



Powered by
Arizona State University

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Proyecto previo a la Obtención del Título de Ingeniero

Automotriz

Autores: Omar Felipe Guzmán Castro.

Rodolfo André Ovalle Castañeda.

Tutor: Ing. Alex Fernando Llerena Mena, MSc.

Implementación de Accionamientos Electromecánicos para

Sistemas de Frenos de Motocicletas y Tricimoto.

Certificado de Autoría

Nosotros, Omar Felipe Guzmán Castro y Rodolfo André Ovalle Castañeda, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Omar Felipe Guzmán Castro

Cedula: 0915338073

Rodolfo André Ovalle Castañeda

Cedula: 1207603877

Aprobación del tutor

Yo, Alex Fernando Llerena Mena certifico que conozco a los autores del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Alex Fernando Llerena Mena.

Director del Proyecto.

Dedicatoria

El proyecto está
hecho para que tengamos sistemas más acordes en cuanto a la seguridad
dándole gracias Dios por darnos la oportunidad de realizar el
proyectos que nos hemos propuesto.

A todas las
personas que han hecho posible nuestra enseñanza y poder demostrar
todo lo aprendido hasta ahora.

Omar Felipe Guzmán Castro.

Dedicatoria

Dedico este trabajo previo a la obtención

de mi título profesional a mis padres

que son mi fuente de orgullo,

y que me enseñaron que el sacrificio

día a día tiene su recompensa.

A mi Papá por su gran apoyo económico y moral.

A mi esposa por su apoyo incondicional.

A mis compañeros con la finalidad de
compartirles mis conocimientos adquiridos en este proceso.

Rodolfo André Ovalle Castañeda.

Agradecimiento

El agradecimiento va dedica a nuestra familia en especial a nuestros padres

ya que sin su apoyo no podría ser posible

También a todos los compañeros que siempre estuvieron la predisposición

para que todos podamos aprender

A todos nuestros maestros ya que todos aportaron con su experiencia para

nuestro aprendizaje

A mis hermanos por su apoyo incondicional

Omar Felipe Guzmán Castro.

Agradecimiento.

Muy orgulloso de poder hacer mención de todos aquellos
que me ayudaron a poder lograr el cumplimiento
de esta meta tan anhelada que es mi título profesional
a través de este trabajo de tesis.

Agradeciendo Dios por darme la voluntad
para seguir adelante en este camino de formación personal.

A mi familia por su apoyo constante en mi proceso
como profesional

También agradezco a la escuela de ingeniería automotriz
por tener muy buenos profesionales y docentes de buena calidad,

Agradezco a los docentes, en especial a mi tutor
que con mucha paciencia y profesionalismo ha
sabido dirección este trabajo de tesis.

Rodolfo André Ovalle Castañeda.

Índice de Contenido

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del tutor.....	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vii
Índice de Contenido	ix
Índice de Figura.....	xii
Índice de Tablas	xiv
Resumen	xv
Abstract	xvi
Introducción	1
1.1 Título de la Investigación	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema	1
1.2.1 Planteamiento del Problema	1
1.2.2 Formulación del Problema.....	2
1.2.3 Sistematización del Problema.....	2
1.3 Objetivos de la Investigación	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación	3
1.4.1 Justificación Teórica.....	3
1.4.2 Justificación Metodológica.....	3
1.4.3 Justificación Práctica	3
1.4.4 Delimitación Temporal.....	3
1.4.5 Delimitación Geográfica	3

<i>1.4.6 Delimitación del Contenido</i>	4
Marco de Referencia	5
2.1 Marco Teórico	5
2.1.1 Freno Frontal.....	6
2.1.2 Freno Trasero.....	7
2.1.3 Evolución del Sistema de Frenos.....	7
2.2 Marco Conceptual	8
2.2.1 Sistema de Frenos.....	8
2.2.2 Control.....	8
2.2.3 Transmisión.....	8
2.2.4 Freno.....	8
2.3 Tipos de Sistemas de Frenos	9
2.3.1 Sistema de Freno Simple.....	9
2.3.2 Sistema Combinado de Frenos SBS.....	9
2.3.3 Sistema de Freno Secundario	9
2.3.4 Sistema de Frenos de Servicio Dividido SBS.....	9
2.3.5 Sistema de Frenado Asistido.....	9
Implementación de los Sistemas Electromecánicos para0 Frenos de Motocicletas y Tricimotos	10
3.1 Fuerza de Rozamiento	10
3.2 Interpretación del Reglamento Técnico RTE INEN 136	11
3.2.1 Ensayos a Realizar.....	12
3.2.2 Moto de Pruebas.....	12
3.3 Cálculo de Fuerzas	13
3.3.1 Fuerzas Sobre Ruedas	15

3.3.2 Rueda Delantera.....	16
3.3.3 Rueda Trasera.....	17
3.3.4 Dinámica de Dirección Orientada.	19
3.3.5 Celda de Carga Sensor 10Kg	21
3.3.6 Trasmisor de Celda de Carga HX711	22
3.3.7 Celda de Carga Sensor de 50 Kg.....	23
3.3.8 Subcategoría L5.....	24
Prueba de Funcionamiento para los Sistemas Electromecánicos para Sistemas de Frenos de Motocicletas y Tricimotos.....	25
4.1 Pruebas con Prototipo.....	25
4.2 Diagrama del Dispositivo de Medición de Freno Delantero.	27
4.3 Procedimiento de Construcción del Equipo de Medición.	27
Conclusiones	39
Recomendaciones.....	41
Bibliografía.....	42
Anexo 1	45

Índice de Figura

Figura 1	<i>Porcentaje de Frenos Delanteros y Posteriores</i>	6
Figura 2	<i>Variación de la Carga Sobre los Amortiguadores al Accionar el Freno Delantero.</i>	6
Figura 3	<i>Distancia de Frenado, Según el Freno a Emplearse o Ambos a la Vez</i>	7
Figura 4	<i>Fricción y Neumáticos del Automóvil</i>	11
Figura 5	<i>Diagrama de Fuerzas de una Motocicleta</i>	14
Figura 6	<i>Diagrama de Fuerzas de Rueda Delantera de una Motocicleta</i>	16
Figura 7	<i>Diagrama de Fuerzas de Rueda Trasera de una Motocicleta</i>	17
Figura 8	<i>Vista Lateral de la Motocicleta</i>	19
Figura 9	<i>Vista desde Arriba de la Motocicleta de Dirección</i>	20
Figura 10	<i>Mapa de los Valores Propios del Modelo</i>	20
Figura 11	<i>Celda de Carga de 10Kg</i>	21
Figura 12	<i>Trasmisor de Celda de Carga HX711</i>	22
Figura 13	<i>Celda de Carga de 50Kg</i>	23
Figura 14	<i>Motocicleta con Sidecar/ Moto triciclo</i>	24
Figura 15	<i>Tricar y Tricimoto</i>	24
Figura 16	<i>Diagrama de Conexión Celda de Carga - Arduino</i>	27
Figura 17	<i>Prototipo para Freno de Mano</i>	28
Figura 18	<i>Transmisión de Información de Fuerza Aplicada en el Freno Delantero</i>	28
Figura 19	<i>Posicionamiento del Prototipo de Medición Delantero</i>	29
Figura 20	<i>Instalación de Prototipo de Medición de Fuerza en Maneta Delantera</i>	29
Figura 21	<i>Diagrama de Conexión para Implementación Celda de Carga en Pedal – Arduino</i>	32
Figura 22	<i>Fuerza inicial Aplicada al Freno Posterior</i>	33

Figura 23	<i>Implementación de Prototipo de Medición de Frenado en Pedal.</i>	33
Figura 24	<i>Medición de Fuerza en Pedal de Freno.</i>	34
Figura 25	<i>Prueba de Funcionamiento de Frenado con Pedal.</i>	34
Figura 26	<i>Verificación de Funcionamiento de Prototipo.</i>	35
Figura 27	<i>Ajuste de Parámetros de Pruebas en Tricimoto.</i>	37
Figura 28	<i>Pruebas de Frenado en Tricimoto.</i>	38

Índice de Tablas

Tabla1	<i>Reparto de los Pesos en las Llantas Cuando Frena.</i>	10
Tabla2	<i>Distribución de los Pesos en los Neumáticos Durante el Frenado.</i>	13
Tabla3	<i>Celda de Carga de 10 Kg. Sensibilidad de Salida 1.0 ± 0.1 mV/V</i>	21
Tabla4	<i>Características de la Celda de Carga de 50kg</i>	23
Tabla5	<i>Datos para Obtención de Datos del Freno Delantero de Motocicleta.</i>	25
Tabla6	<i>Medición de la Fuerza Antes de Aplicar el Freno Delantero.</i>	26
Tabla 7	<i>Medición de la Fuerza Aplicando el Freno Delantero.</i>	26
Tabla 8	<i>Fuerza Máxima al Aplicar el Freno Delantero.</i>	27
Tabla 9	<i>Datos Referenciales para las Pruebas con el Freno de Pedal.</i>	30
Tabla 10	<i>Medición de la Fuerza Antes de Aplicar el Freno Posterior.....</i>	30
Tabla 11	<i>Medición de la Fuerza Aplicando el Freno Posterior.....</i>	31
Tabla 12	<i>Datos Referenciales para Freno Delantero de Tricimoto.....</i>	35
Tabla 13	<i>Medición Antes de Aplicar Fuerza en la Maneta del Freno Delantero de Tricimoto.....</i>	36
Tabla14	<i>Medición de la Fuerza Aplicada en la Maneta del Freno Delantero Tricimoto.....</i>	37

Resumen

El proyecto está basado en el funcionamiento de los frenos, como eje de seguridad preventiva, para esto se utiliza los reglamentos y normas vigentes en el Ecuador. Basado en los reglamentos y normas se implementó un dispositivo, el cual permite mediante sensores medir la fuerza aplicada a los accionamientos del sistema de frenos de motocicletas. Actualmente, las motocicletas y tricimotos retomarían el proceso de certificación, que deberá utilizar equipos de medición de alta calidad para minimizar la incertidumbre en los resultados y brindar una mejor base de referencia a la hora de homologar este tipo de vehículos. Los sistemas de frenado de estos vehículos, como todos los sistemas de seguridad, son de gran valor y deben probarse utilizando equipos de medición del más alto nivel para demostrar que el vehículo tiene la aprobación regulatoria para garantizar que el conductor pueda usar el sistema de frenado de manera cómoda y efectiva. Por lo cual se implementa un dispositivo que pueda medir la fuerza aplicada al momento de accionar el freno de mano y pedal de motocicletas. La implementación se utiliza principalmente para vehículos de dos ruedas, pero también se puede utilizar para vehículos de tres ruedas, dispuestas simétricamente respecto al plano central longitudinal, la cilindrada de ambas es mayor. de 50 centímetros cúbicos. Velocidad máxima superior a 50 km/h, independientemente del método de propulsión. Como resultado se tiene la medición de la fuerza de frenado en una motocicleta y en una tricimoto. De esta manera se valida el funcionamiento del dispositivo implementado y se contrasta con los valores establecidos en la normativa vigente en el país.

Palabras claves: Sensores, Normativas, Celda de Carga, Sistema de Frenado, Accionamientos.

Abstract

The project is based on the operation of brakes, as a core of preventive safety, for which the regulations and standards currently in force in Ecuador are utilized. Based on the regulations and standards, a device was implemented, which allows for the measurement of the force applied to the braking system actuations of motorcycles through sensors. Currently, motorcycles and three-wheeled vehicles would undergo the certification process again, which must utilize high-quality measuring equipment to minimize uncertainty in the results and provide a better reference basis when homologating this type of vehicles. The braking systems of these vehicles, like all safety systems, are of great value and must be tested using measurement equipment of the highest level to demonstrate that the vehicle has regulatory approval to ensure that the driver can use the braking system comfortably and effectively. Therefore, a device is implemented that can measure the force applied when activating the handbrake and pedal of motorcycles. The implementation is primarily used for two-wheeled vehicles, but it can also be used for three-wheeled vehicles, symmetrically arranged with respect to the longitudinal central plane, both with a displacement greater than 50 cubic centimeters and a maximum speed exceeding 50 km/h, regardless of the propulsion method. As a result, the braking force is measured on a motorcycle and a three-wheeled vehicle. This validates the operation of the implemented device and is compared with the values established in the current regulations in the country.

Keywords: Sensors, Regulations, Load Cell, Braking System, Actuations.

Capítulo I

Introducción

1.1 Título de la Investigación

Implementación de accionamientos electromecánicos para sistemas de frenos de motocicletas y tricimotos.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

1.2.1 *Planteamiento del Problema*

En los últimos años, la demanda de motocicletas y tricimotos ha aumentado debido a su costo económico y sus características de ahorro de combustible "gasolina", lo que ha aumentado las oportunidades de los proveedores de ingresar al mercado. El proceso práctico de homologación establecido para estos vehículos se realiza para poder brindar una mayor seguridad tanto al conductor, como a las personas al su alrededor.

La normativa interviene en el proceso de homologación y debe regularse para determinar si el vehículo es apto y seguro para la conducción de los conductores.

Actualmente, las motocicletas y tricimotos retomarán este proceso de certificación, en los cuales deberán utilizar equipos de medición de alta calidad para minimizar la incertidumbre de los resultados, de modo que haya una mejor base de referencia al momento de homologar el vehículo.

El sistema de frenos de estos vehículos, como todos los sistemas de seguridad, es de gran valor y, como tal, debe probarse utilizando el más alto nivel de equipos de medición que certifiquen que el vehículo ha sido aprobado por una entidad de regulación para garantizar que los conductores puedan utilizar los frenos de manera cómoda y eficiente, reduciendo así los accidentes causados por un frenado ineficiente.

1.2.2 Formulación del Problema

Cuáles son los riesgos de no realizar dicha homologación de motocicletas y tricimotos, cómo se realizarán las pruebas y qué herramientas de medición se utilizarán para que los resultados de las pruebas sean más precisos en el momento de la revisión y estos puedan ser homologados.

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Bajo qué normativa se basará el proyecto para asegurar la eficacia del sistema de freno?
- ¿De qué forma servirán los sensores, actuadores y controladores para realizar las pruebas de frenado a las motocicletas y tricimotos?
- ¿Cuáles serán los equipos que se usara para ejecutar las mediciones establecidas?
- ¿En qué tipo de motocicletas y tricimotos aplicara este proyecto?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Implementar dos accionamientos electromecánicos para comprobar el sistema de frenos en motocicletas y tricimotos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Describir los reglamentos técnicos vigentes en el Ecuador para la verificación de los sistemas de frenado de motocicletas y tricimotos según normatividad. (ISO 8710:2010, IDT).
- Seleccionar dos sensores electromecánicos para comprobar el buen funcionamiento del sistema de frenos de motocicletas y tricimotos.
- Implementar los equipos electromecánicos para el sistema de frenos del proyecto.
- Realizar pruebas de los sistemas electromecánicos para validar su funcionamiento.

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

En referencia a los objetivos se definen las respuestas del por qué se investiga este tema.

1.4.1 Justificación Teórica

La base teórica de este proyecto está relacionada con la recopilación de documentos relevantes del sistema de frenado de motocicletas y sus parámetros establecidos para su correcto funcionamiento y otros documentos teóricos que puedan ser aplicados al desarrollo de este proyecto.

1.4.2 Justificación Metodológica

La justificación metodológica aplicada para el proyecto en parte es investigativa una vez teniendo en cuenta los parámetros de correcto funcionamiento, se llega a la implementación de equipos de medición y diseño el cual llevará más tiempo, este proceso analítico y práctico definirá el propósito de este proyecto determinando la eficacia del sistema de frenado en la motocicleta que pasará por un proceso logístico de revisión.

1.4.3 Justificación Práctica

El mercado de motocicletas se ha incrementado y con ello los estándares de calidad, los procesos de homologación encargados de realizar pruebas con el fin de certificar el correcto funcionamiento de la motocicleta, estas normativas, permitirán realizar ensayos específicamente en el sistema de frenos para determinar el correcto funcionamiento.

1.4.4 Delimitación Temporal

El proyecto se realizará desde el mes noviembre de 2023, hasta marzo de 2024, fecha en que se desarrollará el proyecto, implementación y pruebas.

1.4.5 Delimitación Geográfica

La investigación, el diseño e implementación de los equipos de medición que se implementaran se llevará a cabo en la ciudad de Guayaquil.

1.4.6 Delimitación del Contenido

El primer bloque se hablará sobre el sistema de freno en motocicletas, tales como el funcionamiento, componentes y tipos de sistemas de freno, conceptos de los equipos de medición que se necesitan, los tipos de motocicletas el cual aplican en este proyecto.

Como segundo bloque se hablará sobre la consecuencia de un sistema no homologado y sus ventajas, los retos para la implementación de equipos de medición en un sistema de freno y en qué aspectos positivos influyen estos equipos de medición al momento de realizar las pruebas físicas.

Para finalizar con el tercer bloque se hablará con más detalle con respecto a las pruebas el cual determinará la eficiencia del sistema de freno, el proceso de implementación del equipo de medición, las normativas el cual se debe regir el sistema a tratar para que tenga un buen funcionamiento y los resultados finales.

Capítulo II

Marco de Referencia

2.1 Marco Teórico

Actualmente, la industria automotriz está priorizando el diseño e implementación de sistemas de frenado en motocicletas para aumentar la seguridad del conductor y de terceros. Es muy importante que las motocicletas cuenten con un sistema de frenos, ya que les permite tener mayor seguridad al momento de detenerse, es decir, de manera segura y precisa.

Ecuador es considerado un país con muchas motocicletas. La creencia de que este vehículo es fácil de conducir lo convierte en un factor decisivo en la ocurrencia de accidentes. Porque un vehículo tan ligero requiere mucho cuidado y moderación a la hora de conducirlo.

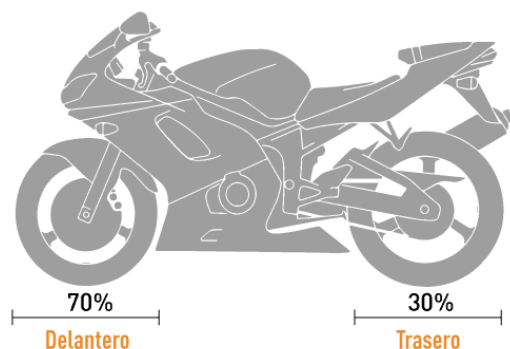
El sistema de frenado se utiliza en todos los tipos de vehículos con motor sea este a combustión o eléctrico, pero el proyecto se enfoca principalmente en vehículos de dos ruedas, incluyendo en vehículos de tres ruedas dispuestas simétricamente respecto al plano medio longitudinal, ambos con una cilindrada superior a 50 centímetros cúbicos en el motor. La velocidad máxima de diseño de estos vehículos es superior a 50 km/h, independientemente del medio de propulsión. (Standardization, 2010, pág. 2)

Los frenos en el sector del automóvil desempeñan un papel extremadamente importante en la seguridad y el rendimiento del vehículo para los pasajeros y transeúntes. Son uno de los sistemas más fundamentales dentro de un vehículo, ya que efectivamente reducen la velocidad o lo detienen. (Bustos, 2023)

En los vehículos livianos como las motocicletas los frenos son aplicados en diferentes porcentajes, en los frenos delanteros 70% y un 30% en los frenos posteriores como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Porcentaje de Frenos Delanteros y Posteriores



Fuente: (Motorbike, 2023)

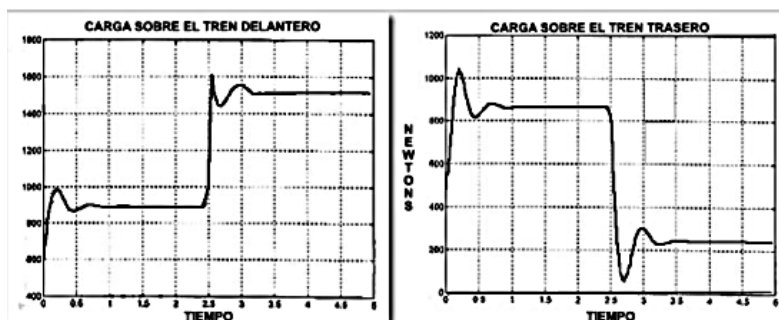
2.1.1 Freno Frontal.

Los frenos delanteros soportan la mayor carga, por lo que es efectivo para detener motocicletas, pero también más peligroso si se frenó de repente el vehículo podría tener algún accidente, porque tienen una variación de frenado tanto en la rueda delantera como en la trasera como se encuentra en la Figura 2 se debe seguir las siguientes recomendaciones: Freno delantero de tres etapas

1. Toca sutilmente el mango
2. Varíe la presión sobre el mango según la fuerza requerida momento
3. Suelte gradualmente el mango al final del frenado.

Figura 2

Variación de la Carga Sobre los Amortiguadores al Accionar el Freno Delantero.



Fuente: (GONZÁLES, 2009)

2.1.2 Freno Trasero.

Al accionar el pedal del freno trasero, se transfiere menor peso al eje delantero, la frenada es más suave y menos peligrosa, facilitando las maniobras que el piloto quiera realizar. El problema con el freno trasero es que no es muy efectivo para detener una motocicleta, y si es efectivo para detener un viaje, entonces, ¿cuándo se usa el freno delantero?, como se muestra en la figura 3.

- Cuando la conducción es suave y requiere un manejo adecuado
- Al entrar en una curva muy estrecha y lenta Un fuerte descenso provocaría un accidente.
- Al conducir sobre superficies resbaladizas donde se encuentra el freno delantero peligroso
- Al entrar en una curva demasiado rápido y desea corregir su pista de tránsito.

Figura 3

Distancia de Frenado, Según el Freno a Emplearse o Ambos a la Vez



Fuente: (GONZÁLES, 2009)

2.1.3 Evolución del Sistema de Frenos

Los sistemas de frenado de las motocicletas han evolucionado con el tiempo. Los primeros frenos que aparecieron originalmente derivaban de los frenos de bicicleta; estos frenos eran como patines con una venda que rozaba las llantas de la motocicleta y los propios neumáticos. Posteriormente aparecieron dispositivos que aplicaban presión a la polea motriz, pero su efecto era casi nulo porque la superficie de fricción era pequeña y los cambios en los componentes reducían significativamente su rendimiento. (Ospino, 2010).

2.2 Marco Conceptual

Algunos conductores desconocen cómo funciona el sistema de frenado de la motocicleta, sin pensar que ha evolucionado con el tiempo y que hoy en día es muy importante comprender el método correcto de funcionamiento. Actualmente, debido a los avances en el sector automotriz, los vehículos ligeros cuentan con equipos y sensores de última tecnología.

2.2.1 Sistema de Frenos

Una combinación de componentes (distintos del motor) que consta de controles, transmisión y frenos cuya función es reducir gradualmente la velocidad de una motocicleta en movimiento, detenerla y mantenerla estacionaria si ya se ha detenido. (Standardization, 2010, pág. 2)

2.2.2 Control

Parte accionada directamente por el conductor para suministrar a la transmisión o controlar la energía requerida para frenar la motocicleta. (Standardization, 2010, pág. 2).

2.2.3 Transmisión

Combinación de componentes que proporcionan el enlace funcional entre el control y el freno (Standardization, 2010, pág. 2)

2.2.4 Freno

El freno de una motocicleta consiste en dos sistemas principales: el freno delantero, operado desde el manillar derecho, que aplica presión a un disco en la rueda delantera y proporciona la mayor parte del poder de frenado; y el freno trasero, accionado por el pedal derecho, que aplica freno a través de un disco o tambor en la rueda trasera, ofreciendo estabilidad adicional durante el frenado. Ambos frenos deben usarse conjuntamente para un frenado seguro y eficaz, aunque el freno delantero es generalmente más potente debido a la transferencia de peso durante la desaceleración

2.3 Tipos de Sistemas de Frenos

Los sistemas de frenos típicamente incluyen componentes como discos o tambores de freno, pastillas de freno, caliper, cilindros de freno, líneas de freno, y fluido de frenos. Dependiendo del tipo de vehículo y sus requisitos de rendimiento, los sistemas de frenos pueden variar en diseño y complejidad, pero todos comparten el objetivo de proporcionar un control seguro y eficaz de la velocidad del vehículo. (Standardization, 2010, p. 2).

2.3.1 Sistema de Freno Simple

Sistema de frenos de servicio que actúa en un solo eje (Standardization, 2010, p. 2).

2.3.2 Sistema Combinado de Frenos SBS

Sistema de frenos de servicio (para triciclos) mediante el cual los frenos de todas las ruedas son accionados por la operación de un solo control (Standardization, 2010, p. 3).

2.3.3 Sistema de Freno Secundario

Este sistema de frenos de servicio en un vehículo equipado con un sistema combinado de frenos sirve ya que las ruedas no tienen la misma fuerza de frenado en las ruedas (Standardization, 2010, p. 3).

2.3.4 Sistema de Frenos de Servicio Dividido SBS

Sistema de frenos de servicio que opera los frenos en todas las ruedas, que consiste de dos o más subsistemas accionados por un control único diseñado de modo que una sola falla en cualquier subsistema no perjudique el funcionamiento de ningún otro subsistema (Standardization, 2010, p. 3).

2.3.5 Sistema de Frenado Asistido

Sistema de frenos en el cual la energía necesaria para producir la fuerza de frenado es suministrada por el esfuerzo físico del conductor asistido por uno o más dispositivos de suministro de energía (Standardization, 2010, p. 3).

Capítulo III

Implementación de los Sistemas Electromecánicos para Frenos de Motocicletas y Tricimotos.

Frenar es el acto de desacelerar o reducir la velocidad de un vehículo en movimiento o mantenerlo estacionario cuando está detenido. Esto se logra mediante pedales y palancas que el conductor activa, aplicando así fuerza de frenado. Al frenar, la distribución del peso de la motocicleta se muestra en la siguiente tabla 1.

Tabla 1

Reparto de los Pesos en las Llantas Cuando Frena.

Peso	Llanta
63 %	Delantera
37 %	Trasera

Fuente: (González, 2009)

En el proceso de frenado, hay algunos efectos que deben comprenderse, algunos efectos beneficiosos que deben promoverse y algunos efectos dañinos pero inevitables que deben eliminarse en los hábitos de conducción.

3.1 Fuerza de Rozamiento

La fuerza de rozamiento es la relación entre el peso de la motocicleta y el coeficiente de rozamiento o adherencia presentes entre las superficies de contacto (rueda – asfalto), ecuación 1

$$Fr = W * u \quad (1)$$

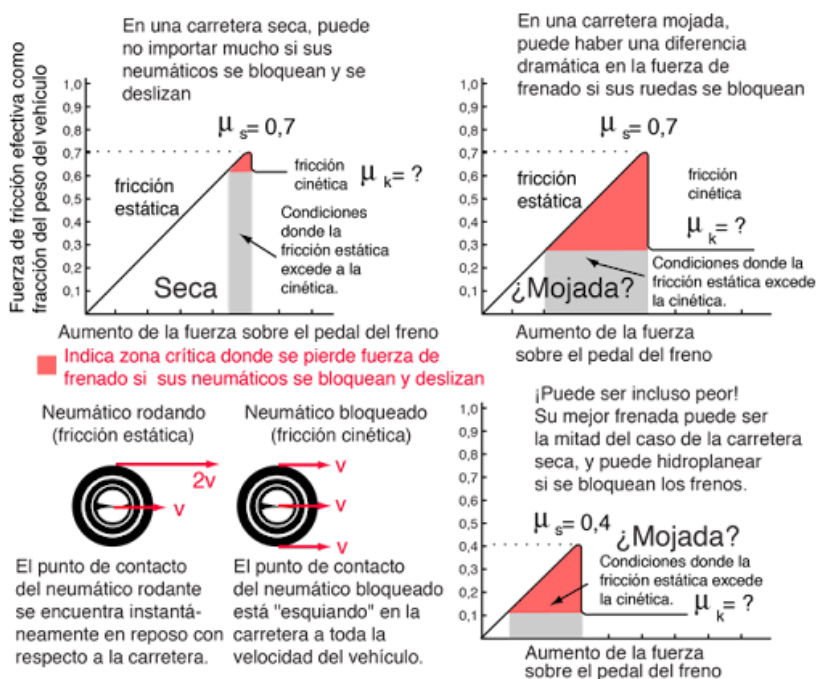
$Fr =$ Fuerza de rozamiento $W =$ Peso de la motocicleta

$u =$ Coeficiente de rozamiento

Durante los frenados hay efectos que deben ser entendidos, los beneficiosos deben ser potenciados y los nocivos pero inevitables deben tratar de eliminarse en los hábitos de conducción. El coeficiente del desgaste de los neumáticos y las condiciones de la carretera son factores influyentes, si tiene neumáticos nuevos y una carretera seca obtiene un coeficiente de fricción muy alto, pero si tiene neumáticos desgastados y una carretera resbaladiza obtiene un coeficiente de fricción muy bajo. La fricción entre las llantas de prueba y las cintas son de 0,6 y 0,95, y las ruedas y superficies no probadas son de 0,4 a 0,8, pero en el estudio el coeficiente es de 0,7 como se muestra en la figura 4 el cual concuerda con una investigación de la East School of Mechanical and Electrical Engineering, Jiaotong University de China.

Figura 4

Fricción y Neumáticos del Automóvil



Fuente: (Nave & Olmo, 2024)

3.2 Interpretación del Reglamento Técnico RTE INEN 136

Este reglamento técnico define los requisitos que deben cumplir las motocicletas para proteger la seguridad personal y ambiental e impedir acciones que puedan producir a errores de los conductores de las motocicletas. Este aplica para todas las motos y tricimotos importados

ensamblados y comercializados en Ecuador. Para efectos del presente Reglamento Técnico, se entiende por las siguientes definiciones los siguientes documentos normativos: Normas NTE

INEN 28558, NTE INEN 2656, NTE INEN-ISO 8710, y Reglamentos Técnicos del Ecuador RTE INEN 017 y RTE INEN 011.

3.2.1 Ensayos a Realizar.

En la NTE INEN 28558 Sección 5 Inspecciones y Ensayos, se menciona que, para verificar condiciones de frenado, probador de frenos de motocicleta, pinzas de freno, Neumáticos y sistema de aire comprimido se procede en el siguiente orden:

a) Calibrar los neumáticos según las especificaciones del fabricante de neumáticos de motocicleta.

b) Se debe aplicar y probar a la motocicleta una carga de $750N \pm 50N$. Las inspecciones del sistema de frenos deben realizarse en vías.

c) El sistema debe comprobar: eficiencia del eje delantero y trasero. Ruedas traseras de motocicletas, controles centrales, tanques de almacenamiento de líquido de frenos, circuitos, pastillas de freno, discos de freno, tambores de freno, brazos de freno, pinzas, pastillas de freno y demás elementos.

d) Hacer la prueba de rendimiento de la parte delantera debe conducir el vehículo, colocando la parte que se va a comprobar en el rodillo sobre el manómetro de freno y encendiéndolo. A continuación, el conductor del vehículo debe aplicar progresivamente el frenado correspondiente hasta que el neumático se alcance la fuerza máxima y poder medir el rendimiento.

3.2.2 Moto de Pruebas

Para hacer las pruebas se cuenta con los siguientes datos y realizaremos este estudio basándonos en la ficha técnica de la moto Yamaha XTZ-125 que cumple con las características mencionadas en las NTE INEN 28558 Sección 5:

Tabla 2*Distribución de los Pesos en los Neumáticos Durante el Frenado.*

Distribución de Neumático	Medidas
Masa total (vehículo+ conductor)	208 (118+90) kg
Distancia entre puntos de apoyo de los neumáticos	1340 mm
Altura del centro de gravedad	705 mm
Reparto de pesos estático	52 (del) + 48 (tras) %
Coefficiente de rozamiento pastilla-disco	0.4
Coefficiente de seguridad a la presión	1.8
Diámetro máximo de disco delantero	220 mm
Diámetro máximo de disco trasero	130 mm

Fuente: ficha técnica de moto Yamaha XTZ-125

La motocicleta objeto de estudio tiene un tamaño de rueda delantera 80/90/21 y un Rueda trasera 110/80/18, su diámetro efectivo.

Para poder hacer las pruebas en la motocicleta hay que tener en cuenta las condiciones normales con el suelo seco y en asfalto.

3.3 Cálculo de Fuerzas

Al acelerar horizontalmente, se ejerce una fuerza horizontal sobre cada eje. Lo que da como resultado de esta aceleración se ejerce también una fuerza normal, además son diferente sobre cada rueda.

Sobre el cuerpo o chasis de la moto se ejercen tres fuerzas:

$$\text{Su peso } M\vec{g} = -Mg\vec{j}$$

La fuerza que ejerce el eje delantero, $\vec{F}A$

La fuerza que ejerce el eje trasero, $\vec{F}B$

A su vez, las fuerzas ejercidas por los dos ejes se pueden descomponer en una componente vertical y una horizontal representada en las ecuaciones a continuación.

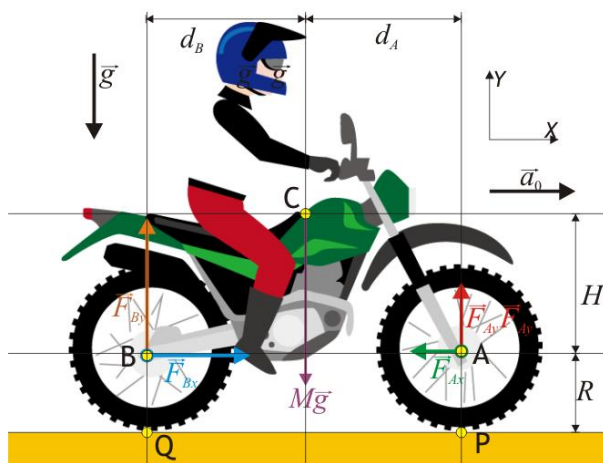
$$\vec{F}_A = \vec{F}_{Ax} + \vec{F}_{Ay} = F_{Ax}\vec{i} + F_{Ay}\vec{j} \quad (2)$$

$$\vec{F}_B = \vec{F}_{Bx} + \vec{F}_{By} = F_{Bx}\vec{i} + F_{By}\vec{j} \quad (3)$$

Al utilizar esta expresión no presuponemos el significado de estas cuatro fuerzas, que siguen siendo desconocidas. Sólo asignamos una dirección. Cualquiera de los cuatro componentes puede ser negativo, como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Diagrama de Fuerzas de una Motocicleta.



Fuente: (Sevilla, 2018).

El Cuerpo de la motocicleta y centro de masas adquieren una aceleración horizontal, que tenemos la ecuación.

$$\vec{a} = a_0\vec{i} \quad (4)$$

La segunda ley de Newton, lo utilizamos para el balance de fuerzas.

$$\sum_i \vec{F}_i = M\vec{a}_c \Rightarrow \{F_{Ax} + F_{Bx} = Ma_0 - Mg + F_{Ay} + F_{By} = 0 \quad (5)$$

Cuando la motocicleta tiene la suspensión muy rígida, la suma de los momentos con respecto al centro de las masas debe anularse.

$$\sum_i \vec{CP}_i \times \vec{F}_i = I \vec{\alpha} = \vec{0} \quad (6)$$

Por lo tanto, los cinco fuerzas actuantes del sistema, se consideran a dos como cada eje, una horizontal y una vertical. El peso se aplica al propio CM, por lo que su momento es cero. La distancia de los otros cuatro brazos es la distancia horizontal o vertical de la línea sobre la que apoyan el CM. De estos cuatro, tres producen espín positivo y sólo uno produce espín negativo, por lo que tenemos.

$$-d_B F_{By} + d_A F_{Ay} + H F_{Ax} + H B_X = 0 \quad (7)$$

Despejando la ecuación nos queda:

$$F_{Ay} + F_{By} = Mg \quad (8)$$

$$-d_B F_{By} + d_A F_{Ay} = -H(F_{Ax} + H B_X) = -HM a_0 \quad (9)$$

Con solución:

$$F_{Ay} = \frac{M(gd_B - a_0 H)}{d_A + d_B} \quad (10)$$

$$F_{By} = \frac{M(gd_A - a_0 H)}{d_A + d_B} \quad (11)$$

Vemos que, para una aceleración positiva, el eje delantero ejerce menos fuerza que el eje trasero (lo mismo ocurre con la fuerza que ejerce una motocicleta sobre su eje, según la tercera ley de Newton). Esto es lo que provoca que una motocicleta o un automóvil se incline hacia adelante o hacia atrás y la parte trasera se hunda al acelerar.

Tenga en cuenta que con este cálculo no tenemos forma de saber cuánto vale la fuerza horizontal en cada eje. Sólo conocemos su suma. La diferencia esencial es sobre cuál actúa el motor.

3.3.1 Fuerzas Sobre Ruedas

La motocicleta tira de sus ruedas hacia atrás, por la tercera ley de Newton.

Lo que hace que la motocicleta sea empujada hacia delante no es el motor, sino el suelo. La fuerza de externa que acelera el vehículo se debe a la fricción estática con el suelo. Las ruedas empujan el suelo, debido a esto el suelo empuja al vehículo hacia adelante. La razón es que el motor no sólo empuja o tira de las ruedas; Esto también los hace girar. A través de la cadena conectada al piñón, el par que produce no acelera el CM de la rueda (ya que la fuerza neta del par es cero), pero produce rotación en el sentido correcto. De esta forma, el motor consigue que, en última instancia, sea el suelo el que impulse el vehículo.

$$F_r = (M + 2m) \alpha_0 \quad (12)$$

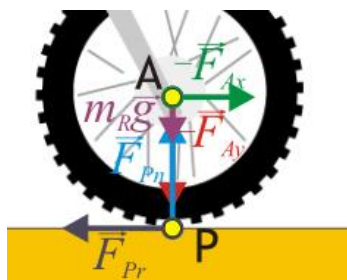
3.3.2 Rueda Delantera

La rueda delantera no es una rueda motriz, pero sobre esta actúan las siguientes fuerzas.

- El peso de la rueda, $m\vec{g}$, aplicado en su centro A.
- La reacción normal del suelo, \vec{F}_{P_n} , aplicada en el punto de contacto P.
- El rozamiento con el suelo, \vec{F}_{P_r} , que será del tipo estático y se aplica en el mismo punto P.
- La fuerza vertical, $-\vec{F}_{A_y}$, reacción de la calculada en el apartado anterior, que se aplica en A.
- La fuerza horizontal, $-\vec{F}_{A_x}$, reacción de la mencionada (pero no calculada) en el apartado anterior, aplicada también en A.

Figura 6

Diagrama de Fuerzas de Rueda Delantera de una Motocicleta.



Fuente: (Sevilla, 2018)

Según la figura 6 debemos separar los componentes y quedan las siguientes relaciones.

$$\begin{cases} -F_{Ax} + F_{pr} = ma_0 \\ -F_{Ay} - mg + F_{pn} = 0 \end{cases} \quad (13)$$

También tenemos una ecuación para el momento relativo al centro de la rueda, como se muestra en la sección de rodadura de la rueda.

$$F_{pr}R = I \alpha = -\frac{Ia_0}{R} \quad (14)$$

Esto permite relacionar la fuerza horizontal aplicada sobre la rueda realizada por el chasis.

$$-F_{Ax} = -F_{pr} + ma_0 = \left(m + \frac{I}{R^2}\right) a_0 \quad (15)$$

En la fuerza normal hallamos el punto de contacto.

$$F_{pn} = mg + F_{Ay} = mg + \frac{M(gd_B - a_0H)}{d_A + d_B} \quad (16)$$

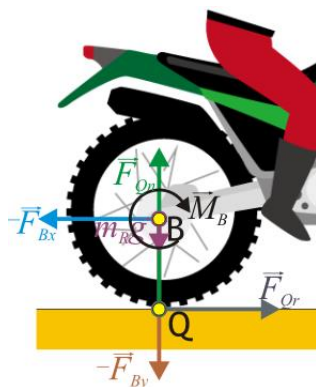
Para evitar este aumento, se puede lograr usando tres métodos simultáneamente: aumentar la velocidad, aumentar la altura del centro de masa H y disminuir la distancia a la parte trasera de la plancha en d_B . El conductor lo hace de pie y apoyándose en la motocicleta.

3.3.3 Rueda Trasera

En la rueda trasera se analiza de forma similar, como se ve en la figura 7.

Figura 7

Diagrama de Fuerzas de Rueda Trasera de una Motocicleta.



Fuente: (Sevilla, 2018)

La suma de las fuerzas horizontales de los ejes da la fuerza sobre el cuerpo de la motocicleta.

$$F_{Ax} + F_{Bx} = Ma_0 \quad (17)$$

La fuerza entre el chasis y el trasero será.

$$F_{Bx} = Ma_0 - F_{Ax} = \left(M + m + \frac{I}{R^2} \right) a_0 \quad (18)$$

Así de fuerte es el eje trasero con respecto al chasis, lo cual es bueno. Entonces el eje trasero empuja la motocicleta y el eje trasero tira.

Si Q es la posición de la rueda trasera con respecto al suelo, entonces la segunda ley de Newton se aplica a la rueda trasera.

$$\begin{cases} -F_{Bx} + F_{Qr} = ma_0 \\ -F_{By} - mg + F_{Qn} = 0 \end{cases} \quad (19)$$

De esto podemos sacar las ventajas de los puntos de contacto horizontal:

$$F_{Qr} = ma_0 + F_{Bx} = \left(M + 2m + \frac{I}{R^2} \right) a_0 \quad (20)$$

vertical.

$$F_{Qn} = mg + F_{By} = mg + \frac{M(gd_A + a_0H)}{d_A + d_B} \quad (21)$$

Se suma la fuerza de razonamiento con la del eje delantero.

$$F_{pr} + F_{qr} = (M + 2m)a_0 \quad (22)$$

La fuerza de razonamiento es la que aceleran la motocicleta y las ruedas hacia adelante.

Ahora bien, como dijimos antes, la fuerza $-F_{Bx}$ y la fuerza de fricción F_{Qr} que actúan sobre la parte posterior del eje trasero producen un par que hace que la rueda gire en sentido contrario al observado. Por tanto, se debe aumentar el par producido por el motor sobre el eje (mediante cadenas y piñones o varios métodos). El par aplicado a B hace que la rueda gire en la dirección correcta lo hicimos será en sentido de $-\vec{k}$ ya que tiende a girar la rueda en sentido horario. Por tanto, tenemos.

$$-M_{apl} = F_{Qr}R = I \alpha = -\frac{I}{R} a_0 \quad (23)$$

Finalmente.

$$M_{apl} = F_{Qr}R + \frac{I}{R} a_0 = \left(M + 2m + 2\frac{I}{R^2} \right) R a_0 \quad (24)$$

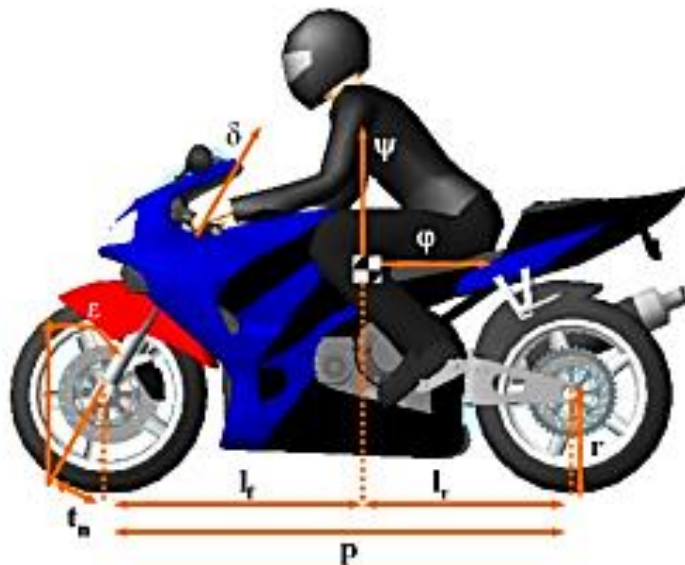
3.3.4 Dinámica de Dirección Orientada.

A continuación, basándose en el análisis del modelo del mecanismo de dirección asistida, con referencia a las Figuras 8 y 9, se proporcionan una vista lateral y una vista superior del motor que se puede ver, y se marca una vista grande.

El vehículo consta de dos partes: el bastidor principal y el conjunto de dirección. Estos pueden girar entre si alrededor del volante, tenga en cuenta que los símbolos c_θ y s_θ representan $\cos \theta$ y $\sin \theta$ respectivamente.

Figura 8

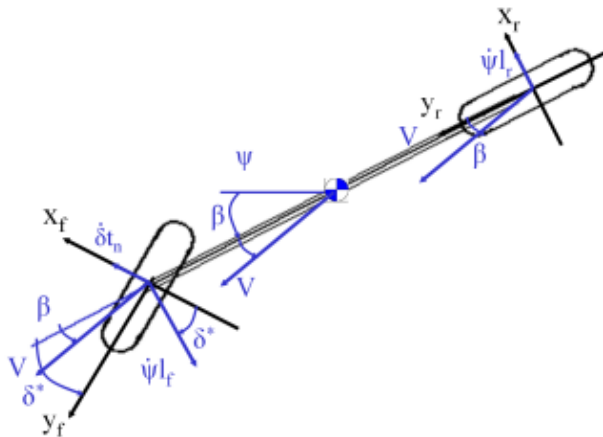
Vista Lateral de la Motocicleta.



Fuente: (Tanelli, y otros, 2009).

Figura 9

Vista desde Arriba de la Motocicleta de Dirección.



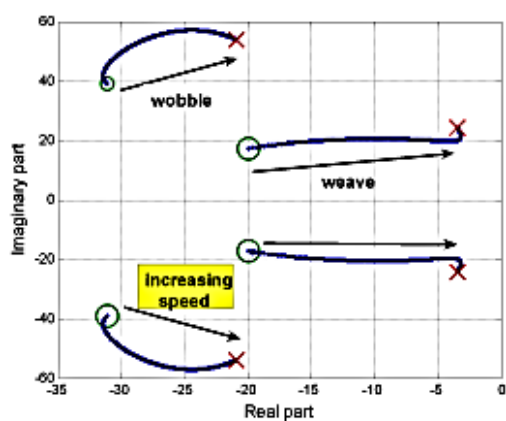
Fuente: (Tanelli, y otros, 2009)

Para evaluar el rendimiento del modelo, de la figura 10 muestra un gráfico de los valores propios en función de la velocidad (velocidad creciente de 50 a 170 km/h).

El tipo de trenzado y oscilante de la pieza es un buen ejemplo, y el encaja muy bien con lo que dijo Evangelou Neri Al,

Figura 10

Mapa de los Valores Propios del Modelo de una Motocicleta.



Fuente; (Tanelli, y otros, 2009)

Considerando el ejemplo de una motocicleta superdeportiva, muestra que el modo de tejido se mueve, con la velocidad, dentro de un rango de frecuencia de [2,8, 4] Hz, mientras que la oscilación dentro de aproximadamente [8, 10] Hz. La amortiguación del tejido.

El modo disminuye constantemente a medida que aumenta la velocidad; esto es cierto también para el modo de oscilación, incluso si la variación de amortiguación con la velocidad es más limitada. (Tanelli, y otros, 2009)

3.3.5 Celda de Carga Sensor 10Kg

Sensor de carga es un convertidor de energía en una señal eléctrica a través de uno o más elementos internos dispuestos en un puente de Wheatstone.

Los diferentes tipos y tamaños de celdas de cargas se utiliza, en el proyecto hay dos tipos uno se muestra a continuación en la figura 11 y sus características en la tabla 3.

Figura 11

Celda de carga de 10Kg.



Tabla3

Celda de carga de 10 Kg. Sensibilidad de Salida 1.0 ± 0.1 mV/V

Parámetro	Sensibilidad
Salida	± 0.1 mV/V
Repetibilidad	0.05% FS

Fluencia	0.05% <i>FS</i> /3 <i>min</i>
No Lineal	0.05% <i>FS</i>
Retraso	0.05% <i>FS</i>
Independencia de Salida	1000 ± 5% <i>ohmios</i>
Deriva de temperatura cero	0.05% <i>F.S</i> /10°C
Deriva de la sensibilidad a la temperatura	0.05% <i>F.S</i> /10°C

Fuente: (Electronics, AV, 2024)

3.3.6 *Trasmisor de Celda de Carga HX711*

Esta unidad es la interfaz entre la celda de carga y el microcontrolador, facilitando la lectura de la variable a medir.

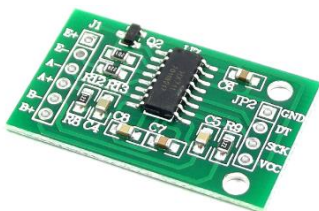
Es responsable de la conversión de analógico a digital mediante un convertidor A/D interno de 24 bits y lee el puente de Wheatstone formado por la celda de carga.

Es ampliamente utilizado en la industria, sistemas de medición automatizados y la industria farmacéutica.

El trasmisor de la celda de carga HX711 se muestra en la figura 12, este proporciona comunicación serial con el microcontrolador a través de 2 pines.

Figura 12

Trasmisor de Celda de Carga HX711.



Fuente: (SAC, 2023)

3.3.7 Celda de Carga Sensor de 50 Kg

Los sensores convierten el movimiento en señales eléctricas. La señal de voltaje de salida es del orden de unos pocos milivoltios y es amplificada y luego utilizada por un microcontrolador con una entrada ADC, a continuación, se muestra el sensor de 50Kg en la figura 13 y sus características en la tabla 4.

Figura 13

Celda de Carga de 50Kg



Fuente: (Joomlana, 2023)

Tabla4

Características de la Celda de Carga de 50kg

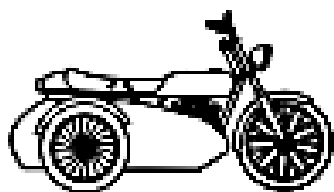
Característica	Sensibilidad
Salida	$\pm 0.1 \text{ mV/V}$
Repetibilidad	0.03% FS
Histéresis	0.03%FS
No Lineal	0.03% FS
Resistencia de entrada	$1000\Omega \pm 20$
Resistencia de salida	$1000\Omega \pm 20$
Voltaje de funcionamiento adecuado	$V \leq 10$
Temperatura de la operación adecuada	0 – 50°C

Fuente: (Electronics, AV, 2024)

El vehículo básico cumple con los requisitos y subcategorías de los vehículos L3 con más de cuatro plazas, incluido el asiento del conductor y los laterales de la motocicleta, así como los asientos laterales a ambos lados. Edición NTE INEN-ISO 3833, 3.5. ejemplo de Categoría L4 se muestra en la figura 14 (Normas INEN 2556).

Figura 14

Motocicleta con Sidecar/ Moto Triciclo.



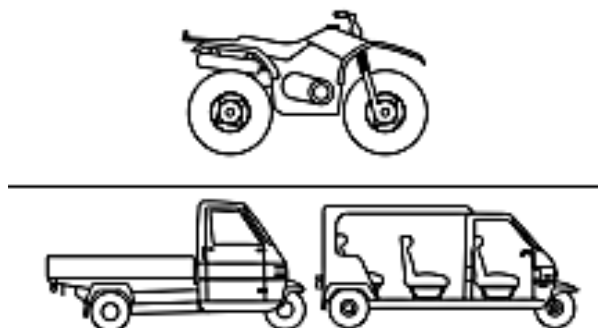
Fuente: Categoría L4 (Normas INEN 2556)

3.3.8 Subcategoría L5

Vehículos con eje largo igual a tres ruedas, velocidad de diseño superior a 45 kilómetros por hora y cilindrada superior o igual a 50 centímetros cúbicos. Peso en orden de marcha < 1000 kg Vehículos de tres ruedas que no pueden clasificarse como vehículos L2. Edición NTE INEN-ISO 3833, 3.5. ejemplo de Categoría L5 se muestra en la figura 15 (Normas INEN 2556).

Figura 15

Tricar y Tricimoto



Fuente: Categoría L5 (Normas INEN 2556)

Capítulo IV

Prueba de Funcionamiento para los Sistemas Electromecánicos para Sistemas de Frenos de Motocicletas y Tricimotos.

4.1 Pruebas con Prototipo

La desaceleración es la tasa de cambio de la velocidad a lo largo del tiempo. Se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Desaceleración media} = (v_2^2 - v_1^2) / (2d) \quad (25)$$

Donde v_1 es la velocidad inicial, v_2 es la velocidad final y d es la distancia recorrida

$$a_m = \frac{(0^0K/h - 25^2K/h)}{2(35m)} = \frac{(0^0m/s - 6.95^2m/s)}{2(35m)}$$

$$a_m = -0.69 \text{ m/s}$$

Para la medición de freno delantero de motocicleta de prueba con peso del conductor, se tiene los datos descritos en la tabla 5.

Tabla 5

Datos para Obtención de Datos del Freno Delantero de Motocicleta.

Datos	Medición
Velocidad inicial	25 Km/h
Distancia recorrida aplicando el freno	8m a 10m
Velocidad final	0 Km/h
Peso motocicleta	118kg
Capacidad de carga de motocicleta	217kg
Peso del conductor	85kg

Medición de freno delantero de motocicleta descrito, pruebas realizadas respetando las normas anteriormente mencionadas, mediciones iniciales en la tabla 6.

Tabla6*Medición de la Fuerza Antes de Aplicar el Freno Delantero.*

Fuerza(N)	Velocidad Inicial (Km/h)	Espacio (m)
0,18	5.5	3.02
0,18	11.11	12.52
0,18	13.88	17.5
0,18	26.66	24.07
0,18	32.69	30.7
0,18	45.21	40.24
0,18	52.03	46.8
0,18	58.54	52.1
0,18	63.72	56.71
0,18	65.24	58.07

Medición de freno delantero de motocicleta descrito, pruebas realizadas respetando las normas anteriormente mencionadas mediciones finales en la tabla 7.

Tabla 7*Medición de la Fuerza Aplicando el Freno Delantero.*

Fuerza(N)	Velocidad Inicial (Km/h)	Espacio (m)
51,85	5.5	0.77
55,30	11.11	4.3
59,66	13.88	7.52
66,57	26.66	12.61
69,65	32.69	25.19
66,71	45.21	35.72
62,75	52.03	41.11

59,40	58.54	46.25
58,46	63.72	50.34
58,12	65.24	51.54

Medición de freno delantero de motocicleta descrito, pruebas realizadas respetando las normas anteriormente mencionadas en la tabla 8.

Tabla 8

Fuerza Máxima al Aplicar el Freno Delantero.

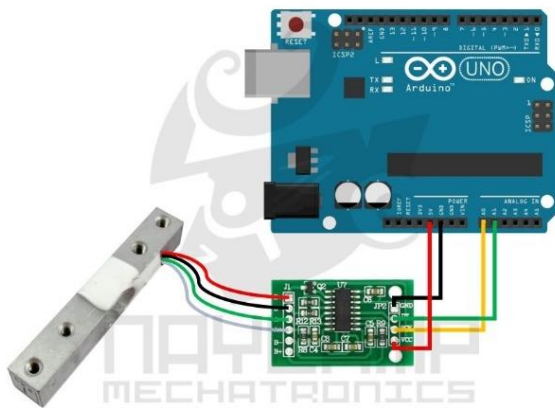
Fuerza Máxima
69.65N

4.2 Diagrama del Dispositivo de Medición de Freno Delantero.

Conexión a transistor de sensor posterior que consta de una celda de carga de 10kg, Arduino y Trasmisor de Celda de Carga HX711 como se muestra en la figura 16.

Figura 16

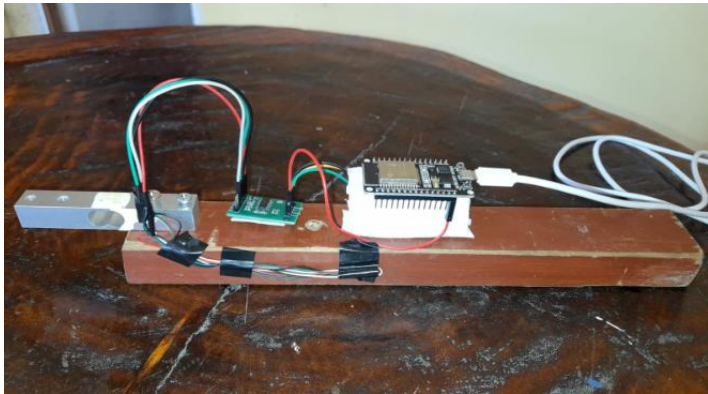
Diagrama de Conexión Celda de Carga - Arduino.



Fuente: (SAC, 2023)

4.3 Procedimiento de Construcción del Equipo de Medición.

El sensor de freno de mano acorde a los circuitos ya mencionados anterior mente el prototipo se muestra en la figura 17.

Figura 17*Prototipo para Freno de Mano*

La medición en la aplicación en el freno delantero desarrollada para obtener los datos se observa en la figura 18. Se puede apreciar la fuerza aplicada en cada una de las pruebas del prototipo.

Figura 18*Transmisión de Información de Fuerza Aplicada en el Freno Delantero.*

MEDICION DE LA FUERZA APLICADA EN EL FRENO DELANTERO

OBTENER DATOS

RESULTADO

1743.01 N

1772.99 N

1769.77 N

1771.59 N

1770.52 N

1771.43 N

1769.68 N

1771.58 N

1770.14 N

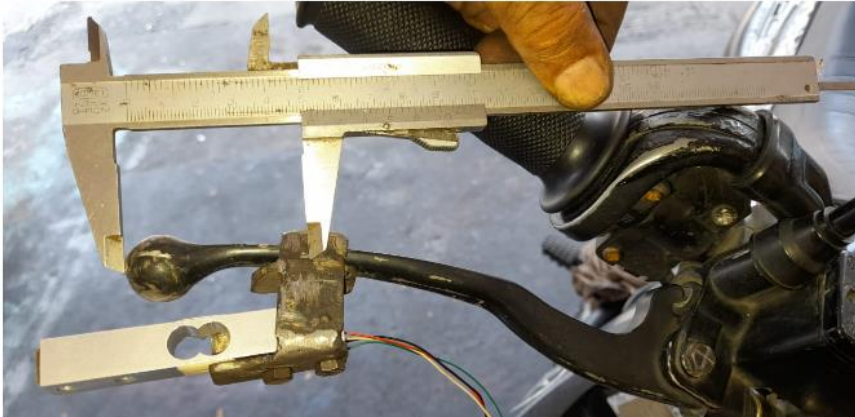
1772.63 N



La fuerza de entrada se aplica a un punto a 50 mm de la parte superior de la columna a 90 grados, medida a lo largo de la línea entre el centro de la columna y su borde exterior, como se muestra en la figura 19.

Figura 19

Posicionamiento del Prototipo de Medición Delantero.



La disposición de sensor de freno de mano acorde a las normativas vigentes ya mencionadas anterior mente el modelo elegido se muestra en la figura 20.

Figura 20

Instalación de Prototipo de Medición de Fuerza en Maneta Delantera.



Medición de freno de pedal de motocicleta descrito en la tabla 9.

Tabla 9*Datos Referenciales Para las Pruebas con el Freno de Pedal.*

Datos	Medida
Velocidad inicial	25 Km/h
Distancia recorrida aplicando el freno	15m a 25m
Velocidad final	0 Km/h
Peso motocicleta	118kg
Capacidad de carga de motocicleta	217kg
Peso del conductor	85kg

Medición de freno posterior de motocicleta descrito, pruebas iniciales realizadas respetando las normas anteriormente mencionadas mediciones descrito en la tabla 10.

Tabla 10*Medición de la Fuerza Antes de Aplicar el Freno Posterior.*

Fuerza(N)	Velocidad Inicial (Km/h)	Espacio (m)
0,00	62	37,5
0,00	59	30,2
0,00	62	39
0,00	63	33,8
0,00	59	50
0,00	61	34
0,00	60	53,88
0,00	63	27,95

Medición de freno posterior de motocicleta descrito, pruebas finales realizadas respetando las normas anteriormente mencionadas mediciones descrito en la tabla 11.

Tabla 11*Medición de la Fuerza Aplicando el Freno Posterior.*

Fuerza(N)	Velocidad Inicial (Km/h)	Espacio (m)
71,51	62	50.88
76,69	59	50.88
75,93	62	50.88
74,59	63	50.88
70,23	59	50.88
61,57	61	50.88
54,20	60	50.88
47,29	63	50.88

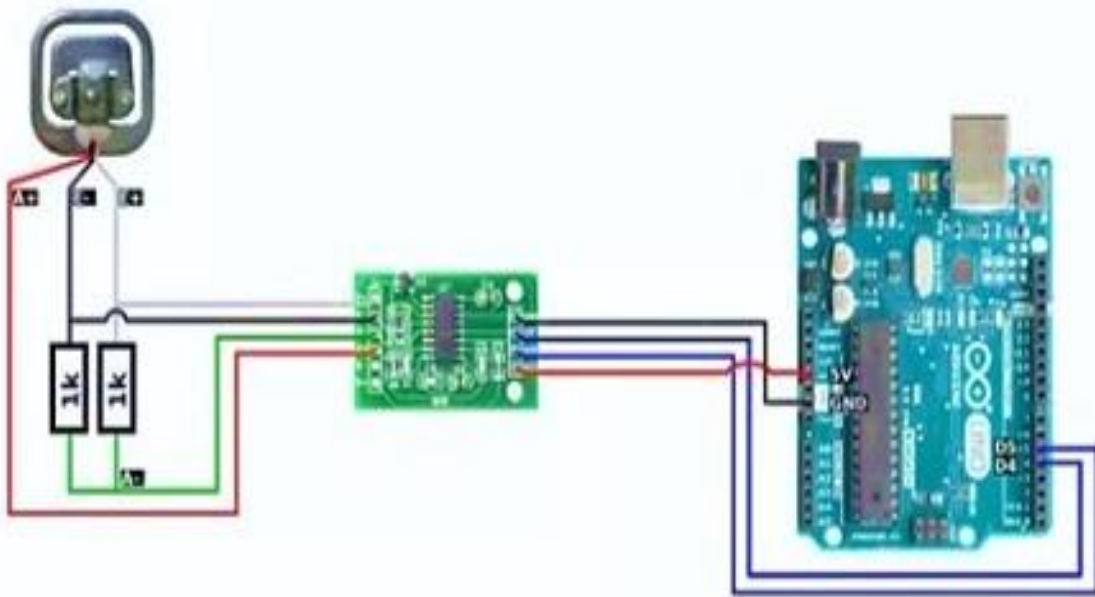
La medición en la fuerza máxima de 69.65N y fuerza promedio de 58.12N / 60.84N, recorridos 32 metros hasta lograr alcanzar una velocidad de 50 km/h, luego se accionó el freno y el recorrido fue de 10 metros comprobando así lo estipulado en la norma.

Las pruebas de frenado que fueron realizadas en la motocicleta de la rueda delantera y rueda posterior, dichas fuerzas fueron aplicadas directamente en los dispositivos electromecánicos; palanca de control manual ubicada en el timón de la motocicleta y pedal inferior derecho que funciona como reductor de velocidad o freno.

Conexión a transistor de sensor posterior que consta de una celda de carga de 50kg, Arduino y Trasmisor de Celda de Carga HX711 como se muestra en la figura 21.

Figura 21

Diagrama de Conexión Para Implementación Celda de Carga en Pedal – Arduino



Fuente: (Electronica, Robot, 2023)

Medición antes aplicada en el freno delantero se ve la fuera aplicada en cada una de las pruebas realizadas tal como se muestra en la figura 22.

Figura 22

Fuerza Inicial Aplicada al Freno Posterior.



La disposición de sensor de freno posterior acorde a las normativas vigentes ya mencionadas anterior mente el modelo elegido muestra en la figura 23.

Figura 23

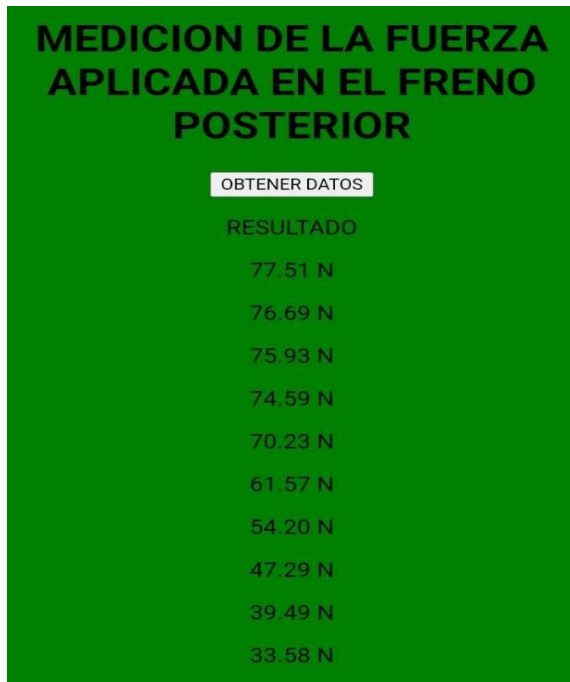
Implementación de Prototipo de Medición de Frenado en Pedal.



Medición final aplicada en el freno posterior se ve la fuerza aplicada en cada una de las pruebas realizadas tal como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Medición de Fuerza en Pedal de Freno.



Aplicación de sensor de freno de posterior acorde a las normas ya mencionadas se muestra en la figura 25.

Figura 25

Prueba de Funcionamiento de Frenado con Pedal.



Finalización de prueba de sensor de freno de posterior acorde a las normas ya mencionados se muestra en la figura 26.

Figura 26

Verificación de Funcionamiento de Prototipo



La medición en la fuerza máxima de 77.51N y fuerza promedio de 33.58N, hasta que se acciono el frenado se recorrió 38 metros alcanzando una velocidad de 50 km/h comprobando así lo estipulado en la norma.

Para el ensayo de frenado delantero y posterior de la motocicleta se aplicó una fuerza progresiva en la palanca de control manual y pedal inferior derecho como corresponde teniendo en cuenta que aplicando una fuerza de frenado inmediato el conductor de la motocicleta podría perder el control y la rueda posterior se elevaría en el caso y freno de mano y la rueda posterior patinaría en el caso del freno de pie.

Medición de freno delantero de tricimoto de prueba peso del conductor descrito en la tabla12.

Tabla 12

Datos Referenciales Para Freno Delantero de Tricimoto.

Datos	Medida
-------	--------

Velocidad inicial	25 Km/h
Distancia recorrida aplicando el freno	10m a 25m
Velocidad final	0 Km/h
Peso tricimoto	230kg
Capacidad de carga de tricimoto	300kg
Peso del conductor	85kg

Medición de freno delantero de motocicleta descrito, pruebas realizadas respetando las normas anteriormente mencionadas, mediciones iniciales descrito en la tabla13.

Tabla 13

Medición Antes de Aplicar Fuerza en la Maneta del Freno Delantero de Tricimoto.

Fuerza(N)	Velocidad Inicial (Km/h)	Espacio (m)
0,18	5.5	4.02
0,18	11.11	13.52
0,18	13.88	18.5
0,18	26.66	25.07
0,18	32.69	31.7
0,18	45.21	41.24
0,18	52.03	47.8
0,18	58.54	53.1
0,18	63.72	57.71

Medición de freno delantero de motocicleta descrito, pruebas realizadas respetando las normas anteriormente mencionadas, mediciones finales descrito en la tabla14.

Tabla14

Medición de la Fuerza Aplicada en la Maneta del Freno Delantero Tricimoto.

Fuerza(N)	Velocidad Inicial (Km/h)	Espacio (m)
52,76	7.65	3.76
57,41	13.94	7.67
61,34	15.76	8.61
68,92	28.78	15.53
71,83	33.96	28.34
68,74	47.12	38.87
63,63	54.30	44.24
61,30	60.78	49.52
60,50	65.95	53.65
61,02	67.36	54.75

La disposición de sensor de freno de mano acorde a las normativas vigentes ya mencionadas anterior mente el modelo elegido en tricimoto como se muestra en la figura 27.

Figura 27

Ajuste de Parámetros de Pruebas en Tricimoto.



Disposición del freno de mano en tricimoto acorde a las normas ya mencionadas anterior mente el modelo elegido, es este caso solo se realizó las pruebas en el freno delantero

ya que las adaptaciones que tienen las tricimotos no cuentan con freno posterior se muestra en la figura 28.

Figura 28

Pruebas de Frenado en Tricimoto.



La medición en la fuerza máxima de 69.65N y fuerza promedio de 58.12N, recorridos 45 metros hasta que se alcanzando una velocidad de 50 km/h, luego accionó el frenado y el recorrió fue de 22 metros comprobando así lo estipulado en la norma.

Para el ensayo de frenado delantero de la motocicleta se aplicó una fuerza progresiva en la palanca de control manual y pedal inferior derecho como corresponde teniendo en cuenta que aplicando una fuerza de frenado inmediato el conductor de la tricimoto podría perder el control y la rueda posterior se elevaría en el caso y freno de mano y la rueda posterior patinaría en el caso del freno de pie.

Conclusiones

La implementación del instrumento de medición está meticulosamente diseñada para cumplir con los rigurosos estándares regulatorios vigentes en Ecuador para la medición precisa de la presión de frenado en motocicletas y tricimotos.

La indagación ha permitido describir exhaustivamente los reglamentos técnicos actuales en Ecuador para la evaluación de los sistemas de frenado de motocicletas y tricimotos, conforme a la normativa ISO 8710:2010, IDT. Este análisis detallado proporciona una comprensión clara de los estándares y requisitos que rigen la verificación de estos sistemas, lo que resulta fundamental para garantizar la seguridad vial y la calidad de los vehículos en el país. Esta información es crucial para los fabricantes, reguladores y profesionales del sector automotriz, ya que les permite cumplir con las normativas establecidas y contribuir así a la protección de la vida y la integridad de los usuarios de las vías ecuatorianas.

La selección cuidadosa de dos sensores electromecánicos, específicamente el sensor de presión de freno, para verificar el buen funcionamiento del sistema de frenos de motocicletas y tricimotos, constituye un enfoque integral y eficaz para garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo de estos vehículos. Estos sensores proporcionan información crítica sobre la presión de frenado, permitiendo una supervisión precisa y en tiempo real del sistema de frenos

La implementación exitosa de los equipos electromecánicos para el sistema de frenos del proyecto representa un hito crucial en el desarrollo y la seguridad del mismo. La selección y aplicación cuidadosa de estos dispositivos, aseguran un control efectivo y preciso del sistema de frenos en motocicletas y tricimotos. Además, la implementación de estos equipos demuestra un compromiso con los estándares de seguridad y calidad.

Las pruebas exhaustivas con el dispositivo implementado han sido fundamental para validar su funcionamiento dentro del proyecto. Estas pruebas proporcionaron una evaluación

completa y eficaz de los equipos seleccionados. Al someter estos sistemas a escenarios de prueba diversos y rigurosos, se pudo confirmar su capacidad para cumplir con los requisitos de rendimiento y seguridad establecidos. Los resultados obtenidos de estas pruebas respaldan la confianza en la implementación de los sistemas electromecánicos en el proyecto, asegurando así su integridad operativa y su capacidad para contribuir al éxito global de estas iniciativas.

Se utilizó celdas de carga para poder convertirlos la información proporcionada a unidades de fuerza mediante programación y se diseñó para que funcionen mediante wifi.

La utilización de los sensores en la motocicleta y tricimoto no afectaron el funcionamiento de estas. Al funcionar mediante conexión wifi y tener un servidor local se usa un celular para visualizar las mediciones en tiempo real.

Recomendaciones

Se recomienda hacer las pruebas de frenado en lugares donde no este poblado para tener un mejor resultado o en un freno metro teniendo en cuenta todas las medidas de seguridad.

Es recomendable revisar las llantas estén optimo estado, con la presión tenga lo recomendado por las normas

También tener en cuenta que los frenos estén en buen estado y sin nuevos mucho mejor.

En caso de tratarse de motos o motonetas nuevas exigirles que los resultados salgan casi que perfectos ya que de esto depende muchos la seguridad de todos.

Conducir en forma segura con las llantas en buen estado da mejor seguridad al momento de conducir un vehículo.

Sirve mucho seguir todas las señales de tránsito para el bienestar de toda la comunidad sea, conductor, pasajero y peatón.

Bibliografía

- BUDYNAS, R. &. (2008). *Diseño en ingeniería Mecánica de Shigley*. México.
- Bustos, F. X. (2023). *Adaptación de un Sistema de Frenos de Tipo Disco Sobre una Plataforma Tubular de Transportación Biplaza*. guayaquil.
- Darwin Gregorio Chele Sancan, E. G. (2018). *Metodologías activas para el aprendizaje del instrumento de medición-micrómetro*. guayaquil: INNOVA Research Journal: Vol. 3 Núm. 10.1 (2018): III Conferencia Internacional de Investigación Mutidisciplinaria (CIIM-2018).
- Ding, C. R. (2019). *Motorcyclist injury riskas a function of real-life crash speed and other contributing factors*. *Accid. Anal.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2018.12.010>
- Electronica, Robot. (2023). *Celda De Carga 50kg Sensor De Fuerza Peso Mas Módulo Hx711*. Tienda de Electronica Avanzada: <https://robot.com.ve/product/celda-de-carga-50kg-sensor-de-fuerza-peso-mas-modulo-hx711/>
- Electronics, AV. (2024). *Sensor de Peso 10kg*. Recuperado el 2024, de Celda de Carga: <https://avelectronics.cc/producto/sensor-de-peso-10kg/>
- Electronics, AV. (2024). *Sensor de Peso 50kg*. Celda de Carga: <https://avelectronics.cc/producto/sensor-de-peso-50kg/>
- GONZÁLES, J. (2009). *MANUAL DE PILOTAJE*. Murcia.
- INEN.RTE136. (2014). *Sistema de frenos*. Quito.

- Joomlana. (2023). *Celda de Carga Sensor de Peso 50Kg*. TecBolivia: <https://alabenle.net/tecbolivia/index.php/venta-de-componentes-electronicos-11/sensores/celda-de-carga-sensor-de-peso-50kg-detail>
- Morán, I. (2011). *Diseño de elementos de máquinas*. Riobamba.
- Motorbike. (2023). *Ride Thru Media*. Obtenido de Cómo medir el SAG de una moto: <https://www.motorbikemag.es/ajustar-suspensiones-moto-como-medir-sag/>
- Nave, R., & Olmo, M. (2024). *HiperPhysics*. Mechanics: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Mechanics/frictire.html>
- Ospino, L. F. (2010). *Revista nuevos días premium*. <https://revistanuevosdiaspremium.com/el-sistema-de-frenos-de-las-motos-lo-que-debe-saber/>
- Raines, G. B. (2009). *Electric vehicles: technology, research, and development*. New York: Nova Science Publishers, Inc. Obtenido de <http://www.ebrary.com>.
- SAC, N. M. (2023). *Módulo HX711*. Transmisor de Celda de Carga: https://naylampmechatronics.com/blog/25_tutorial-trasmisor-de-celda-de-carga-hx711-balanza-digital.html
- Sevilla, U. d. (2018). *Motocicleta que acelera*. Obtenido de Departamento de física aplicada III: http://tesla.us.es/wiki/index.php/Motocicleta_que_acele
- Standardization, I. O. (2010). *Motorcycles, brakes and brake systems, test and measurement methods*. ISO. <https://www.iso.org/standard/50875.html>
- Tanelli, M., Corno, M., De Fillippi, P., Rossi, S., Savaresi, S. M., & Fabbri, L. (2009). Control-oriented steering dynamics analysis in sport motorcycles: modeling, identification and experiments.

Torres, P. W., & Gómez, M. F. (2017). *Polipropileno reforzado con fibra natural para fabricación de paneles internos de las puertas de un automóvil*. Guayaquil: VOL. 2 NÚM. 10.1 (2017): II CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA (CIIM-2017).

Anexo 1

Programación del dispositivo de medición de freno delantero.

```
#include <WiFi.h> #include "HX711.h" const char* ssid = "prueba";
const char* password = "123456789";
WiFiServer server(80);
String header;
String Mensaje;
String output26State = "off";
String output27State = "off";
// Assign output variables to GPIO pins
const int output26 = 26;
const int output27 = 27;
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 19;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 18;
float fuerza;
float i;
float weight;
float weightNewton;
float valorInicial = 0; // Valor inicial de la variable

HX711 balanza;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  balanza.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
  balanza.set_scale(198); // adjust this calibration factor to fit your needs
  balanza.tare( );
  valorInicial = balanza.get_units(); // Leer el peso en unidades
  // Initialize the output variables as outputs
  pinMode(output26, OUTPUT);
  pinMode(output27, OUTPUT);
  // Set outputs to LOW
  digitalWrite(output26, LOW);
  digitalWrite(output27, LOW);
  delay(250);

  Serial.println("Setting AP (Access Point)...");

  WiFi.softAP(ssid, password);

  IPAddress IP = WiFi.softAPIP();
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(IP);
  server.begin();
}

void Mostrar(int Dato){
  Dato = 1;
```

```

}

void loop(){
  WiFiClient client = server.available(); // Listen for incoming clients
  if (client) {                          // If a new client connects,
    Serial.println("New Client.");        // print a message out in the serial port
    String currentLine = "";             // make a String to hold incoming data from the client
    while (client.connected()) {        // loop while the client's connected
      if (client.available()) {         // if there's bytes to read from the client,
        char c = client.read();         // read a byte, then
        Serial.write(c);                // print it out the serial monitor
        header += c;
        if (c == '\n') {                // if the byte is a newline character
          // if the current line is blank, you got two newline characters in a row.
          // that's the end of the client HTTP request, so send a response:
          if (currentLine.length() == 0) {
            // HTTP headers always start with a response code (e.g. HTTP/1.1 200 OK)
            // and a content-type so the client knows what's coming, then a blank line:
            client.println("HTTP/1.1 200 OK");
            client.println("Content-type:text/html");
            client.println("Connection: close");
            client.println();
            // turns the GPIOs on and off
            if (header.indexOf("GET /26/on") >= 0) {
              Serial.println("GPIO 26 on");
            } else if (header.indexOf("GET /26/off") >= 0) {
              Serial.println("GPIO 26 off");
            }
            if (header.indexOf("GET /27/on") >= 0) {
              Serial.println("GPIO 27 on");
            } else if (header.indexOf("GET /27/off") >= 0) {
              Serial.println("GPIO 27 off");
            }
            client.println("<!DOCTYPE html><html>");
            client.println("<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width,
initial-scale=1\">");
            client.println("<link rel=\"icon\" href=\"data:.\">");
            // CSS to style the on/off buttons
            // Feel free to change the background-color and font-size attributes to fit your
preferences
            client.println("<style>html { font-family: Helvetica; display: inline-block; margin:
0px auto; text-align: center;background-color: blue;}");
            client.println(".button { background-color: #4CAF50; border: none; color: white;
padding: 16px 40px;");
            client.println("text-decoration: none; font-size: 30px; margin: 2px; cursor: pointer;}");
            client.println(".button2 {background-color: #555555;}</style></head>");

            // Web Page Heading
            client.println("<body><h1>MEDICION DE LA FUERZA APLICADA EN EL
FRENO DELANTERO</h1>");

```

```

    if (output26State=="off") {
        client.println("<p><a href=\"/26/on\"><button onclick=\"Mostrar()\">OBTENER
DATOS</button></a></p>");
    }
    client.println("<p> RESULTADO </p>");
    while (i<10){
        weight = balanza.get_units( ) *-1;
        if (weight <= 0) {
            weight = 0; // Establecer la variable a cero
            delay(100);
        }
        weightNewton = weight * 0.00981;
        client.print(weightNewton);
        client.println(" N ");
        client.println("<p> </p>");
        i = i+1;
        weight = 0 ;
    }
    i = 0;
    break;
} else {
    currentLine = "";
}
} else if (c != '\r') {
    currentLine += c;
}
}
}
// Clear the header variable
header = "";
// Close the connection
client.stop();
Serial.println("Client disconnected.");
Serial.println("");
}
}

```

Programación del dispositivo de medición de freno posterior.

```

#include <WiFi.h>
#include "HX711.h"
const char* ssid = "prueba";
const char* password = "123456789";
WiFiServer server(80);

String header;
String Mensaje;

String output26State = "off";
String output27State = "off";

```

```

// Assign output variables to GPIO pins
const int output26 = 26;
const int output27 = 27;
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 19;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 18;
float fuerza;
float i;
float weight;
float weightNewton;
float valorInicial = 0; // Valor inicial de la variable

HX711 balanza;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  balanza.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
  balanza.set_scale(160); // adjust this calibration factor to fit your needs
  balanza.tare( );
  valorInicial = balanza.get_units(); // Leer el peso en unidades
  // Initialize the output variables as outputs
  pinMode(output26, OUTPUT);
  pinMode(output27, OUTPUT);
  // Set outputs to LOW
  digitalWrite(output26, LOW);
  digitalWrite(output27, LOW);
  delay(250);

  Serial.println("Setting AP (Access Point)...");

  WiFi.softAP(ssid, password);

  IPAddress IP = WiFi.softAPIP();
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(IP);
  server.begin();
}

void Mostrar(int Dato){
  Dato = 1;
}

void loop(){
  WiFiClient client = server.available(); // Listen for incoming clients
  if (client) { // If a new client connects,
    Serial.println("New Client."); // print a message out in the serial port
    String currentLine = ""; // make a String to hold incoming data from the client
    while (client.connected()) { // loop while the client's connected
      if (client.available()) { // if there's bytes to read from the client,
        char c = client.read(); // read a byte, then
        Serial.write(c); // print it out the serial monitor
      }
    }
  }
}

```



```

header += c;
if (c == '\n') {           // if the byte is a newline character
    // if the current line is blank, you got two newline characters in a row.
    // that's the end of the client HTTP request, so send a response:
    if (currentLine.length() == 0) {
        // HTTP headers always start with a response code (e.g. HTTP/1.1 200 OK)
        // and a content-type so the client knows what's coming, then a blank line:
        client.println("HTTP/1.1 200 OK");
        client.println("Content-type:text/html");
        client.println("Connection: close");
        client.println();
        // turns the GPIOs on and off
        if (header.indexOf("GET /26/on") >= 0) {
            Serial.println("GPIO 26 on");
        } else if (header.indexOf("GET /26/off") >= 0) {
            Serial.println("GPIO 26 off");
        }
        if (header.indexOf("GET /27/on") >= 0) {
            Serial.println("GPIO 27 on");
        } else if (header.indexOf("GET /27/off") >= 0) {
            Serial.println("GPIO 27 off");
        }
        client.println("<!DOCTYPE html><html>");
        client.println("<head><meta name=\"viewport\" content=\"width=device-width,
initial-scale=1\">");
        client.println("<link rel=\"icon\" href=\"data:;\">");
        // CSS to style the on/off buttons
        // Feel free to change the background-color and font-size attributes to fit your
preferences
        client.println("<style>html { font-family: Helvetica; display: inline-block; margin:
0px auto; text-align: center;background-color: green;}");
        client.println(".button { background-color: #4CAF50; border: none; color: white;
padding: 16px 40px;");
        client.println("text-decoration: none; font-size: 30px; margin: 2px; cursor: pointer;}");
        client.println(".button2 {background-color: #555555;}</style></head>");

        // Web Page Heading
        client.println("<body><h1>MEDICION DE LA FUERZA APLICADA EN EL
FRENO POSTERIOR</h1>");

        if (output26State=="off") {
            client.println("<p><a href=\"/26/on\"><button onclick=\"Mostrar()\">OBTENER
DATOS</button></a></p>");
        }
        client.println("<p> RESULTADO </p>");
        while (i<10){
            weight = balanza.get_units( ) *-1;
            if (weight <= 0) {
                weight = 0; // Establecer la variable a cero
                delay(100);

```

```
    }  
    weightNewton = weight * 0.00981;  
    Serial.println(weightNewton);  
    client.print(weightNewton);  
    client.println(" N ");  
    client.println("<p> </p>");  
    i = i+1;  
    weight = 0 ;  
    }  
    i = 0;  
    break;  
    } else {  
        currentLine = "";  
    }  
    } else if (c != '\r') {  
        currentLine += c;  
    }  
    }  
    }  
    // Clear the header variable  
    header = "";  
    // Close the connection  
    client.stop();  
    Serial.println("Client disconnected.");  
    Serial.println("");  
    }  
    }
```

