

## **Evaluación de los sistemas de tracción y freno en vehículos de competencia tipo kart, motocicletas y cuadrones**

Cajías Arias Pedro Ramiro<sup>1</sup>

Ortiz Reyes Juan Carlos<sup>2</sup>

Ladino Tixe Alexis Vinicio<sup>3</sup>.

### **RESUMEN**

El presente proyecto se enfoca en la evaluación de sistemas de tracción y frenado, los cuales serán implementados en vehículos de competencia tipo kart, motocicletas y cuadrones, que la Carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico La Maná, está construyendo para potenciar el aprendizaje y profesionalización de los estudiantes, promoviendo además la inventiva y el sentido de competencia, así como su desarrollo científico, técnico y tecnológico en un mundo tan competitivo como lo es el deporte tuerca. En el apartado metodología se visualiza de manera objetiva el empleo de fórmulas para realizar los cálculos pertinentes y determinar la relación de transmisión, velocidad de salida, longitud de la carrera, fuerza de la varilla de regulación, presiones del sistema entre otras, este proceso garantiza como resultado la evaluación y desempeño del sistema de tracción y frenos ejecutado en este proyecto; complementariamente se definen las especificaciones y normativas a observarse durante la construcción.

**Palabras clave:** Evaluación, Sistemas, Tracción, Frenos, Construcción.

1. Docente del Instituto Superior Tecnológico La Maná “Pedro Ramiro Cajías Arias” correo: [pcajiasa@hotmail.com](mailto:pcajiasa@hotmail.com)
2. Docente del Instituto Superior Tecnológico La Maná “Juan Carlos Ortiz Reyes” correo: [juanca060593@gmail.com](mailto:juanca060593@gmail.com)
3. Docente del Instituto Superior Tecnológico La Maná “Alexis Vinicio Ladino Tixe” correo: [ladinoalexis10g@gmail.com](mailto:ladinoalexis10g@gmail.com)

**Fecha de recepción:** 30/04/2025

**Fecha de aceptación:** 20/06/2025

## **DESIGN OF TRACTION AND BRAKE SYSTEMS IN COMPETITION VEHICLES SUCH AS KARTS, MOTORCYCLES AND QUADS**

### **ABSTRACT**

This project focuses on the design of traction and braking systems, which will be implemented in kart-type competition vehicles, motorcycles and quadrons, which the Automotive Mechanics Career of the La Maná Higher Technological Institute, is building to enhance the learning and professionalization of students, also promoting inventiveness and a sense of competence. as well as its scientific, technical and technological development in a world as competitive as the nut sport.

The research also promotes the use of modern technological tools such as GeoGebra, Matlab and Solid Works, to facilitate design.

In the methodology section, the use of formulas is objectively visualized to perform the pertinent calculations and determine the transmission ratio, output speed, stroke length, force of the adjustment rod, system pressures among others, this process guarantees the design of the system.

**Keywords:** Design, Systems, Traction, Braking, Construction.

## INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, los vehículos han transitado por varios procesos evolutivos de mejora continua que los han convertido en verdaderas maravillas mecánicas, desde aquellos que se encendían a pulso con una manivela, hasta los modernos que lo hacen mediante una orden directa del conductor o aquellos que se auto conducen controlados por un ordenador. Muchos de estos emplean combustibles fósiles, otros son impulsados por energía eléctrica, algunos combinan varios tipos de energía. La construcción de las carrocerías se centra en la aerodinámica, la estabilidad y un alto grado de seguridad. Podemos afirmar también que los kartings, motocicletas y cuadrones son parte este cambio; factor que les permite alcanzar altas velocidades, maniobrar con facilidad, son confortables y brindan un elevado nivel de seguridad al piloto.

Los diseñadores siempre están introduciendo innovaciones, ya sea en la construcción de nuevas piezas o elevando la resistencia de estas, mejorando la calidad de los combustibles, introduciendo elementos de control electrónico entre otros; considerando especialmente el uso que vayan a prestar o según la necesidad. En esta investigación, se pretende diseñar sistemas de tracción y frenado para mejorar el desempeño de vehículos de competición tipo karting, motocicletas y cuadrones, que la Carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Superior Tecnológico La Maná está construyendo para participar en las competencias que realizan las distintas Instituciones de Educación Superior del país, de esta

manera se contribuye a la formación profesional de los estudiantes y el desarrollo tecnológico automotriz del país (Arcos, 2012).

El control de tracción es una tecnología fundamental en los vehículos de competencia, ya que su objetivo principal es maximizar la adherencia entre los neumáticos y la superficie de la pista. El sistema de control de tracción ajusta continuamente el par motor para evitar que las ruedas patinen, especialmente durante la aceleración. Esto se logra mediante la monitorización constante de la velocidad de rotación de cada rueda. Cuando el sistema detecta que una rueda está girando a una velocidad significativamente mayor que las otras, indicando una pérdida de tracción, reduce de manera instantánea el par motor o aplica el freno de forma selectiva a esa rueda. Esta capacidad no solo mejora la aceleración en línea recta y al salir de las curvas, sino que también contribuye a la estabilidad del vehículo, permitiendo al piloto mantener un mejor control en condiciones de alta exigencia. En el automovilismo moderno, estos sistemas son altamente sofisticados y se integran con otros controles electrónicos para ofrecer un rendimiento óptimo. Milliken y Milliken (1995)

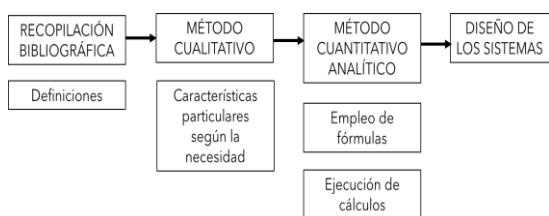
El sistema de frenado en un vehículo de carreras es crucial para su rendimiento y seguridad, ya que su función es disipar rápidamente grandes cantidades de energía cinética. Los sistemas de frenos en la competencia están diseñados para operar bajo condiciones extremas de temperatura y presión, utilizando materiales avanzados como la fibra de carbono y la cerámica. Estos materiales ofrecen una excelente

resistencia al calor y minimizan el fenómeno de "fading", que es la pérdida de eficiencia del freno debido al sobrecalentamiento. Además, los vehículos de alta gama incorporan sistemas antibloqueo de frenos (ABS) especializados para carreras. Aunque su funcionamiento es similar al de los coches de calle (evitar el bloqueo de las ruedas al frenar), los sistemas de competición están calibrados para optimizar la distancia de frenado en entornos de alta velocidad, permitiendo a los pilotos frenar más tarde y con mayor agresividad antes de una curva sin perder el control direccional. Genta (2007).

## METODOLOGÍA

La investigación parte con una revisión bibliográfica enfocada en los sistemas de tracción y frenado de una motocicleta, karting y cuadriciclo. Luego se aplicó el método cualitativo para determinar las características particulares requeridas para este tipo de vehículos según las normativas vigentes; finalmente, se aplicó el método cuantitativo-analítico empleando fórmulas y ejecutando cálculos matemáticos para determinar la relación de transmisión, velocidad de salida, longitud de carrera, fuerza de la varilla de regulación y presiones del sistema de frenos, lo que facilitó realizar la evaluación prevista.

Esquema de la metodología empleada:



Elaborado por: Autores

El aumento permanente de aficionados al deporte tuerca, los avances y modificaciones tecnológicas y el ánimo de sobresalir en cada competencia, exigen que los constructores y diseñadores desarrollen prototipos cada vez más eficientes y confiables.

A continuación, se muestran de manera clara las fórmulas empleadas y cálculos realizados para la evaluación del sistema de tracción y frenado.

### 1.1 Evaluación del Sistema de Tracción de un kart

Para la evaluación del sistema de tracción del kart se plantean las siguientes consideraciones:

- Sistema de transmisión flexible por cadena, rodillos y ruedas dentadas.
- Motor de 250 c.c.
- Piñón conductor de 17 dientes ( $N_1$ )
- Paso de  $\frac{1}{2}$  de pulgada
- Catalina de 35 dientes ( $N_2$ )

#### 1.1.1 Cálculo de la relación de transmisión

$$Z = \frac{N_2}{N_1}$$

$$Z = \frac{35}{17} = 2.06$$

$$Z = 2.06$$

El valor calculado nos indica que por cada vuelta que da el piñón conducido (catalina), el piñón conductor (del motor) dará dos vueltas aproximadamente.

#### 1.1.2 Cálculo de la velocidad de salida

- Velocidad del piñón conductor del motor 7500 rpm ( $n_1$ )

- Velocidad del piñón conducido o catalina 7500 rpm (n<sub>1</sub>)

$$n_2 = n_1 * \left( \frac{N_1}{N_2} \right)$$

$$n_2 = 7500 \text{ rpm} * \left( \frac{17}{35} \right)$$

$$n_2 = 3642.85 \text{ rpm}$$

- 1.1.3 Cálculo de la longitud de la cadena (d):

- L= Número de eslabones de la cadena.
- C= Distancia central entre piñones

$$L = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C}$$

$$C = \frac{\text{distancia entre ejes}}{\text{paso de la cadena}}$$

$$C = \frac{12 \text{ in}}{0.5}$$

$$C = 24 \text{ in}$$

$$L = 2 * 24 + \frac{35 + 17}{2} + \frac{(35 - 17)^2}{4 * \pi^2 * 24}$$

$$L = 74.34 \text{ eslabones.}$$

Si a los 109.45 eslabones los multiplicamos por 0.5 obtenemos 54.72" de longitud (d).

## 1.2 Evaluación del Sistema de Tracción de una motocicleta

Básicamente se emplean las mismas fórmulas

- Motor 200 cc

- Piñón conductor de 17 dientes
- Paso de 0.5 in.
- Relación de transmisión 2 a 1.
- Piñón conductor 17 dientes
- Catalina 34 dientes
- Velocidad máxima 6000 rpm

$$Z = 2$$

$$n_2 = 3000 \text{ rpm}$$

$$C = \frac{25.2 \text{ in}}{0.5}$$

$$C = 50.4 \text{ in}$$

$$L = 109.45 \text{ eslabones}$$

Si a los 109.45 eslabones los multiplicamos por 0.5 obtenemos 54.72" de longitud total (d).

## 1.3 Evaluación del Sistema de Tracción de un cuadrón.

Al igual que en el caso anterior, se emplean las mismas fórmulas.

- Motor de cuadrón 150 c.c.
- Piñón conductor 14 dientes.
- Paso de 0.5 in.
- Relación de transmisión 2 a 1
- Catalina 28 dientes.
- Velocidad máxima 6000 rpm

$$Z = 2$$

$$n_2 = 3000 \text{ rpm}$$

$$C = \frac{44.17 \text{ in}}{0.5}$$

$$C = 88.34 \text{ in}$$

$$L = 183.85 \text{ eslabones}$$

Si a los 183.85 eslabones los multiplicamos por 0.5 obtenemos 91.93 in de longitud total ( $d$ )

#### 1.4 Evaluación del Sistema de Frenos

El objetivo del sistema de frenos es aplicar una fuerza que permita disminuir la velocidad del vehículo o hacer que este se detenga completamente, es decir debe estar bajo la voluntad absoluta del conductor. El sistema de frenos se basa en la presión que genera un fluido, la cual, accionando varios dispositivos, hacen que la fuerza ejercida por el conductor en el pedal se incremente considerablemente en los cilindros secundarios que están adosados a las ruedas. (Tejada & Canchachi, 2015).

#### 1.5. Cálculos para el sistema de frenos del kart, motocicleta y cuadrón.

- Fuerza y dimensionamiento del pedal.

$$F_v = \frac{F_{pie} * (r_1 + r_2)}{r_2}$$

$F_v$  = Fuerza de varilla de regulación.

$F_{pie}$  = Fuerza de accionamiento (70 daN).

$r_1$  = Brazo de palanca 1 del pedal de freno.

$r_2$  = Brazo de palanca 2 del pedal de freno.

$$F_v = \frac{70 \text{ daN} * (5.69 + 9.47)}{9.47}$$

$$F_v = 112.05 \text{ daN}$$

- Cálculo de fuerza de varillaje de regulación.

$$F_p = \frac{F_v * r'_1}{r'_2}$$

$F_v$  = Fuerza de varilla de regulación.

$F_p$  = Fuerza de varilla de regulación.

$r'_1$  = Brazo de palanca 1.

$r'_2$  = Brazo de palanca 2.

$$F_p = \frac{112.16 \text{ daN} * 6}{2}$$

$$F_p = 336.18 \text{ daN}$$

- Superficie de bomba de freno

$$A_p = \frac{d_p^2 * \pi}{4}$$

$A_p$  = Superficie del cilindro principal.

$d_p$  = Diámetro del cilindro principal.

$$A_p = \frac{3^2 * \pi}{4}$$

$$A_p = 7.065 \text{ cm}^2$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez realizado los cálculos pertinentes para dimensionar los elementos del sistema de tracción y frenos se obtiene las distancias, numero de eslabones y velocidad final, así como las presiones, los datos calculados se visualizan en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1.** Parámetros del sistema de tracción calculados

Sistema de Tracción	$Z$	$n_2$	$C$	Eslabones	Longitud de cadena
Kart	2.0 6	3642. 85 rpm	24 in	74.34	37.17 in

Motocicleta	2	3000 rpm	50.4 in	109.45 in	54.72 in
Cuadrón	2	3000 rpm	88.3 4 in	183.85 in	91.93 in

Elaborado por: Autores.

**Tabla 2.** Parámetros del sistema de frenos.

Sistema de Frenos	$F_v$	$F_p$	$A_p$
<b>Kart</b>	112.05	336.18	7.065
	daN	daN	$cm^2$
<b>Motocicleta</b>	118.04	590.20	9.62
	daN	daN	$cm^2$
<b>Cuadrón</b>	121.67	425.84	8.04
	daN	daN	$cm^2$

Elaborado por: Autores.

La evaluación del sistema de tracción para vehículos de competencia es fundamental para garantizar la seguridad, resistencia y rendimiento del vehículo, en la investigación se muestra de manera metódica el proceso de cálculo, así se garantiza el rendimiento óptimo en el contexto competitivo

El principio del sistema de frenos radica en la conversión de energía cinética en energía calorífica, contribuyendo a la desaceleración de los vehículos de competencia. Se destacan los tipos de pinzas de freno, las pastillas y discos de freno, clave para el funcionamiento y eficacia del sistema.

Es necesario observar con sumo cuidado las normas que rigen la construcción tanto del sistema de tracción como del sistema de frenos, la selección de materiales de calidad eleva el nivel de resistencia y seguridad de los componentes.

Hay que poner énfasis en la distribución de fuerzas a las que están sometidos cada uno de los componentes, haciendo que sea

lo más equilibrada posible, de esta forma se garantizará el desempeño óptimo del vehículo y la seguridad del piloto.

El trabajo ejecutado muestra una metodología integral que abarca desde el análisis bibliográfico, las fórmulas empleadas, los cálculos realizados y los resultados obtenidos. Para la evaluación de los diferentes sistemas de vehículos de competencia es muy conveniente utilizar herramientas informáticas (GeoGebra, Matlab, SolidWorks) las cuales aceleran los procesos de cálculo y facilitan el diseño.

## CONCLUSIONES

Los sistemas de tracción en vehículos de competencia como kart, cuadrón y motocicletas son muy semejantes, ya que los tres utilizan el sistema de cadenas con un piñón de entrada y uno de salida (conductor-conducido), la variación está entre la distancia de piñón conductor al piñón conducido, esto ocasiona variación en la longitud de la cadena.

En el sistema de frenos la superficie del cilindro es un factor fundamental para garantizar su funcionalidad, entre las variables a considerar están la fuerza ejercida por el varillaje, el peso del piloto, el peso neto del vehículo y la distancia de frenado que se requiere para cumplir la normativa vigente.

Una correcta evaluación de los sistemas de tracción y frenado mejora notablemente el desempeño de los vehículos de competencia en los diferentes tipos de circuitos o pistas. Al ser sus geometrías variables, es de suma utilidad que en los diseños se prevean regulaciones y ajustes que permitan adaptarlos a cada necesidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Arcos, D. O. (4 de 9 de 2012). Diseño de un sistema de tracción delantera en motocicletas complementando la tracción posterior. *Repositorio Digital EPN*, 2-3. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4870>

Tejada, S., & Canchachi, R. (2015). *Ingeniería Mecánica*. Trujillo. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/331857>

Genta, G. (2007). Motor vehicle performance: a guide for racing engineers. SAE International.

Milliken, W. F., & Milliken, D. L. (1995). Race car vehicle dynamics. SAE International