

Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart

Análisis de las características técnicas para el diseño del bastidor de un go kart eléctrico

Milton Andrés Bautista Romero^{1[0000-0001-9548-4930]}, **Marcelo Andrés Merino Yáñez**², **Alexis Vinicio Ladino Tixe**³

¹ Instituto Superior Tecnológico La Mana, La Maná, Ecuador
E-mail: milandres1992@gmail.com

² Instituto Superior Tecnológico La Mana, La Maná, Ecuador
E-mail: mmerino94@hotmail.com

³ Instituto Superior Tecnológico La Mana, La Maná, Ecuador
E-mail: ladinoalexis10g@gmail.com

Recibido: 13/08/2024

Aceptado: 01/11/2024

Publicado: 20/12/2024

RESUMEN

El objetivo de este artículo es reducir la complejidad en el diseño general de Go-Kart para hacerlo simple y liviano sin fallas prematuras ni pérdida de rendimiento. Ya que la eficiencia de los vehículos depende principalmente del diseño óptimo de sus distintos elementos. Se utilizará el método de análisis de elementos finitos (FEM) para crear, evaluar y reformular el diseño óptimo de Go-kart para lograr su objetivo. Además del software CAD (Solid Works) se utilizará para el diseño y análisis del bastidor. Por lo tanto, finalmente el diseño de la propuesta óptima sería considerando su utilidad, seguridad y ligereza.

Además, se considerará factores como la geometría del bastidor para asegurar una distribución adecuada del peso y una buena maniobrabilidad, así como la compatibilidad con los componentes eléctricos del Go Kart, como la batería y el motor. También es esencial considerar la ergonomía y comodidad del conductor, asegurando una posición de conducción adecuada y espacio suficiente para el montaje de los componentes.

Palabras clave: Bastidor, CAD, Estructura, Electrico, Karting.

Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

ABSTRACT

The goal of this article is to reduce the complexity in the overall Go-Kart design to make it simple and lightweight without premature failure or loss of performance. Since the efficiency of vehicles depends mainly on the optimal design of its different elements. Finite Element Analysis Method (FEM) will be used to create, evaluate and reformulate the optimal Go-kart design to achieve its objective. In addition to the CAD software (Solid Works) it will be used for the design and analysis of the frame. Therefore, finally the design of the optimal proposal would be considering its usefulness, safety and lightness.

Additionally, factors such as frame geometry will be considered to ensure proper weight distribution and good maneuverability, as well as compatibility with the Go Kart's electrical components, such as the battery and motor. It is also essential to consider the ergonomics and comfort of the driver, ensuring a suitable driving position and sufficient space for mounting components.

Index terms: Frame, CAD, Structure, Electric, Karting.

1. INTRODUCCIÓN.

Una estructura de go-kart se refiere al pequeño vehículo de cuatro ruedas que se utiliza en deportes y recreación. Según la definición de la Comisión Internacional de Karting – Federación Internacional del Automóvil (CIK – FIA), el go-kart es un vehículo terrestre con o sin carrocería, con cuatro ruedas no alineadas en contacto con el suelo, dos de las cuales controlan la dirección mientras los otros dos transmiten el poder. Además del motor y las ruedas adjuntas, el chasis de un kart suele consistir en una carrocería formada por tubos de acero soldados entre sí. Son bastantes los estudios que se han llevado a cabo sobre los karts. Esto incluye el estudio sobre el diseño de su marco o chasis que en ocasiones se preocupaban por la selección de materiales para la estructura, análisis estructurales simples, seguridad y también la estabilidad de la estructura. (Abdullah et al., 2017)

Actualmente, la tendencia en el diseño de chasis se centra en producir estructuras de vehículos de menor costo y más ligeras, pero con una buena eficiencia en materia de seguridad. Sin embargo, una estructura de chasis más liviana provocará que se produzca fácilmente la resonancia estructural dentro de la vibración típica de la carrocería rígida debido a las fuerzas dinámicas inducidas por las irregularidades de la carretera, el motor y otras cargas. Esta situación puede provocar molestias al conducir y problemas de seguridad y estabilidad. (Sani et al., 2008)

Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

Las técnicas de análisis basadas en computadora, como el método de elementos finitos, demuestran ser una herramienta confiable en el diseño de ingeniería y el desarrollo de productos.(Kamal & Rahman, 2014). Además, la actualización del modelo de elementos finitos ya se considera un tema importante para el diseño, en términos de construcción y mantenimiento de sistemas mecánicos y estructuras de ingeniería automotriz, ya que se considera una herramienta conveniente para analizar y predecir el desempeño dinámico de varias estructuras.(Friswell et al., 1995)

2. MATERIALES Y MÉTODOS / DESARROLLO

2.1 Definición de Karting

El karting es un deporte automovilístico que se practica con karts en circuitos llamados kartódromos, los cuales miden entre 600 y 1700 metros de largo y tienen un ancho de entre 8 y 15 metros. El karting es considerado una disciplina "ideal" para la formación de pilotos, ya que mejora los reflejos, la fuerza y la concentración del conductor.(Ganuzza & Sabada, 2019)

2.2 Diseño del vehículo

El diseño es fundamental para transformar un material poco práctico en algo más funcional, ya que, sin él, el proceso de producción se torna difícil. En resumen, el diseño de productos implica la creación de dibujos, especificaciones y el desarrollo del trabajo necesario para la fabricación del producto.(Brar et al., 2019)

El diseño de cualquier componente de un GO Kart es un desafío considerable para los diseñadores, ya que crear un diseño superior demanda un pensamiento avanzado y un cálculo extremadamente preciso.(Raghuandan et al., 2016)

2.3 Diseño del Bastidor

El Bastidor es la parte fundamental de la máquina, conteniendo todas las piezas necesarias para el funcionamiento eficiente del Go Kart. La estructura del Go Kart sin la carrocería se denomina chasis. Este incluye componentes principales como el bastidor, los frenos, la unidad de potencia, el sistema eléctrico, el sistema de dirección, el sistema de suspensión, y los ejes delantero y trasero, entre otros. (Gupta, 2016)

Un buen diseño del chasis debía mantener al conductor a salvo de fuerzas impulsivas y temperaturas atmosféricas. El material utilizado para el diseño del chasis es un material no ferroso. Durante el diseño del chasis se utiliza ampliamente el material Aluminio, 2014 T652, tiene la capacidad de resistir fuerzas aplicadas externamente sin romperse y es relativamente blando.(Faieza et al., 2024)

En las competencias de go kart, la seguridad del piloto es primordial, por lo que los sistemas de freno deben cumplir con las normas CIK-FIA. Estas normas estipulan que el sistema de frenos debe ser hidráulico y capaz de proporcionar un frenado eficiente. De acuerdo con los parámetros

Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

establecidos por la CIK-FIA, está prohibido el uso de discos de freno de carbono, permitiéndose únicamente discos de acero, acero inoxidable o hierro fundido. (Elkady M et al., 2015)

2.4 Estructura tubular el bastidor

Está compuesto por una estructura de tubos delgados soldados entre sí, que se asemeja a una jaula. Sobre esta estructura se ensamblan directamente todos los demás componentes del automóvil. Se utiliza principalmente en vehículos deportivos pequeños, coches de competición y algunos prototipos que necesitan una alta rigidez y gran resistencia. El material tiene un costo bajo y es ligero. En estos casos, la carrocería cumple solo una función estética y aerodinámica. (Cunalata et al., 2014)

2.5 Análisis CAD

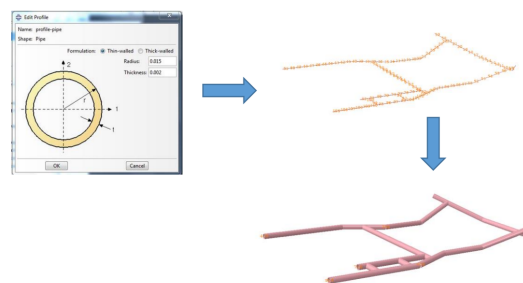
La tecnología CAD (Diseño Asistido por Computadora) se utiliza extensamente en centros de investigación y diseño del sector metalmecánico en todo el mundo. Su implementación ha producido una transformación significativa en la forma en que los diseñadores desarrollan y modelan la geometría de los diseños industriales. Con programas de CAD, los diseñadores pueden crear, ajustar y representar productos finales en dos y tres dimensiones de manera eficiente y precisa. Esta tecnología ha revolucionado el proceso de diseño, ofreciendo una mayor flexibilidad, una visualización más realista y la capacidad de efectuar modificaciones rápidas y precisas en los diseños. (Pillajo & Alvaro, n.d.)

2.6 Análisis por elementos finitos

En el análisis FEA, se lleva a cabo un estudio de frecuencia en el modelo de elementos finitos de la estructura del kart para determinar sus propiedades dinámicas, tales como las frecuencias naturales, las relaciones de amortiguación y las formas modales. Se crea un modelo de estructura alámbrica del kart basado en las dimensiones reales de la estructura de prueba. El perfil del tubo de paredes delgadas, incluyendo el diámetro exterior y el espesor de la pared, se configura para que coincida con el de la estructura real, y luego se asigna al modelo alámbrico. La Figura 1 muestra la estructura del kart con el perfil del tubo aplicado a la estructura alámbrica. (Abdullah et al., 2017)

Figura 1:

Modelo de elementos finitos de la estructura del chasis de un kart.



Nota. (Abdullah et al., 2017)

Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

2.7 Diseño

El bastidor es la parte principal de la máquina y tiene todas las piezas necesarias para el funcionamiento eficientes del Go-Kart.

El bastidor es una de las unidades principales del chasis, por lo que requiere de un correcto diseño para resistir las fuerzas impulsivas e inclusive temperaturas. El material utilizado para el diseño del bastidor y su unión es aluminio.

El aluminio ha sido implementado en la estructura de otro tipo de vehículos para deportes, como en el ciclismo. Por lo cual es adecuado para la fabricación del bastidor debido a que reducirá en gran parte el peso del vehículo sin comprometer la relación peso resistencia.

El diseño del bastidor fue realizado en el software SolidWorks, en el cual como punto de partida se tiene un croquis en tres dimensiones, al cual se aplicaron las operaciones de miembro estructural para obtener el modelo.

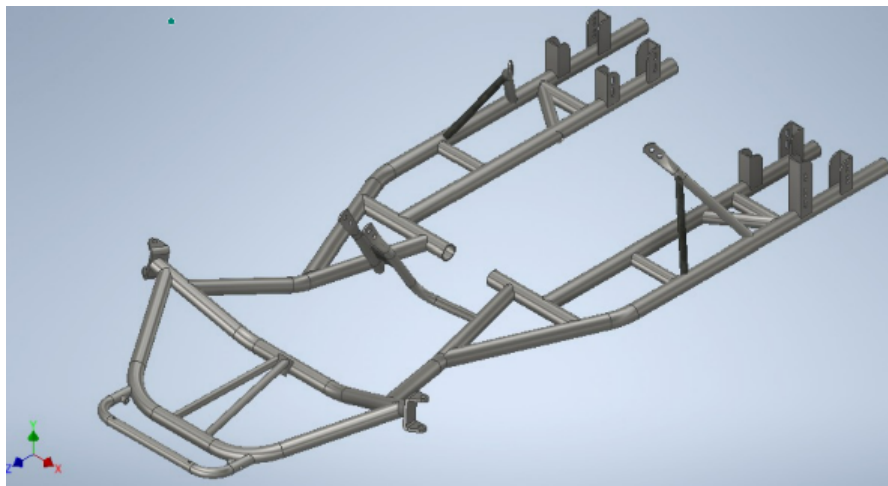
Un aspecto muy importante que destacar en el diseño del bastidor es, primero el contorno del mismo, este fue diseñado tomando en cuenta las dimensiones de una persona promedio, para que pueda pilotar el vehículo cómodamente.

Además, los refuerzos fueron ubicados teniendo en cuenta los demás componentes que se situaran encima del bastidor, como el motor, el asiento, batería, y el sistema eléctrico en general.

El diseño propuesto para el bastidor en este trabajo se muestra en la siguiente figura.

Figura 2

Modelo 3d del Bastidor propuesto



RESULTADOS

3.1 Análisis estático del bastidor

Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

Para llevar a cabo este proyecto, se realizará un análisis estático estructural con el fin de obtener resultados favorables sobre el comportamiento del bastidor bajo cargas estáticas, como los pesos del ocupante, baterías, motor, entre otros. Se empleará un software de tipo CAE, en el que se llevarán a cabo las pruebas correspondientes y se obtendrán los resultados respectivos.

Deformación Total

Figura 3

Resultado Deformación Total

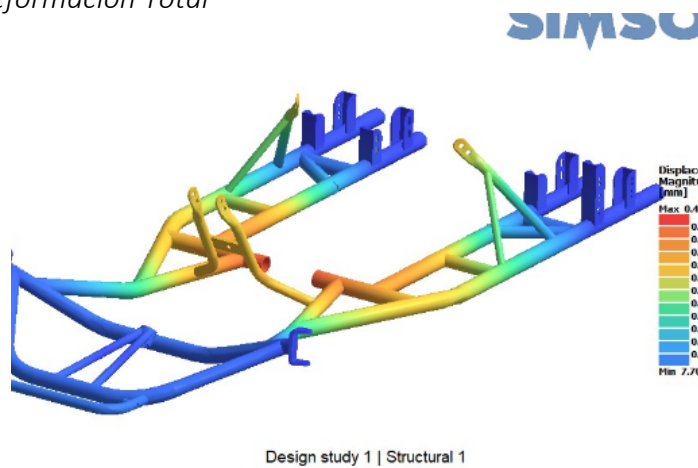


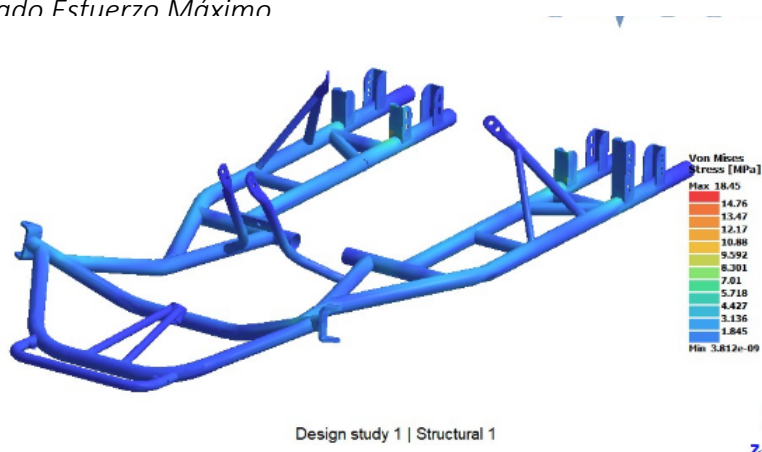
Tabla 1 Comparación Resultados Deformación Total

Deformación Mínima [mm]	7.70×10^{-7}
Deformación Máxima [mm]	0.42

Esfuerzo Máximo

Figura 4

Resultado Esfuerzo Máximo



Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

Tabla 2

Comparación Resultados Esfuerzo Máximo

Esfuerzo Máximo [MPa]	18.45
Límite de Fluencia Aluminio, 2014 T652 [MPa]	400

Calculando con los datos anteriores el coeficiente de seguridad, se obtiene un valor de 21.68 de lo cual considerando que el aluminio 2014 T652 es un material de alta resistencia con un elevado límite de fluencia por lo que es utilizado para componentes mecánicos en automóviles.

3. DISCUSIÓN

Los marcos de aluminio desempeñan un papel crucial en la mejora de la seguridad y el rendimiento en aplicaciones automotrices como el karting. Las investigaciones sugieren que técnicas novedosas, como la inducción de activadores termo mecánicos (TMT) mediante el procesamiento por fricción y agitación, pueden mejorar significativamente la resistencia a los choques de las estructuras de aluminio, lo que lleva a una reducción del 24% en la fuerza máxima inicial y a un aumento del 23% en la eficiencia de la fuerza de aplastamiento. Además, los estudios sobre los marcos de las ventanas destacan la importancia de las propiedades de los materiales y muestran que las nuevas aleaciones de aluminio, como Aluminio, 2014 T652, pueden soportar cargas más altas con una menor plasticidad, lo que enfatiza el papel de la selección del material en la integridad estructural. Además, la creciente demanda de aluminio para automóviles debido a tendencias como la electrificación y el aligeramiento plantea desafíos para la industria a la hora de reducir las emisiones de GEI, lo que requiere la adopción de tecnologías bajas en carbono para mitigar los impactos ambientales. Por lo tanto, el uso de marcos de aluminio en los karts automotrices puede ofrecer mejores beneficios de seguridad, rendimiento y sostenibilidad.

4. CONCLUSIONES

Mediante el empleo de herramientas CAD y CAE en el presente artículo se logró realizar el proceso de diseño y ensayo del bastidor.

El Bastidor, soportó todas las cargas estáticas aplicadas, presentando una deformación máxima de 0.4209 mm, proporcionando así fiabilidad en la futura construcción.

El esfuerzo equivalente de Von Mises focalizado presentado en el bastidor fue de 18.45 MPa, considerando un límite de fluencia del Aluminio 2014 T652 de 400 MPa, se puede concluir que el material seleccionado soportará las cargas estáticas aplicadas.

Los resultados obtenidos en los diferentes análisis, demostraron que el diseño es confiable y

Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

que se cumplió con las metas propuestas.

5. REFERENCIAS

- Abdullah, N. A. Z., Sani, M. S. M., Husain, N. A., Rahman, M. M., & Zaman, I. (2017). Dynamics properties of a Go-kart chassis structure and its prediction improvement using model updating approach. *INTERNATIONAL JOURNAL OF AUTOMOTIVE AND MECHANICAL ENGINEERING*, 14(1), 3887–3897. <https://doi.org/10.15282/ijame.14.1.2017.6.0316>
- Brar, A., Kumar, S., & Kumar, R. (2019). OPTIMIZATION AND DESIGN ANALYSIS OF GO-KART ELEMENTS. *I-Manager's Journal on Future Engineering and Technology*, 15, 1–29.
- Cunalata, C., Terán, J., Santillán, E., & Bonilla, W. (2014). Diseño y construcción del bastidor y carrocería, de un vehículo eléctrico biplaza plegable, usando software CAD-CAE y manufactura ecuatoriana. *Universidad de Las Fuerzas Armadas (ESPE), Latacunga*.
- Elkady M, Elmarakbi A, & MacIntyre J. (2015). Integration of vehicle dynamics control systems with an extendable bumper for collision mitigation. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 12, 893–913.
- Faieza, A., Sapuan, S., Ariffin, M., K., Baharudin, B., & Supeni, E., (2024). Design and fabrication of a student competition-based racing car. *Scientific Research and Essay*, 4 (5), 361-366.
- FIA Karting (2021).
- Friswell, M. I., Mottershead, J. E., Friswell, M. I., & Mottershead, J. E. (1995). *Finite element modelling: Vol. Springer Netherlands* (pp. 7–35).
- Ganuzza, A. L., & Sabada, S. M. (2019). Diseño de un kart y sus componentes. *Universidad Pública de Navarra*.
- Gupta, R. (2016). *Automobile Engineering*. St Delhi: Satya Prakashan.
- Kamal, M., & Rahman, M. M. (2014). FINITE ELEMENT-BASED FATIGUE BEHAVIOUR OF SPRINGS IN AUTOMOBILE SUSPENSION. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 10, 1910–1919. <https://doi.org/10.15282/ijame.10.2014.8.0159>
- Pillajo, S., & Alvaro, L. (n.d.). *Construcción de un chasis de karting KF4 bajo la normativa CIK FIA 2023 para el grupo ASU automotriz de la Universidad Politécnica*. Universidad Politécnica.
- Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13

Raghunandan, D., Pandiyan, A., & Majeed, S. (2016). *Design and analysis of go-kart chassis*. Tamil Nadu, India, *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*, ISSN, 2277--9655.

Sani, M., Ming, G., Rahman, M., Sulaiman, A., Mon, T., & Kadirgama, K. (2008). *Dynamic Correlation Technique and Model Updating on Go Kart Chassis Structure*. *Proceedings of EnCon2008, 2nd Engineering Conference on Sustainable Engineering Infrastructures Development & Management*.

Bautista Romero, Merino Yáñez, Ladino Tixe. (2024). Analysis of the technical characteristics for the design of the frame of an electric go kart. *Revista Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 6(2), pp. Recuperado a partir de: https://www.investigacionistct.ec/ojs/index.php/investigacion_tecnologica/issue/view/13