que significa que hay 2 mm de ángulo de caída.

Figura 24

Alineación Ideal.

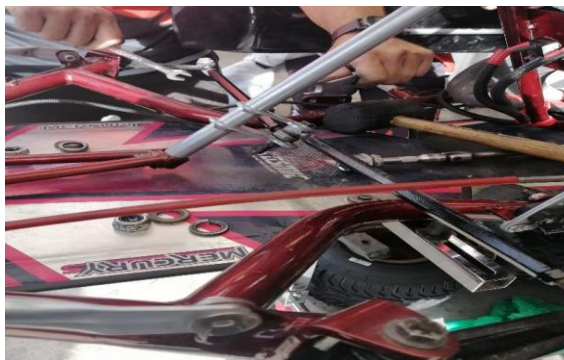


Nota. Alineación correcta de la dirección, a cada lado 0,5mm de convergencia negativa y 2mm en total de caída Tomada de (VICEARACING, 2020)

Por último, se ajusta las varillas con las tuercas asegurándose que no se muevan de lugar y se verifica que las rotulas puedan moverse libremente.

Figura 25

Ajuste de las Varillas de Dirección



Nota. Ajuste de la dirección correctamente alineada.

3.4. Observaciones

3.4.1. Antes de la Alineación.

Se realizaron pruebas de ruta donde el Go-Kart al momento de girar el volante producía una vibración lo cual producía inestabilidad que no era normal en el Kart, esto es debido a que la dirección tenía una convergencia positiva mayor.

3.4.2. Después de la Alineación.

Se realizó la misma prueba de ruta donde el Go-Kart se encontraba alineado correctamente con una convergencia negativa de 0,5 mm a cada lado y una caída de 1mm en los dos lados y al momento de curvar no se presencié ninguna vibración que alterara la facilidad de manejo del conductor.

3.5. Comprobación de Teoría

3.5.1. *Angulo de Ackerman*

Como se muestra en la figura 26 se muestra el principio de Ackerman donde el ángulo de la rueda exterior con referencia al eje trasero es más pequeño y está representado con una línea roja mientras que la línea negra que representa la rueda interior el ángulo es mayor.

- **Rueda Interior.** 31°
- **Rueda Exterior.** 28°

Figura 26

Principio de Ackerman



Nota. La figura 26 indica el ángulo de Ackerman el cual el Go-Kart cumple con este principio ya que la rueda interior gira más que la rueda exterior.

3.6. Distancias

3.6.1. Distancia de Giro Cerrado

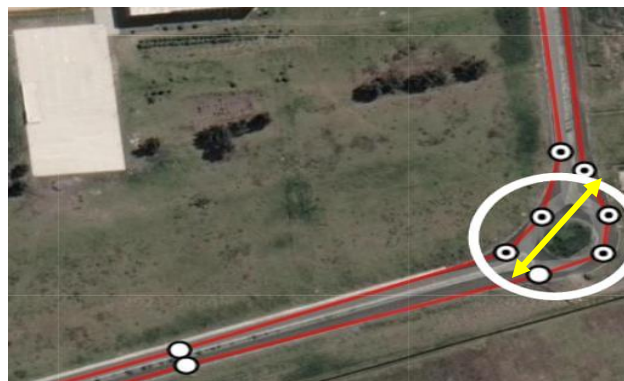
La distancia en la que puede girar el Go-Kart en una vuelta en U según la figura 27 es de 7,61 m, mientras que, girando en U, pero no en la prueba de ruta el Go Kart puede girar con una distancia de 3m.

Figura 27*Prueba de Giro Cerrado*

Nota. El Go-Kart con una velocidad prudente y según la dimensión de la pista puede curvar más.

3.6.2. Distancia de Giro en L o Abierto

En curvas más abiertas como se muestra en la figura 28 la distancia que el Go-Kart dio de donde empieza la curva y donde termina es aproximadamente 29,31 m, mientras que fuera de la prueba de ruta el Go-Kart puede girar en un ángulo de 90° a una distancia de 1,67m.

Figura 28*Giro en L o Abierto*

Nota. Distancia de giro en la prueba de ruta 29,31m

Capítulo IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Se monto un sistema de dirección a un Go-Kart eléctrico para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Se recopiló información mediante fuentes bibliográficas del sistema de dirección para un de Go-Kart que ayudaron a reconocer cada uno de los componentes del sistema y los parámetros regulatorios de la CIK-FIA.
- Se dimensionó el sistema de dirección en base al bastidor mediante la selección adecuada de materiales para el correcto funcionamiento de este sistema.
- Se ensablo el sistema de dirección mediante el uso de componentes, dimensiones y procesos de ensamble adecuados para el acople optimo con el bastidor.

4.2. Recomendaciones

- Asegurarse que todo este bajo el reglamento de la FIA utilizando medidas y materiales correspondientes, que son homologados por esta entidad para que el proyecto culmine de la mejor manera.
- Para realizar pruebas del sistema de dirección y neumáticos asegurarse que estos este ajustados correctamente como también la presión que depende del estado de la pista.
- Para montar el sistema de dirección utilizar las herramientas adecuadas para no ocasionar ningún daño a las diferentes piezas de la dirección.
- Colocar el volante de dirección a la altura de los hombros del piloto ya que de esta manera el piloto se sentirá más cómodo mejorando la estabilidad.

Bibliografía

Amazon. (04 de Noviembre de 2019). *Varillas de dirección para ATV cuatro ruedas Quad Go*

Kart. Recuperado el 15 de Julio de 2021, de Amazon.com:

<https://www.amazon.com/-/es/Gazechimp-Varillas-direcci%C3%B3n-cuatro-ruedas/dp/B07RP38LQ4>

Arias , D., & Avila , D. (24 de Febrero de 2010). *Propuesta de Mejora del Sensor de Giro de un*

Sistema de Dirección Electroasistida comandado por un simulador de Módulo

Eléctrico montado sobre un tablero didactico. Recuperado el 30 de Junio de 2021, de

Repositorio UIDE: [https://eur-lex.europa.eu/legal-](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0715&from=ES)

[content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0715&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R0715&from=ES)

CIK/FIA. (2016). *Reglamentación y Homologaciones*. Francia. Recuperado el 13 de Agosto de

2021

Cuevas, O., & Gutiérrez , A. (01 de Febrero de 2008). *DISEÑO Y ANALISIS DE LA DIRECCIÓN*

PARA UN GO KART. Recuperado el 25 de Julio de 2021, de INSTITUTO POLITÉCNICO

NACIONAL:

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5253/1494%202008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Domínguez , E., & Ferrer , J. (2008). *Mecánica del Vehículo* (1 ed.). EDITEX. Recuperado el 01

de Agosto de 2021

Federación Internacional del Automovil. (s.f.). *KARTING*. Recuperado el 07 de Agosto de 2021,

de KIA KARTING: <https://www.fia.com/es/events/karting/season-2019/karting>

- González , F. (s.f). *Análisis de un kart de competición y de sus componentes*. Recuperado el 20 de Julio de 2021, de ZANGUAN: <https://zanguan.unizar.es/record/5673/files/TAZ-PFC-2011-125.pdf>
- Jazar, R. N. (s.f). *Vehicle Dynamics: Theory and Application* (3 ed.). Australia: Springer.
Recuperado el 25 de Junio de 2021
- Kindler, & Kynast. (2001). *Matemática aplicada para la técnica del automóvil*. Barcelona: Reverté. Recuperado el 08 de Agosto de 2021
- Martinez, F., Proaño , F., & Puertas, V. (Septiembre de 2018). *ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS TERMODINÁMICOS DE UN MOTOR DE CONBUSTIÓN*. Recuperado el 10 de Agosto de 2021, de Repositorio UIDE:
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2768/1/T-UIDE-1967.pdf>
- Narváez , L. (ABRIL de 2012). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN VEHÍCULO GO-KART DE ESTRUCTURA TUBULAR MEDIANTE EL EMPLEO DE UN PROGRAMA DE ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS*. Recuperado el 16 de Julio de 2021, de REPOSITORIO ESPE:
<https://docplayer.es/40084091-Escuela-politecnica-del-ejercito-extension-latacunga-carrera-de-ingenieria-automotriz.html>
- Narváez, J., Acevedo , J., Ávila , F., & Zapata, E. (2015). *PROCESO DE ENSAMBLAJE DE UN VEHICULO GO-KART*. Recuperado el 10 de Julio de 2021, de REPOSITORIO LIBERTADORES:
<https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/483/Narv%C3%A1ezC%C3%B3rdobaJes%C3%BAAndres.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Newton , R. (2007). *Manual de Rendimiento de Ruedas y Neumáticos*. Estados Unidos: Motorbooks. Recuperado el 25 de Junio de 2021

- Quezada , P. (2018). *DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL CHASIS PARA UN KART KF4 SEGÚN LA NORMATIVA CIK/FIA*. Recuperado el 22 de Junio de 2021, de Dspace UPS:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15766/1/UPS-CT007735.pdf>
- Rodriguez, J. C. (15 de Marzo de 2010). *ALINEACIÓN Y BALANCEO*. Recuperado el 13 de Junio de 2021, de Taringa: https://www.taringa.net/+autos_motos/alineacion-y-balanceo_12v524
- TKART. (11 de Febrero de 2016). *LOS EFECTOS DEL AJUSTE DEL AVANCE EN LA PUESTA A PUNTO DEL KART*. Recuperado el 25 de Julio de 2021, de TKART:
<https://tkart.it/es/magazine/consejos-de-los-expertos/gli-effetti-della-regolazione-del-caster-sullassetto-del-kart/#2>
- TOYOTA. (s.f). *Alineamiento de Ruedad y Neumáticos (Vol. 12)*. Recuperado el 23 de Julio de 2021, de
https://drive.google.com/file/d/0B_vOBUOWJUUGU3F1Y2dCajQ2S1U/view?resourcekey=0-QDhZ-dq6RFGGPGqCz7_QpQ
- VICEARACING. (10 de Abril de 2020). *KARTING: Como montar un Kart de competición: la dirección, convergencia y caídas*. Recuperado el 01 de Agosto de 2021, de YOUTUBE:
<https://www.youtube.com/watch?v=SdOu4J1J9ug>
- Zona Gravedad. (24 de Octubre de 2014). *Angulo de apertura*. Recuperado el 23 de Julio de 2021, de YOUTUBE: <https://www.youtube.com/watch?v=EezMJwiVT6s>

ANEXOS