

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**EXTENSIÓN LATACUNGA**



**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
FRENOS ABS PARA MOTOS”**

**Tesis presentada como requisito previo a la obtención del  
grado de**

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**BRAULIO ALFREDO MORA INTRIAGO  
JHONNY JOSÉ GRAMAL CHIMARRO**

**Latacunga – Ecuador**

**Marzo 2013**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**  
**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo: Braulio Alfredo Mora Intriago

Yo: Jhonny José Gramal Chimarro

**DECLARAMOS QUE:**

El proyecto de grado titulado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS (ABS) PARA MOTOS**” fue desarrollado con la debida investigación científica, sabiendo respetar todos los derechos intelectuales de terceros, acorde con las citas que se hace al pie de página correspondiente, las fuentes se añaden a la bibliografía.

Por lo que se puede afirmar que este trabajo es de nuestra exclusiva autoría.

En honestidad de esta declaración, nos responsabilizamos de lo comprendido, la veracidad y el alcance científico que tiene este proyecto de grado realizado.

Latacunga, Marzo del 2013

---

Braulio Alfredo Mora Intriago

CI: 1309885398

---

Jhonny José Gramal Chimarro

CI: 1714883012

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ  
CERTIFICADO**

Ing. Germán Erazo (DIRECTOR)

Ing. José Quiroz (CODIRECTOR)

**CERTIFICAN:**

Que el trabajo denominado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS (ABS) PARA MOTOS**”, ha sido guiado, revisado periódicamente, cumple con normas y estatutos establecidos, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Siendo este un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza, aprendizaje y a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional por lo que si recomendamos su publicación.

Latacunga, Marzo del 2013

---

Ing. Germán Erazo  
**DIRECTOR**

---

Ing. José Quiroz  
**CODIRECTOR**

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ  
AUTORIZACIÓN**

Yo: Braulio Alfredo Mora Intriago, y

Yo: Jhonny José Gramal Chimarro

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército para que publique en la biblioteca virtual de la institución el trabajo denominado “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS (ABS) PARA MOTOS**”, en el que se encuentra contenido, ideas y criterios que hemos desarrollado bajo nuestra exclusiva autoría.

Latacunga, Marzo del 2013

---

Braulio Alfredo Mora Intriago

CI: 1309885398

---

Jhonny José Gramal Chimarro

CI: 1714883012

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico a Dios, por darme la oportunidad de lograr una nueva meta en mí.

De igual forma a mi Familia, que con su amor y paciencia han sabido guiarme por el buen camino y han logrado que culmine una de mis metas deseadas, y en especial a mis Padres por su apoyo incondicional en todo momento.

**BRAULIO MORA INTRIAGO**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis quiero dedicársela al TODOPODEROSO, porque sin su intervención no hubiese compartido estos aprendizajes que se convierten hoy en un logro más de mi vida.

A MIS PADRES porque gracias a su apoyo incondicional me enseñaron a fijarme metas en la vida y a conseguirlas sacrificio y paciencia.

JHONNY JOSÉ GRAMAL CHIMARRO

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por todo lo que tengo y soy;

A mis Padres por su ejemplo y fuerzas;

Al personal de docente de la ESPE-L, de manera especial a mi Director y  
Codirector de Tesis.

Finalmente a todas las personas quienes estuvieron involucrados en este  
proceso de aprendizaje.

**BRAULIO MORA INTRIAGO**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a la ESPE-L, por habernos acogido para hacer de mí un profesional.

De manera muy especial a nuestro Director de Tesis, Ing. Germán Erazo y Codirector Ing. José Quiroz, quienes con su paciencia y conocimientos nos guiaron de la mejor manera para poder desarrollar el proyecto.

No dejaríamos de lado el manifestarle a todos los profesores por impartirnos sus sabios conocimientos, que nos sirve para ejecutarlos en nuestra vida profesional.

JHONNY JOSÉ GRAMAL CHIMARRO



## RESUMEN

En la actualidad la industria automotriz tiene como prioridad en momento del diseño de un vehículo o transporte terrestre la seguridad como eje de su construcción ya que los pasajeros son el elemento más importante.

Uno de los sistemas de seguridad más utilizados hoy en día es el sistema de frenos ABS, que por su eficiencia, fácil mantenimiento y durabilidad las empresas automotrices han optado por utilizarlo al momento de sacar sus vehículos al mercado. Las motocicletas no han sido la excepción es por eso que muchas de estas ya poseen este dispositivo en base a las necesidad y seguridad del piloto.

En el proyecto de tesis se tiene como objetivo la implementación de este sistema, en una motocicleta de gama baja (200 cc) y de fabricación china que son las de mayor venta y acogida en el país. Los elementos utilizados son de última generación en lo que respecta a sistemas de frenos ABS para motos. Se realizó conexiones hidráulicas y electrónicas de forma que se abaraten los precios de construcción e implementación utilizando elementos existentes en nuestro medio.

Se realizó en el proyecto también por medio de encuestas y su respectivo análisis de datos, la factibilidad de la implementación de este tipo de sistema en las motocicletas del país.

Se describió un manual utilitario para el mantenimiento y duración efectiva de dicho sistema.

## **ABSTRACT**

Currently, the automotive industry is a priority when designing a vehicle or round transportation safety at the heart of its construction as passengers are the most important.

One of the most widely used security systems today the ABS brake system, which for efficiency, easy maintenance and durability automotive companies have opted to use the time to take their vehicles to market.

Motorcycles are not the meaning that is why many of these already have this device based on the needs and safety of the pilot

In the thesis project aims to implement this system, a low-end motorcycle (200 cc) and China manufacturing that are the most selling in our country.

The elements that were used are also the latest generation of ABS elements for motorcycles. We also carried out hydraulic and electrical connections so as to reduce prices of construction and implementation using existing elements in our environment

Was conducted in the project also through surveys and their respective data analysis, the feasibility of implementing such a system in the country motorcycles. And a manual utility described for maintenance and effective duration of the system.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	-i-
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	-ii-
CERTIFICADO .....	-iii-
AUTORIZACIÓN.....	-iv-
DEDICATORIA.....	-vi-
AGRADECIMIENTO.....	-vii-
RESUMEN .....	-ix-
ABSTRACT.....	-x-
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	-xi-
ÍNDICE DE TABLAS .....	-xv-
ÍNDICE DE FIGURAS .....	-xvi-
PRESENTACIÓN.....	-xix-

### CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	-1-
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	-1-
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	-2-
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	-2-
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	-3-
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	-3-

### CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO.....	-5-
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	-5-
2.2 PARÁMETROS FÍSICOS QUE INCIDEN EN EL FRENADO.....	-5-
2.2.1. ESTABILIDAD Y CONTROL.....	-5-

2.2.2. EQUILIBRIO EN LÍNEA RECTA .....	-5-
2.2.3. FRENADA .....	-6-
2.2.4. LA ESTABILIDAD EN LA FRENADA .....	-6-
2.3. TIPOS DE FRENOS POR FRICCIÓN.....	-8-
2.3.1. FRENOS DE DISCO .....	-8-
2.3.2. DISCO DE FRENO .....	-9-
2.3.3. PASTILLA DE FRENO .....	-9-
2.3.4. MORDAZAS (CALIPERS) O PINZAS.....	-10-
2.3.5. PISTONES Y CILINDRO .....	-12-
2.4. TIPOS DE FRENOS POR ACCIONAMIENTO.....	-12-
2.5. FRENOS HIDRÁULICOS FUNCIONAMIENTO.....	-13-
2.6. COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS..	-13-
2.6.1. MANILLA Y PEDAL DE FRENO .....	-13-
2.6.2. BOMBA DE FRENO .....	-14-
2.6.3. MANGUERAS.....	-15-
2.6.4. LÍQUIDO DE FRENOS.....	-16-
2.7. SISTEMA DE FRENOS ABS.....	-17-
2.8. MODELOS DE FRENOS ABS BOSCH.....	-17-
2.8.1. ABS BOSCH 2L .....	-17-
2.8.2. ABS BOSCH 5.3 .....	-18-
2.8.3. ABS BOSCH 5.3L.....	-19-
2.8.4. BOSCH 9.0.....	-19-
2.9. MODELOS DE FRENOS NIPPON.....	-20-
2.9.1. NIPPON E2.....	-20-
2.10. REGULACIÓN DE PRESIÓN DE LOS FRENOS ABS.....	-21-
2.10.1. SUBIDA DE PRESIÓN .....	-21-
2.10.2. MANTENIMIENTO DE LA PRESIÓN.....	-21-
2.10.3. DESCARGA DE PRESIÓN.....	-22-
2.11. HIDROGRUPO O UNIDAD HIDRÁULICA (BOSCH ABS 9.0)...	-23-
2.12. ESQUEMA HIDRÁULICO DEL ABS .....	-23-

2.13. SENSORES DE VELOCIDAD Y RUEDAS FÓNICAS (ROTORES).....	-24-
2.13.1. GENERADOR DE IMÁN PERMANENTE.....	-24-
2.13.2. ÓPTICO.....	-24-
2.13.3. OPERACIÓN.....	-25-
2.14. FORMAS DEL SENSOR VSS.....	-26-
2.15. FORMA DE ONDA EN DE FRECUENCIA.....	-26-
2.16. INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO (ABS) .....	-27-
 <b>CAPÍTULO 3</b>	 -28-
3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS.....	-28-
3.1 HIPÓTESIS .....	-28-
3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	-28-
3.2. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	-28-
3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	-28-
3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	-28-
3.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	-29-
 <b>CAPÍTULO 4</b>	 -30-
4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	-30-
4.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN .....	-30-
4.2. PRUEBA PILOTO.....	-30-
4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	-32-
4.3.1. DISEÑO DE ENCUESTAS PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN .....	-32-
4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	-34-
4.5 MUESTRA .....	-34-
4.6. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.	-35-

4.7. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.....	-37-
4.8. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	-38-
4.8.1. INFORME GERENCIAL .....	-38-
4.8.2 CONCLUSIONES .....	-42-
4.8.3 RECOMENDACIONES .....	-42-
4.9 ESQUEMA DE LA PROPUESTA .....	-43-
4.9.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MOTOCICLETA.....	-43-
4.9.2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.....	-44-
4.10. PARÁMETROS DE DISEÑO FÍSICO DE FRENADO.....	-45-
4.11. FUERZAS Y MOMENTOS EN LA MOTOCICLETA.....	-45-
4.12. CLASIFICACIÓN DE LAS FUERZAS.....	-46-
4.12.1. DINÁMICA DE LA FRENADA .....	-48-
4.12.2. DESACELERACIÓN DE UN VEHÍCULO EN MOVIMIENTO...	-50-
4.12.3. PARÁMETROS RELATIVOS A LA DISTRIBUCIÓN DE PESO ESTÁTICO DEL VEHÍCULO .....	-50-
4.12.4. EFECTOS DINÁMICOS SOBRE EL VEHÍCULO DEBIDO A LA DECELERACIÓN .....	-51-
4.12.5.EFECTOS PRODUCIDOS POR LA TRASNFERENCIA DE PESO .....	-53-
4.12.6. FUERZAS EXISTENTE EN LAS FRENADAS EN CURVA...	-53-
4.12.7. FUERZA DE FRICCIÓN O FRENADO .....	-54-
4.12.8. DISTANCIA DEL TIEMPO DE REACCIÓN.....	-56-
4.12.9. DISTANCIA DE FRENADO.....	-57-
4.12.10. DISTANCIA DE DETENCIÓN.....	-59-
4.13. DISEÑO DE GRUPO HIDRÁULICO .....	-60-
4.13.1. BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	-60-
4.13.2. ACUMULADORES Y CÁMARA AMORTIGUADORA.....	-60-
4.13.3. ELECTROVÁLVULAS.....	-61-
4.13.4. CÁLCULO DE PRESIÓN DE LA BOMBA DE FRENOS DELANTEROS Y POSTERIOR.....	-63-

4.14. UNIDAD DE CONTROL.....	-66-
4.14.1. ESTRUCTURAS.....	-66-
4.14.2. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	-67-
4.14.3. MICROCONTROLADOR.....	-68-
4.14.4. SENSORES.....	-69-
4.14.5. SENSORES DE ACELERACIÓN DEL EFECTO HALL.....	-70-
4.14.6. SENSORES DE VELOCIDAD DE GIRO DE LAS RUEDAS ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO .....	-71-
4.15. IMPLEMENTACIÓN DE LAS BASES PARA LA RUEDA FÓNICA O ROTORES .....	-73-
4.15.1. CORTE, LIMADO.....	-73-
4.15.2. PERNOS.....	-76-
4.16 UBICACIÓN DEL HIDROGRUPO EN LA MOTO.....	-78-
4.17. DISEÑO DE LA BASE SOPORTE DEL HIDROGRUPO.....	-78-
4.18. SELECCIÓN DE CAÑERIAS Y NEPLOS .....	-80-
4.19. MANGUERAS.....	-81-
4.20 JUNTAS, ACOPLES Y SOLDADURAS.....	-82-
4.21. COLOCACIÓN DE SENSORES DE VELOCIDAD .....	-85-
4.22. CONEXIONES ELECTRÓNICAS.....	-86-
4.22.1. TERMINALES DE CONEXIÓN DEL MÓDULO HIDRÁULICO.	-86-
4.22.2. CONEXIÓN DE LOS SENSORES DE VELOCIDAD AL MÓDULO ELECTRÓNICO .....	-87-
4.22.3. CONEXIONES DE ALIMENTACIÓN Y MASA .....	-88-
4.23. CONEXIONES ELÉCTRICAS .....	-89-
4.23.1 CONEXIÓN RELAY .....	-89-
4.23.2 TESTIGO DE FUNCIONAMIENTO .....	-90-
4.24. SEÑALES DE OSCILOSCOPIO .....	-90-
4.24.1. CONDICIONES DE VERIFICACIÓN .....	-90-
4.25. PRUEBAS.....	-91-
4.25.1. PRUEBA DE FRENADO .....	-91-
4.25.2. PRUEBA DE FRENADO CON ABS.....	-92-

4.26. GUÍA MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS...	-93-
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>-94-</b>
5. MARCO ADMINISTRATIVO.....	-94-
5.1. RECURSOS .....	-94-
5.1.1. RECURSOS HUMANOS.....	-94-
5.1.2. RECURSOS TECNOLÓGICOS .....	-94-
5.2. PRESUPUESTO .....	-95-
5.3. FINANCIAMIENTO .....	-95-
5.4. CRONOGRAMA.....	-96-
CONCLUSIONES.....	-97-
RECOMENDACIONES.....	-99-
BIBLIOGRAFÍA.....	-100-
NETGRAFÍA.....	-101-
ANEXO.....	-102-
ANEXO A: ENCUESTA.....	-103-
ENCUESTA DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.....	-104-
ANEXO B: DISEÑOS.....	-105-
ANEXO C: ESQUEMA ELÉCTRICO.....	-109-
ANEXO D: ESQUEMA HIDRAÚLICO.....	-113-
ANEXO E: ARTÍCULO PROYECTO.....	



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Variable Independiente	-29-
Tabla 3.2. Variable Dependiente	-29-
Tabla 4.1. Descripción de variables para muestra finita con datos tomados.....	-34-
Tabla 4.2. Cálculo de la muestra .....	-35-
Tabla 4.3. Tabulación pregunta 1 .....	-36-
Tabla 4.4. Tabulación pregunta 2 .....	-36-
Tabla 4.5. Tabulación pregunta 3.....	-36-
Tabla 4.6. Tabulación pregunta 4.....	-36-
Tabla 4.7. Tabulación pregunta 5.....	-37-
Tabla 4.8. Tabulación pregunta 6 .....	-37-
Tabla 4.9. Tabulación pregunta 7.....	-37-
Tabla 4.10. Coeficiente de adherencia $u_{HF}$ de neumáticos sobre calzadas en diferentes estado, con distintos estados de los neumáticos y a diferentes velocidades.....	-55-
Tabla 4.11. Metros que aproximadamente se recorren en un segundo y en tres cuartos de segundo en las velocidades que también se citan: .....	-57-
Tabla 4.12. Distancia de frenado.....	-58-
Tabla 4.13. Datos para cálculo de fuerza de los cilindros de freno.....	-64-
Tabla 4.14. Propiedades físicas medias de los metales más comunes	-74-
Tabla 4.15. Dimensiones de las bases de las ruedas fónicas.....	-75-
Tabla 4.16. Roscas delanteras para tornillos .....	-76-
Tabla 4.17. Parámetros para lectura con el osciloscopio.....	-90-
Tabla 4.18. Prueba de Frenado sin ABS.....	-92-

Tabla 4.19. Prueba de Frenado con ABS.....	-92-
Tabla 4.20. Mantenimiento del sistema de frenos ABS.....	-93-
Tabla 5.1. Detalle de costo del proyecto .....	-95-

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.Causas y efectos del planteamiento del problema.....	-1-
Figura 2.1. Freno de Disco .....	-9-
Figura 2.2.Pastillas de frenos.....	-9-
Figura 2.3.Caliper montaje flotante .....	-11-
Figura 2.4.Caliper montaje fijo .....	-11-
Figura 2.5.Cilindro y Pistón .....	-12-
Figura 2.6. Maneta freno delantero.....	-13-
Figura 2.7. Pedal freno trasero. ....	-14-
Figura 2.8. Bomba freno delantero.....	-14-
Figura 2.9. Bomba freno posterior.....	-15-
Figura 2.10. Manguera de freno .....	-15-
Figura 2.11.Líquido de frenos.....	-16-
Figura 2.12. ABS Bosch 2L.....	-18-
Figura 2.13. ABS Bosch 5.3.....	-18-
Figura 2.14. ABS Bosch 5.3L.....	-19-
Figura 2.15. Bosch ABS 9.0.....	-20-
Figura: 2.16. ABS NIPPÓN E2.....	-20-
Figura 2.17. Subida de presión circuito hidráulico .....	-21-
Figura 2.18. Mantenimiento de presión circuito Hidráulico.....	-22-
Figura 2.19.Descarga de presión circuito Hidráulico .....	-22-
Figura 2.20.Hidrogrupo (BOSCH ABS 9.0) .....	-23-
Figura 2.21.Esquema hidráulico ABS.....	-23-
Figura 2.22. Ruedas fónicas delantera y posterior .....	-24-
Figura 2.23. Sensores de velocidad delantero y posterior .....	-25-
Figura 2.24. Conjunto rueda fónica, sensor y curva de variación de velocidad .....	-25-
Figura 2.25. Forma de onda del VSS.....	-26-

Figura 2.26. Forma de onda del VSS en funcionamiento normal.....	-27-
Figura 2.27. Testigo ABS .....	-27-
Figura 4. 1. Pregunta N° 1 .....	-38-
Figura 4.2. Pregunta N° 2 .....	-39-
Figura 4.3. Pregunta N° 3.....	-39-
Figura 4.4. Pregunta N° 4.....	-40-
Figura 4.5. Pregunta N° 5.....	-40-
Figura 4.6. Pregunta N° 6.....	-41-
Figura 4.7. Pregunta N° 7.....	-41-
Figura 4.8. Fuerzas en la motocicleta.....	-48-
Figura 4.9. Electroválvulas.....	-62-
Figura 4.10. Esquema de conexiones hidráulicas.....	-66-
Figura 4.11. Estructura de módulo ABS .....	-67-
Figura 4.12. Esquema en bloques del procesamiento de datos.....	-68-
Figura 4.13. Esquema de funcionamiento de sensores.....	-70-
Figura 4.14. Partes del sensor de aceleración de efecto Hall.....	-71-
Figura 4.15. Partes del sensor de velocidad de rueda.....	-72-
Figura 4.16. Diseño de base de rueda fónica delantera.....	-75-
Figura 4.17. Diseño de base de rueda fónica trasera.....	-75-
Figura 4.18. Pernos de fijación entre base y rueda fónica delantera...	-77-
Figura 4.19. Fijación entre base y rueda fónica posterior.....	-77-
Figura 4.20. Alojamiento del hidroggrupo.....	-78-
Figura 4.21. Base del hidroggrupo .....	-79-
Figura 4.22. Alojamiento de conjunto base e hidroggrupo.....	-80-
Figura 4.23. Nепlos de cañerías.....	-81-
Figura 4.24. Manguera de freno posterior .....	-82-
Figura 4.25. Manguera de freno delantero .....	-82-
Figura 4.26. Acoples de manguera .....	-83-
Figura 4.27. Conjunto manguera y acoples .....	-84-
Figura 4.28. Unión manguera y cañería .....	-84-
Figura 4.29. Holgura entre sensor y rueda fónica sensor delantero....	-85-

Figura 4.30. Holgura entre sensor y rueda fónica sensor posterior	-85-
Figura 4.31. Diagrama de conexión módulo ABS .....	-86-
Figura 4.32. Soldadura entre cables y terminales del sensor.....	-87-
Figura 4.33. Conexión de pines del sensor.....	-87-
Figura 4.34. Esquema de conexión de pines.....	-88-
Figura 4.35. Conexión de pines.....	-88-
Figura 4.36. Relay.....	-89-
Figura 4.37. Relay y conector.....	-89-
Figura 4.38. Lectura osciloscopio.....	-90-

## PRESENTACIÓN

El proyecto, **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS ABS PARA MOTOS”** relaciona diversos conocimientos adquiridos en el transcurso de nuestra carrera.

La tecnología automotriz como los sistemas de seguridad evolucionan pero a su vez los conductores, exigen mucho de la motocicleta y esas exigencias deben satisfacer de una forma óptima.

Es aquí donde interviene la electrónica aplicada en el sistema de frenos ABS , el bloqueo de las ruedas es una situación crítica puesto que limita la capacidad de control por parte del conductor, por ello puede derrapar, perder estabilidad, aumentar la distancia de parada, y todo eso en cuestión de segundos .

El Primer Capítulo contiene el planteamiento del problema, define los objetivos trazados y la justificación de realizar esta investigación.

El Segundo Capitulo Describe los principios, teóricos y los componentes del sistema y su funcionamiento.

El Tercer capítulo Detalla el planteamiento de la hipótesis

El Cuarto capítulo Contiene la selección de componentes, procedimientos de ensamblaje e implementación del sistema mecánico.

Finalmente el capítulo cinco presenta los recursos utilizados para la realización de este proyecto

# CAPÍTULO 1

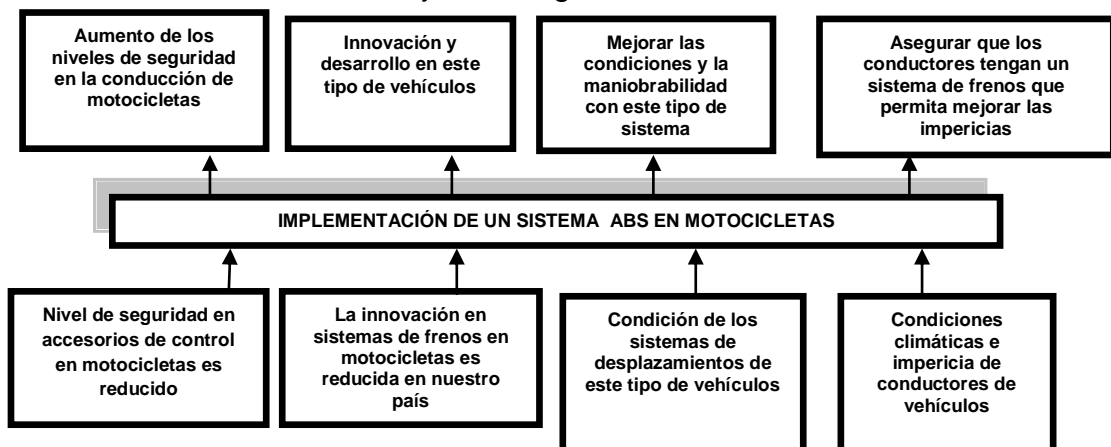
## 1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 PLANTEAMIENTO DE EL PROBLEMA

El nivel de seguridad en accesorios de control en motocicletas es reducido, y la innovación en sistemas de frenos ABS en nuestro país no es muy utilizada.

Los factores por los cuales se realiza este estudio son principalmente las condiciones de los sistemas de desplazamiento de este tipo de vehículos, las mejoras en la maniobrabilidad al momento de suscitarse situaciones de riesgo para el motociclista donde debe utilizar toda su pericia o en estados climáticos en la cual este tipo de sistemas pueden ayudar en su conducción.

Unos de los impedimentos por los cuales la mayoría de motocicletas en nuestro país no acceden a este tipo de sistemas de frenos se deben a su costo elevado, encontrando principalmente estos sistemas en motocicletas de altos cilindrados o de gama alta.



Fuente: Grupo de trabajo

Figura 1.1.Causas y efectos del planteamiento del problema

Por lo cual es realizar un proyecto económico, accesible con la misma eficiencia y seguridad es necesaria para los usuarios.

## **1.2 FORMULACIÓN DE EL PROBLEMA**

La finalidad del ABS para cualquier vehículo es proporcionar una frenada segura, sin perder la estabilidad de la unidad.

Se procede a diseñar un sistema para la instalación, la implementación de un circuito de frenos ABS para motocicletas; y la vez combinar la selección de elementos eléctricos, mecánicos, electrónicos los mismos que implementados al vehículo para aumentan la seguridad y conducción.

Se implementa en la motocicleta de 150 a 250 cc:

1. Sistema de control eléctrico
2. Sistema de control hidráulico
3. Módulo
4. Sensores de velocidad
5. Señales de switch de luces de freno
6. Adaptación mecánica
7. Manual del usuario

Para esto se realiza todo un protocolo de pruebas que determinen la facilidad del sistema, y permita tener un manual de referencias para futuras implementaciones en vehículos de características similares.

## **1.3 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar e Implementar el circuito de instalación de un sistema de frenos ABS en motocicletas para elevar el nivel de seguridad en la conducción de este tipo de vehículos.



#### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE EL PROYECTO**

- Diseñar y seleccionar los elementos en etapas de alimentación potencia y periferia.
- Diseñar y seleccionar los elementos mecánicos hidráulicos requeridos para la aplicación.
- Diseñar los diagramas eléctricos y electrónicos requeridos.

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

La evolución electrónica y nuevas aplicaciones en sistemas de vehículos, ayudan de alguna manera a evitar o reducir la peligrosidad de éstos, muchos fabricantes de motos han diseñado sistemas que ayudan a la seguridad al momento de frenar. Cuando se utiliza una motocicleta se siente que es uno de los vehículos más emocionantes que existen, el problema que se encuentra en este medio de transporte, es al momento de frenar ya que dependiendo del terreno, la velocidad y la habilidad con la que se aplique el freno, hará que este vehículo sea inestable, permitiendo que las llantas resbalen, por ello es que las motocicletas son, como la mayoría de gente los llaman "peligrosas".

En algunas ocasiones, la velocidad de viaje supera a la fuerza de frenado, existiendo con esto derrapes o choques, que en automóvil se protege a los ocupantes con la carrocería del mismo evitandomayor daño, o con el simple hecho de tener cuatro ruedas permitirá corregir errores de conducción. Pero, en una motocicleta los errores se pagan con una caída que dependiendo de la velocidad, afectará al ocupante.

Para de alguna manera evitar o reducir la peligrosidad de estos vehículos, muchos fabricantes de motocicletas han diseñado sistemas que ayudan a

la seguridad al momento de frenar, como lo son los sistemas de tracción y frenos ABS.

Por ello surge la necesidad de realizar este tema, porque en la actualidad en nuestro país se han suscitado muchos accidentes por el mal estado de algunas carreteras y la falta de pericia de algunos conductores.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.2 PARÁMETROS FÍSICOS QUE INCIDEN EN EL FRENADO**

##### **2.2.1. ESTABILIDAD Y CONTROL**

La estabilidad es la tendencia a volver a la posición de equilibrio estando en estado de equilibrio. El control por otra parte, consiste en cambiar desde un estado de equilibrio a otro por lo que ambos términos están relacionados.

##### **2.2.2. EQUILIBRIO EN LÍNEA RECTA**

Las motocicletas carecen de equilibrio estático inherente pero una vez que alcanza cierta velocidad, esta se mantiene en equilibrio pudiéndose diferenciar dos casos en el proceso de equilibrio.

- El que tiene lugar a baja velocidad
- Cuando se tiene lugar a altas velocidades

Para que haya equilibrio, el centro de gravedad combinado moto y piloto, tiene que estar en la vertical de la línea que une las huellas de contacto de los neumáticos delanteros y traseros, aunque este equilibrio es inestable debido a cualquier perturbación, por ejemplo una pequeña brisa será suficiente para que se consiga perder el equilibrio, desplazando el

centro de gravedad a un lado, creándose un momento que rompa el equilibrio.

Para que la motocicleta se mantenga en equilibrio se pueden hacer dos cosas, la primera consiste en mover la línea que une las huellas de contacto de ambos neumáticos hasta que vuelvan debajo del centro de gravedad. Para ello se moverá el manillar a donde se necesite. La segunda forma de mantener el equilibrio consiste en mover el centro de gravedad combinado de la moto y del piloto para que se sitúe en la línea que une las huellas de contacto.

### **2.2.3. FRENADA**

A nivel básico la frenada de un vehículo, es la conversión de la energía cinética en energía térmica (calor). La energía cinética es la energía que tienen los objetos que están en movimiento y dependen de su masa y de su cuadro de velocidad. Así para pasar de una velocidad elevada a otra más baja habrá que eliminar la diferencia de energía cinética que puede existir entre estas dos velocidades.

Al frenar el reparto de los pesos cambia aumentando de manera considerable el peso sobre la rueda delantera, aumentando de esa forma la adherencia disponible y provocando como consecuencia una descarga sobre la rueda trasera llegando incluso, en una frenada fuerte, a la que la rueda posterior pierda la adherencia con el suelo, bien por el bloqueo al frenar, o bien por la pérdida de adherencia del neumático con el suelo.

### **2.2.4. LA ESTABILIDAD EN LA FRENADA**

Si circulando normalmente, se realiza una frenada fuerte puede ser que esto conlleve a una pérdida de estabilidad direccional, siendo la fuerza de inercia el momento perturbador, alrededor de la huella de contacto del

neumático delantero y la fuerza de frenada de la rueda trasera en el momento correcto.

Para poder mantener la estabilidad el momento correcto debería ser mayor que el momento desequilibrado. Este caso se dará en desaceleraciones bajas o moderadas, que serán aquellas que existan pocas transferencias de carga y por lo tanto la frenada de la rueda trasera pueda proporcionar una parte importante de la frenada total. Sin embargo cuando la frenada es brusca, se produce una gran transferencia de carga, hacia la parte delantera siendo el freno delantero, el que proporciona toda o la mayoría de la carga de la frenada, siendo el momento desestabilizador mayor que el momento correcto dándose una condición de inestabilidad. La forma de poder combatir esta tendencia sería aumentando la distancia entre ejes y un centro de gravedad bajo, para minimizar la transferencia de carga.

Al frenar se lo puede hacer en diferentes maneras entre las que cabe destacar:

- a. **Solo con el freno trasero:** La fuerza del neumático trasero equilibra la fuerza de inercia y el momento resultante tiende a estabilizar la máquina. Cuando se pisa el pedal del freno aparece una fuerza de frenado dando lugar a su vez a una componente en la dirección de las horquillas. Así, hasta que no exista una transferencia de carga suficiente, esta fuerza que comprime los muelles intentará levantar la rueda.
- b. **Solo con el freno delantero:** En esta situación, el momento tiende a desestabilizar la motocicleta. En el caso de que la rueda delantera esté completamente bloqueada se perderá el control de la dirección, incrementando de forma drástica la pérdida de estabilidad direccional.

- c. Frenado con ambos frenos con la rueda trasera bloqueada:** En el momento en que la rueda trasera se bloquee, el neumático perderá parte de su adherencia teniendo como consecuencia o que se pierda parte del efecto estabilizador del freno trasero o que debido a que la fuerza total de frenado es menor, la transferencia de carga hacia delante se verá reducida pudiéndose llegar al límite en que la rueda delantera se bloquee también llegando a un final desastroso.
- d. Frenado con ambos frenos con la rueda delantera bloqueada:** Al no estar la rueda trasera bloqueada, esta seguirá frenando proporcionando de esta manera estabilidad direccional, también la reducción de transferencia de carga devuelve cierta carga a la rueda trasera incrementándose de esta forma la capacidad de frenado con el tren trasero. Pero de todos modos, la rueda delantera tendrá que perder el control de la dirección y la moto perderá el equilibrio, como sucede en el caso anterior.

## **2.3. TIPOS DE FRENOS POR FRICCIÓN**

### **2.3.1.FRENOS DE DISCO**

El freno de disco es un sistema de frenado normalmente para ruedas de vehículos, después de sufrir una perturbación rozamiento de unas superficies de alto coeficiente de fricción (las pastillas) que ejercen sobre ellos una fuerza suficiente como para transformar toda o parte de la energía cinética del vehículo en movimiento, en calor, hasta detenerlo o reducir su velocidad, según sea el caso. Esta inmensa cantidad de calor ha de ser evacuada de alguna manera, y lo más rápidamente posible. El mecanismo es similar en esto al freno de tambor, con la diferencia de que la superficie frenante es menor pero la evacuación del calor al

ambiente es mucho mejor, compensando ampliamente la menor superficie frenante.

### **2.3.2. DISCO DE FRENO**

Existen diferentes tipos de discos de freno. Algunos son de acero macizo mientras que otros están rayados en la superficie o tienen agujeros que los atraviesan. Estos últimos, denominados discos ventilados, ayudan a disipar el calor.



Fuente: <http://www.mercadoracing.org>  
Figura 2.1. Freno de Disco

### **2.3.3. PASTILLAS DE FRENO**

Las pastillas están diseñadas para producir una alta fricción con el disco. El material del que estén compuestas determinara la duración, potencia de frenado y su comportamiento en condiciones adversas.



Fuente: <http://www.mercadoracing.org>  
Figura 2.2. Pastillas de freno

#### **a. TIPO DE PASTILLAS DE FRENO**

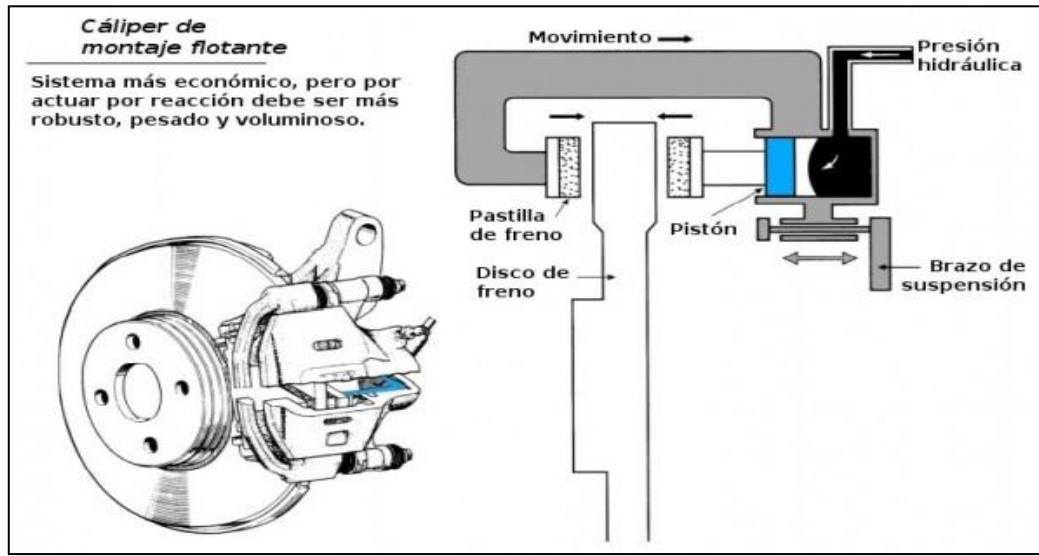
- **Cerámicas:** Este tipo de pastillas están compuestas por cerámica y fibra de cobre, lo que permite que las pastillas de este tipo controlen la tendencia del freno a perder potencia a temperaturas más altas y se recuperen de manera más rápida luego de detener el vehículo o móvil del disco.
- **Orgánicas:** Están compuestas por materiales comunes y algunos con el grafito, resinas y fibras, estas son de una inmejorable calidad y adherencia al frenar, generan menos calor que las metálicas y este tipo de pastillas necesita un rodaje en los primeros kilómetros
- **Semi metálicas o metálicas:** Están compuestas por materiales de fricción como el hierro, la fricción en condiciones de seco y mojado no varían demasiado, por lo que tiene mejor frenada en condiciones de mojado que los otros tipos de pastilla. La duración es muy elevada, llegando a alcanzar los 15.000 kilómetros. El calor desprendido es mucho mayor que los otros tipos.

#### **2.3.4. MORDAZAS (calipers) o PINZAS**

La mordaza es el soporte de las pastillas y los pistones de freno. Los pistones están generalmente hechos de hierro y luego son recubiertos por un cromado. Hay dos tipos de mordazas: flotantes o fijas. Las fijas no se mueven, en relación al disco de freno, y utilizan uno o más pares de pistones. De este modo, al accionarse, presionan las pastillas a ambos lados del disco. En general son más complejas y caras que las mordazas flotantes. Las mordazas flotantes, también denominadas "mordazas deslizantes", se mueven en relación al disco; un pistón a uno de los lados

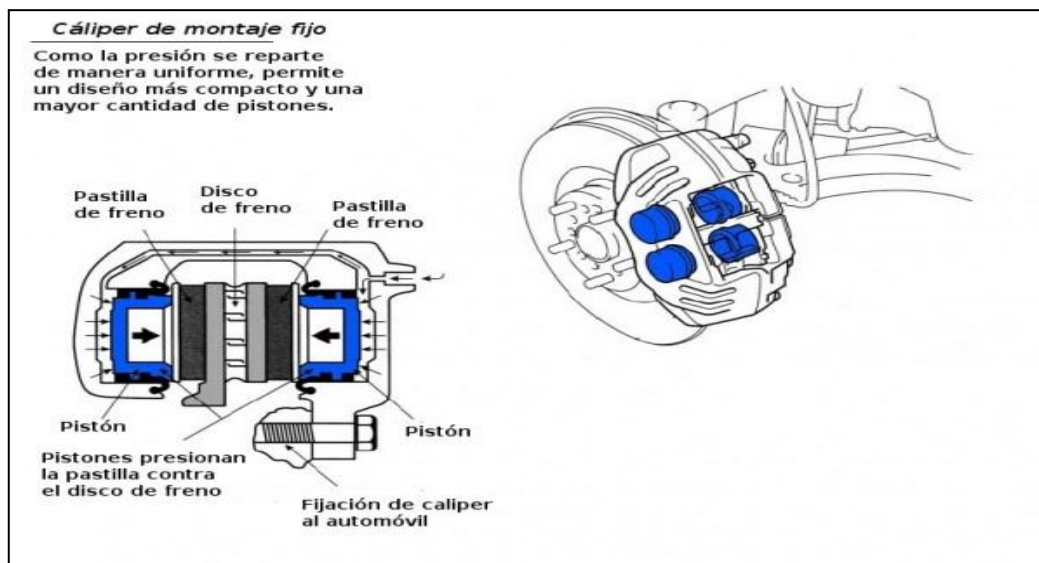


empuja la pastilla hasta que esta hace contacto con la superficie del disco, haciendo que la mordaza y con ella la pastilla de freno interior se desplacen. De este modo la presión es aplicada a ambos lados del disco y se logra la acción de frenado.



Fuente: <http://www.centro-zaragoza.com>

Figura 2.3. Caliper montaje flotante



Fuente: <http://www.centro-zaragoza.com>

Figura 2.4. Caliper montaje fijo

### 2.3.5. PISTONES Y CILINDROS

Los pistones cuentan con una fijación que va alrededor y sellos que impiden el escape de la presión ejercida por el líquido de frenos, a través del cual son accionados. La mordaza lleva un conducto por el cual entra el líquido de frenos y eso hace que la mordaza empuje la pastilla contra el disco a la vez, que se corra la mordaza para frenar con ambas y se logre uniformizar el frenado y el desgaste.



Fuente: Grupo de trabajo

Figura 2.5.Cilindro y pistón

### 2.4. TIPOS DE FRENOS POR ACCIONAMIENTO

Existe una diversa gama de accionamiento para frenos, en la que dependiendo del tipo de máquina y trabajo a realizar dependerá la elección del mismo.

Entre los frenos por accionamiento tenemos:

- Frenos mecánicos
- Frenos neumáticos
- Frenos hidráulicos
- Frenos de estacionamiento

- Freno eléctrico (regenerativo).

Para el estudio realizado en esta investigación se analizará el freno por accionamiento hidráulico, el cual es propio de la motocicleta.

## **2.5. FRENOS HIDRÁULICOS FUNCIONAMIENTO**

El sistema básicamente se compone por una bomba de freno, líneas de distribución o mangueras, caliper o mordaza, y disco. Al apretar la palanca de freno se empuja el pistón del caliper, mediante la presión que ejerce el líquido alojado en el depósito, ubicado generalmente en el mismo comando que incorpora el émbolo llamado también bomba. El desplazamiento del líquido ejerce presión, por lo que se expanden las líneas de distribución accionando los pistones hasta que las pastillas hacen contacto con el disco, produciéndose la detención de la rueda.

## **2.6. COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS**

### **2.6.1. MANILLA Y PEDAL DE FRENO**

Son los elementos encargados de accionar por medio de una barra de empuje los pistones o émbolos que presionan el líquido hidráulico hacia los pistones de las mordazas.



Fuente: <http://www.leonenduro.com>  
Figura 2.6. Maneta freno delantero



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 2.7. Pedal freno trasero

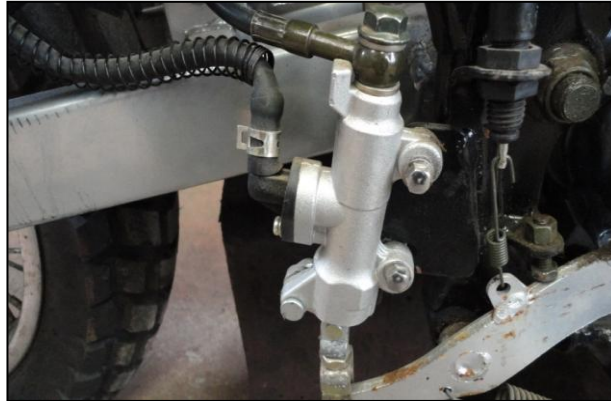
### 2.6.2. BOMBA DE FRENO

La bomba de freno es la encargada de enviar el caudal de líquido hidráulico hasta los pistones de la pinza de freno, para que estos aprieten las pastillas sobre el disco y podamos detener la moto a nuestra voluntad. El funcionamiento es muy sencillo: cuando nosotros apretamos la manilla, hacemos que un émbolo situado en el interior de la bomba presione el líquido, encargado de transmitir la fuerza al otro extremo.

Como los líquidos son prácticamente incomprensibles, y la presión dentro del circuito es constante, la fuerza que se ejercerá al otro extremo dependerá de la superficie de los pistones ya que  $\text{Presión} = \text{Fuerza} / \text{Superficie}$ . Es decir, si el tamaño del pistón es el doble que el del émbolo de la bomba de freno, la fuerza se duplicará.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 2.8. Bomba freno delantero



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 2.9. Bomba freno posterior

### 2.6.3. MANGUERAS

Son los conductos hidráulicos del freno, debe ser completamente hermético; no debe existir ninguna burbuja de aire en su interior, de lo contrario se anularía la eficacia del sistema. La manguera une la bomba con la pinza. Los racores huecos permiten la unión entre la manguera y la bomba y las pinzas que permiten el paso del fluido. El material de estos es por lo general goma reforzada con hilos de tejido, pero pueden estar elaborados con plásticos de alta resistencia con una envoltura exterior de hilos de acero trenzado.



Fuente: <http://ferreteriacharli.blogspot.com>  
Figura 2.10. Mangueras de freno

## 2.6.4. LÍQUIDO DE FRENOS

El líquido de frenos hace posible la transmisión de la fuerza ejercida sobre el pedal de freno a los cilindros de freno en las ruedas de automóviles, motocicletas, camionetas y algunas bicicletas avanzadas.

Los líquidos de frenos convencionales tienen, según el *Departamento de Transportación, DOT* (en inglés Departamento de Transportes) temperaturas de ebullición de 205 °C (DOT 3), 230 °C (DOT 4) o 260 °C (DOT 5.1). Como puede observarse, cuanto mayor es el índice DOT mayor es la temperatura de ebullición. Debido a que el líquido de frenos es higroscópico, es decir, atrae y absorbe humedad (ej. del aire) se corre el peligro de que pequeñas cantidades de agua puedan llevar consigo una disminución considerable de la temperatura de ebullición (este fenómeno se denomina “desvanecimiento gradual de los frenos”). El hecho de que el líquido de frenos sea higroscópico tiene un motivo: impedir la formación de gotas de agua (se diluyen), que puedan provocar corrosión local y que pueda helarse a bajas temperaturas. Debido a su propiedad higroscópica se ha de cerrar la tapa del recipiente lo antes posible.



Fuente: <http://img1.mlstatic.com/pinta-de-liquido-de-frenos>  
Figura 2.11. Líquido de frenos

## **2.7. SISTEMA DE FRENOS ABS**

El **ABS** o **SAB** (del alemán Antilockier system, sistema de antibloqueo) es un dispositivo utilizado en aviones y en automóviles, para evitar que los neumáticos pierdan la adherencia con el suelo durante un proceso de frenado.

El sistema fue desarrollado inicialmente para los aviones, los cuales acostumbran a tener que frenar fuertemente una vez han tomado tierra. En 1978 Bosch hizo historia cuando introdujo el primer sistema electrónico de frenos antibloqueo. Esta tecnología se ha convertido en la base para todos los sistemas electrónicos que utilizan de alguna forma el ABS, como por ejemplo los controles de tracción y de estabilidad.

Alrededor del 75% de todos los vehículos que se fabrican en el mundo, cuentan con el ABS. Con el tiempo el ABS se ha ido generalizando, algunasmotos de alta cilindrada también llevan este sistema de frenado.

El ABS se convirtió en un equipo de serie obligatorio en todos los turismos fabricados en la Unión Europea a partir del 1 de julio de 2004, gracias a un acuerdo voluntario de los fabricantes de automóviles. Hoy día se desarrollan sistemas de freno eléctrico que simplifican el número de componentes, y aumentan su eficacia.

## **2.8. MODELOS DE FRENOS ABS BOSCH**

### **2.8.1. ABSBOSCH (2 L)**

Se compone de 4 sensores, 4 solenoides y 4 canales.

Sus pulsaciones fluctúan entre 8 a 12 por segundo. Además consta de una ECM, un relay y una unidad hidráulica.



Fuente: <http://www.blogcdn.com>  
Figura 2.12.ABS BOSCH 2LS

### 2.8.2 . ABS BOSCH 5.3

Se compone de 4 sensores, 8 solenoides y 4 canales.

Sus pulsaciones de frenado son del margen entre 16 a 18 veces por segundo. Consta de una ECU, un RELÉ y una unidad HIDRAÚLICA.



Fuente: <http://www.blogcdn.com>  
Figura 2.13.ABS Bosch 5.3



### 2.8.3. ABS BOSCH (5.3L)

- 5.3 I, tiene lo mismo que el 5.3 S, pero más el sistema, distribución electrónica de frenado (EBD) y un sensor llamado G (mide el grado de inclinación del vehículo).
- 5.3 I + EBD +TCS, idéntico del anterior, y trae un sistema adicional, control de tracción (TCS). Contiene 2 solenoides más por la TCS.
- 5.3 I + EBD +TCS +VDC, igual que el anterior + un sistema VDC (control dinámico del vehículo), por ende lleva 2 sensores de presión.



Fuente: <http://www.wiju.es>  
Figura 2.14. ABS BOSCH 5.3L

### 2.8.4. (BOSCH 9.0)

Se compone de 2 sensores 4 solenoides y 4 canales. Sus pulsaciones de frenado son de entre 16 a 18 veces por segundo consta de una ECU, un RELE y una unidad HIDRAULICA+ EBD+TCS.



Fuente: Grupo de Trabajo  
Figura: 2 .15. Bosch ABS 9.0

## 2.9. MODELOS DE FRENOS NIPPON

### 2.9.1. NIPPÓN E2

Se compone de 4 sensores, 3 solenoides + una válvula mecánica y 4 canales. Sus pulsaciones son de 8 a 10 veces por segundo. Consta de una ECM, un relay y una unidad hidráulica.

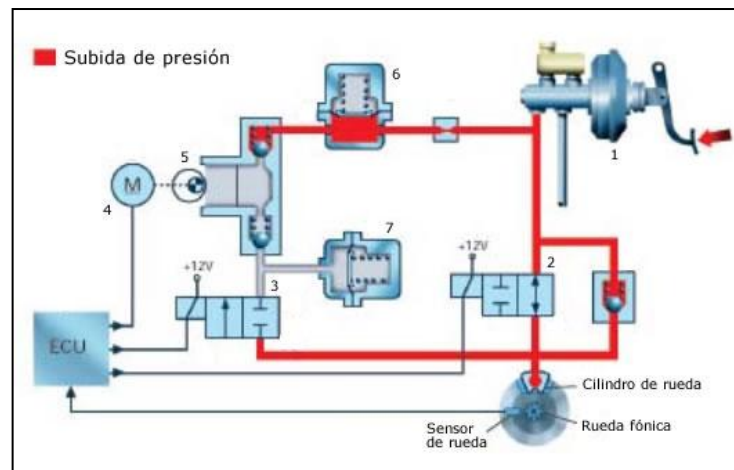


Fuente: <http://www.tav-autoverwertung.de>  
Figura 2.16. ABS NIPPÓN E2

## 2.10. REGULACIÓN DE PRESIÓN DE LOS FRENOS ABS

### 2.10.1. SUBIDA DE PRESIÓN

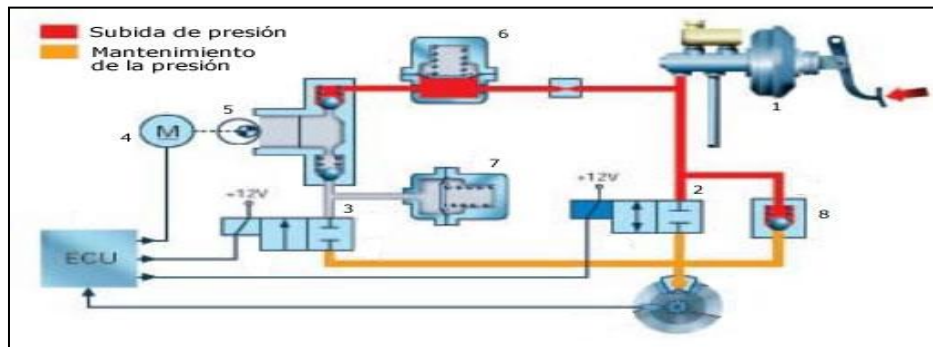
Durante una frenada sin tendencia al bloqueo, las dos electroválvulas de cada rueda están en reposo, posición en la cual, la de admisión se encuentra abierta y la de escape cerrada. En esta situación existe comunicación entre la bomba de frenos (servofreno) y cada uno de los cilindros de rueda a los que puede aplicar toda la presión generada en el líquido. Cada una de las electroválvulas de admisión incorpora una válvula de desfrenado que permite el desahogo rápido de presión de los cilindros de rueda en la acción del des frenado.



Fuente: <http://www.centro-zaragoza.com>  
Figura 2.17. Subida de presión circuito hidráulico

### 2.10.2. MANTENIMIENTO DE LA PRESIÓN

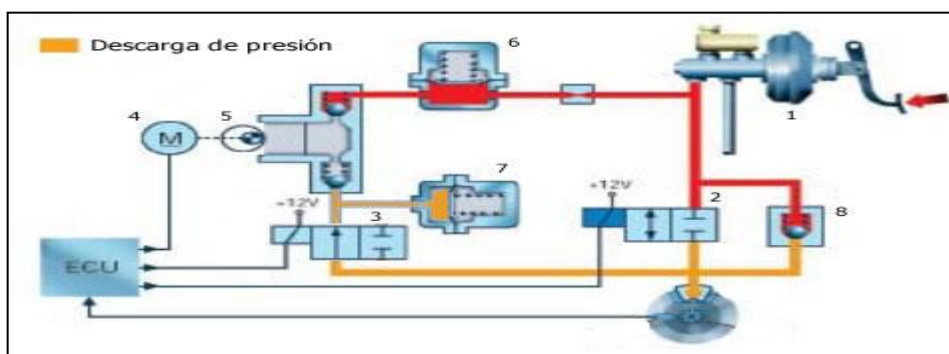
Si la frenada es suficientemente fuerte, capaz de bloquear alguna rueda, es posible entonces modificar la presión en ese cilindro de rueda excitando una de las dos electroválvulas. Así, en la fase de mantenimiento de la presión se activa la electroválvula de admisión, que se cierra, quedando aislado el cilindro de rueda afectado



Fuente: <http://www.centro-zaragoza.com>  
 Figura 2.18. Mantenimiento de presión circuito hidráulico

### 2.10.3. DESCARGA DE PRESIÓN

En la fase de descarga de presión se activan las dos electroválvulas, permaneciendo la de admisión cerrada y abierta la de escape, lo que permite la comunicación del cilindro de rueda con el cilindro maestro, al que en ese instante envía a la bomba eléctrica el exceso de presión. El líquido de los cilindros de rueda llega a los dos acumuladores a través de las correspondientes válvulas de escape, de allí a través de las correspondientes válvulas unidireccionales, es desahogado hacia el cilindro maestro por la bomba eléctrica de exceso de presión, pasando por unos amortiguadores que limitan los impulsos de presión generados por la bomba eléctrica. Los acumuladores permiten un descenso rápido de la presión en los cilindros de rueda



Fuente: <http://www.centro-zaragoza.com>  
 Figura 2.19. Descarga de presión circuito hidráulico

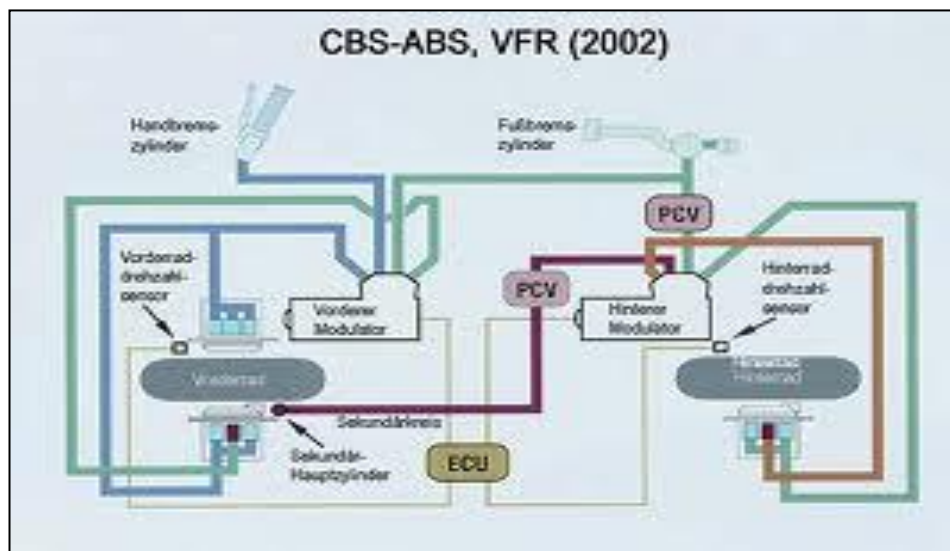
## 2.11. HIDROGRUPO O UNIDAD HIDRÁULICA (BOSCH ABS 9.0)

En esta versión de ABS, la unidad hidráulica integra el hidrogupo y la unidad de control (ECU). Dentro de la unidad hidráulica están integradas las electroválvulas, dos por cada rueda, los acumuladores, los amortiguadores de presión y la bomba con su motor eléctrico.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 2.20. Hidrogrupo (BOSCH ABS 9.0)

## 2.12. ESQUEMA HIDRÁULICO DEL ABS



Fuente: <http://www.clubvfrspain.es>  
Figura 2.21. Esquema hidráulico ABS

## **2.13. SENSORES DE VELOCIDAD Y RUEDAS FÓNICAS (ROTORES)**

Las motocicletas poseen dos sensores que pueden ser de dos tipos.

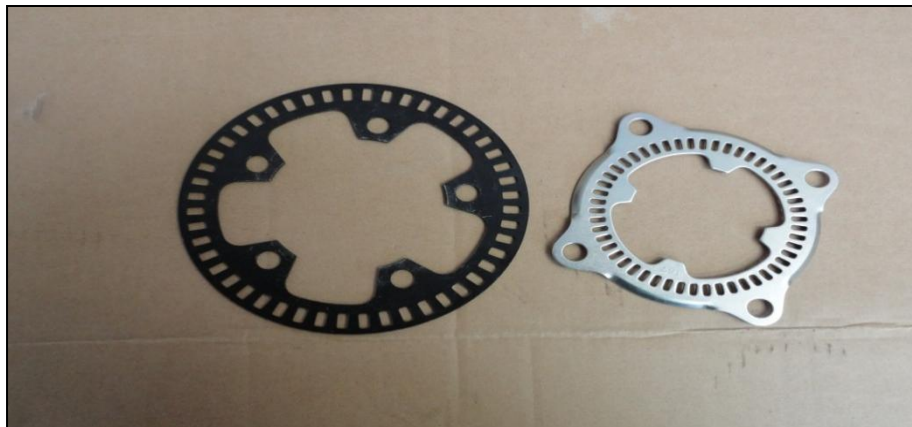
### **2.13.1. GENERADOR DE IMÁN PERMANENTE**

Genera electricidad de bajo voltaje (parecido a la bobina captadora del distribuidor del sistema de encendido).

### **2.13.2. ÓPTICO**

Tiene un diodo emisor de luz y un foto transmisor.

Los sensores de velocidad de rueda funcionan en conjunto con los rotores para detectar las revoluciones de las ruedas. Cada uno de ellos consta de un imán permanente, bobina, pieza polar que está instalado en la articulación. Estos sensores producen impulsos eléctricos al supervisar la rotación de los rotores de detección instalados en los ejes de impulsión y en los cubos de las ruedas.



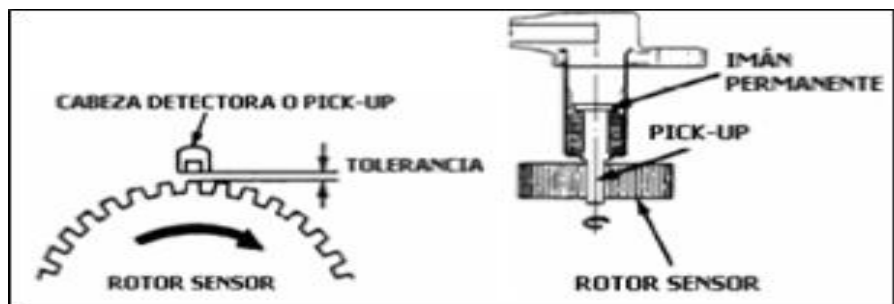
**Fuente:Grupo de trabajo**  
**Figura 2.22.Ruedas fónicas delantera y posterior**



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 2.23. Sensores de velocidad delantero y posterior

### 2.13.3. OPERACIÓN

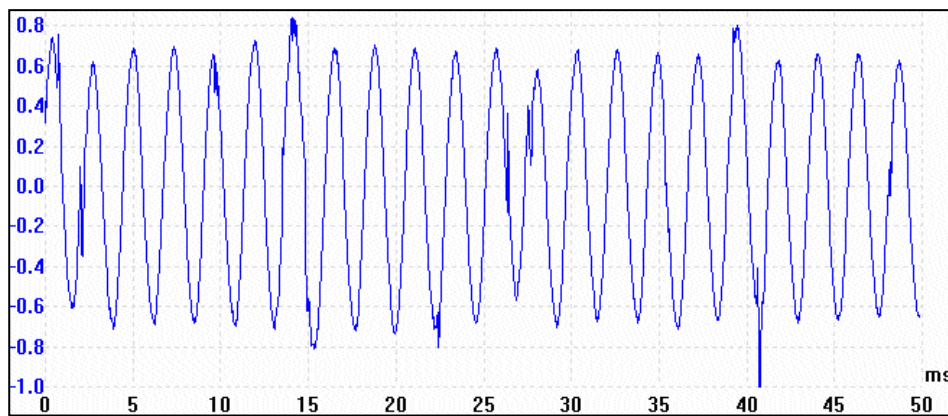
A medida que gira, el rotor del sensor interrumpe el campo magnético de la magneto permanente de velocidad de rueda, generando un voltaje CA (Corriente Alterna) en la bobina, mediante inducción electromagnética. El ciclo del voltaje CA cambia en proporción a la velocidad de la rueda. Mediante este ciclo, el (MCE) detecta la velocidad de las ruedas. El sensor está montado, de modo que exista un poco de espacio libre entre el sensor de velocidad y el rotor del sensor. Mientras las ruedas giran, el sensor produce una señal de corriente alterna cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de la rueda. Las señales de las cuatro ruedas son monitoreadas por la (MCE).



Fuente: //HTML [www.iessierradeguara.com/sensores-electricos](http://www.iessierradeguara.com/sensores-electricos).  
Figura 2.24. Conjunto rueda fónica, sensor y curva de variación de Velocidad

## 2.14. FORMAS DEL SENSOR VSS

El Sistema de Frenos Antibloqueo (ABS) cuenta con información que entra de los sensores ubicados en el eje de rotación de cada rueda. Si al utilizar bruscamente el freno, el Módulo de Control Electrónico (MCE) del ABS pierde una señal de una de las ruedas, asume que la rueda bloqueado, emitiendo así descargos de fluido que detienen las ruedas momentáneamente hasta que se pueda controlar el vehículo. Es por consiguiente indispensable que los sensores son capaces de proporcionar una señal al MCE del ABS. El funcionamiento de un sensor de ABS no es diferente que de un sensor de ángulo de cigüeñal, usa una pequeña señal que es afectada por el movimiento de una rueda fónica (rueda dentada), cortando el campo magnético. La rotación entre la rueda fónica y el sensor produce una corriente alterna continua (CA) la cual se puede observar en un osciloscopio.



Fuente:<http://www.iessierradeguara.com/documentos/departamentos/automocion/circuitos>

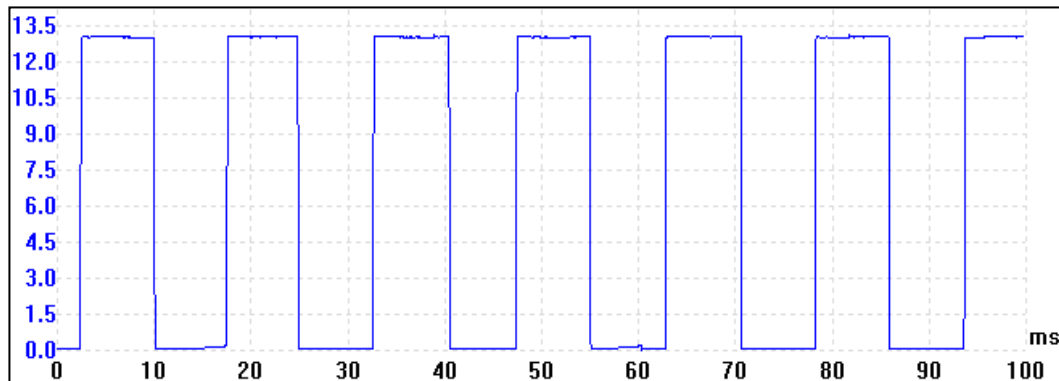
Figura 2.25. Forma de onda del VSS

## 2.15. FORMA DE ONDA EN CAPACIDADES DE FRECUENCIA

El Módulo del Control Electrónico (MCE) tiene la habilidad de ajustar la velocidad del vehículo cuando está detenido o con movimiento usando la información del Sensor de Velocidad (VSS). El sensor es un dispositivo de



alambre y tiene un suministro al voltaje de la batería, una tierra y un rendimiento de la onda cuadrada digital que también cambian a 12 voltios. Cuando la velocidad de rueda aumenta se observa la frecuencia del cambio. Este cambio también puede medirse en un multímetro con capacidades de frecuencia.



Fuente:<http://www.iessierradeguara.com/documentos/departamentos/automocion/circuitos>

Figura 2.26. Forma de onda del vss en funcionamiento normal

## 2.16. INDICADOR DE FUNCIONAMIENTO (ABS)

La luz o lámpara ABS se encuentra ubicado en el panel de instrumentos y como objetivo de esta señal visual es el de dar a conocer al conductor cuando está funcionando el ABS o si se encuentra con alguna avería en el circuito eléctrico o electrónica de la del mismo o los sensores del sistema.



Fuente: [//i227.photobucket.com/albums/](http://i227.photobucket.com/albums/)  
Figura 2.27. Testigo ABS

## **CAPÍTULO 3**

### **3. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS**

#### **3.1 HIPÓTESIS**

##### **3.1.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Con la implementación del sistema de frenos Antibloqueo, ABS para motocicletas se conseguirá una reducción en los accidentes, se mejorara la maniobrabilidad de sus conductores, también se realizará pruebas, funcionamientos del sistema.

##### **3.2. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

A partir del objetivo general realizaremos el planteamiento de las variables de investigación.

El Objetivo es “Diseñar e implementar el sistema de frenos antibloqueo ABS para generar un sistema seguro con tecnología avanzada a bajo costo”.

###### **3.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

- Diseñar e implementar el circuito de instalación de un sistema de frenos ABS, en Motocicletas.

###### **3.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

- Elevar el nivel de seguridad en la conducción de este tipo de vehículos reduciendo el número de accidentes.

### 3.2.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTA
<b>DISEÑAR E IMPLEMENTAR EL CIRCUITO DE INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS ABS EN MOTOCICLETAS</b>	Académica	Número de módulos para el sistema de frenos ABS =1	¿Cuántos módulos de control utiliza el sistema de frenos ABS?
	Tecnológica	Número de sensores del sistema de frenos ABS =2	¿Cuál es el número de sensores que utiliza el sistema de frenos ABS?
		Número de electroválvulas del sistema de frenos ABS para motos = 4	¿Cuál es el número de electroválvulas que utiliza el sistema ABS para motocicletas?

Fuente: Grupo de Trabajo

Tabla 3.2.VARIABLE DEPENDIENTE

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADOR	PREGUNTA
<b>ELEVAR EL NIVEL DE SEGURIDAD EN ESTE TIPO DE VEHÍCULO REDUCIENDO EL NÚMERO DE ACCIDENTES</b>	Académica	Número de vehículos para el estudio del sistema de frenos ABS =1	¿Para este estudio en cuantos vehículos se implementará el sistema de frenos ABS?
	Social	Número de beneficiados a bordo del vehículo con sistema de frenos ABS >1 ≤ 2	¿Cuál es el número de pasajeros beneficiados con a bordo del vehículo con sistema de frenos ABS?

Fuente: Grupo de trabajo

## **CAPÍTULO 4**

### **4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 TIPO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes. Este diseño desglosa las estrategias básicas que se adopta para generar información exacta e interpretable y con las que se obtienen respuestas a preguntas como: medir, describir y comparar.

El tipo de investigación que utilizó fue la descriptiva porque es la más indicada y muestra los diferentes rasgos del estado actual de cómo se aplica el sistema de frenos ABS.

De acuerdo con los objetivos e interrogantes planteados en el presente trabajo de investigación se reúne las características que corresponden a un proyecto viable de campo y de aplicación. Este trabajo de carácter descriptivo tiene propósito diagnosticar el problema y obtener la información para establecer sus implicaciones. Esta información se consigue con las encuestas diseñadas para el efecto.

#### **4.2. PRUEBA PILOTO**

Con la encuesta elaborada se procedió a realizar la prueba piloto. Las preguntas relacionan las variables de investigación, no existiendo problema en su aplicación porque estaba comprensible. A continuación se incluye la encuesta número uno de las siete aplicadas.

## ENCUESTA DE FACTIBILIDAD DE PROYECTO

Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta para evaluar la factibilidad de una investigación acerca del sistema de frenos ABS en motocicletas dentro del campo de la Ingeniería Automotriz. Le agradeceremos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas encerrando en un círculo el literal de la opción más acertada:

---

1.- ¿Conoce usted sobre el sistema de frenos ABS?

Sí                      No

2.- ¿Qué tanto conoce sobre las ventajas del Sistema de frenos ABS?

- 100%
- 75%
- 50%
- 25%

3. ¿Ha conducido usted algún vehículo con el sistema de frenos ABS?

Si                      No                      Tal vez

4.- ¿Cree Ud. necesario ser informado sobre los diferentes sistemas de frenos al momento de adquirir una motocicleta y su correcto uso?

Sí                      No

5. ¿Cree usted que el sistema de frenos ABS es un sistema seguro?

Sí                      No

6. Al momento de adquirir una motocicleta ¿Qué porcentaje de importancia le daría al costo con respecto a su seguridad sabiendo que la motocicleta no posee el sistema de frenos ABS?

- 0%
- 25%
- 50%
- 75%
- 100%

7.- Cree usted que este tipo de sistema debería usarse en motocicletas de bajo cilindraje (125- 250 cc)

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- Nada importante
- Indiferente

### **4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La investigación debe tener las siguientes características:

- a. La recopilación de la información debe ser sistemática.
- b. El método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso.
- c. Los datos recopilados siempre deben ser información útil.
- d. El objeto de la investigación siempre debe tener como objetivo final servir como base para tomar decisiones.

Con estos antecedentes se procedió a la búsqueda de la información mediante la aplicación de encuestas. Como instrumento de recolección de información hemos utilizado información primaria a través del cuestionario detallado en la encuesta presentada anteriormente.

Finalmente, con este proceso debemos determinar los objetivos de nuestra encuesta, es decir, las razones por las cuales vamos a hacer la encuesta:

- Evaluar la factibilidad de la creación de este proyecto.
- Evaluar la viabilidad de lanzar esta nueva propuesta al medio.

Conocer la aceptación de este sistema de frenado en este medio de transporte en el país.

#### **4.3.1. DISEÑO DE ENCUESTAS PARA GENERACIÓN DE INFORMACIÓN**

La encuesta que se diseñó para nuestro proyecto es la siguiente, con la que pretendemos obtener información relevante para el desarrollo del presente, las preguntas son sencillas y de fácil comprensión. A continuación se presenta el formulario para el desarrollo de la encuesta que se deberá aplicarse previamente como piloto.

## ENCUESTA DE FACTIBILIDAD DE PROYECTO

Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta para evaluar la factibilidad de una investigación acerca del sistema de frenos ABS en motocicletas dentro del campo de la Ingeniería Automotriz. Le agradeceremos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas encerrando en un círculo el literal de la opción más acertada:

---

1.- ¿Conoce usted sobre el sistema de frenos ABS?

Sí                      No

2.- ¿Qué tanto conoce sobre las ventajas del Sistema de frenos ABS?

- 100%
- 75%
- 50%
- 25%

3. ¿Ha conducido usted algún vehículo con el sistema de frenos ABS?

Si                      No                      Tal vez

4.- ¿Cree Ud. necesario ser informado sobre los diferentes sistemas de frenos al momento de adquirir una motocicleta y su correcto uso?

Sí                      No

5.- Cree usted que el sistema de frenos ABS es un sistema seguro?

Sí                      No

6.- ¿Al momento de adquirir una motocicleta ¿Qué porcentaje de importancia le daría al costo con respecto a su seguridad sabiendo que la motocicleta no posee el sistema de frenos ABS?

- 0%
- 25%
- 50%
- 75%
- 100%

7.- Cree usted que este tipo de sistema debería usarse en motocicletas de bajo cilindraje (125- 250 cc)

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- Nada importante
- Indiferente

#### 4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Partimos de la información de la población de 60 Motociclistas que forman parte del club LOS ANDES de la ciudad de QUITO. Para el estudio se calculó 52 encuestas por el número de motociclistas con algún conocimiento de este tipo sistema pero lo que aplica a todos por lo que la población es finita y menor a 200 personas

#### 4.5 MUESTRA

Partimos de la información de la población de 60 motociclistas con algún conocimiento de este tipo de sistema.

La ratificación del tamaño de la muestra, se basa en un modelo de cálculo presentado a continuación, el que toma en cuenta nuestro universo o tamaño de la población "Finita" (se conoce su tamaño), se determinará la muestra en base a la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

**Ec. 4.1 Tamaño muestral para población finita.**

**Tabla 4.1. Descripción de variables para muestra finita con datos tomados.**

<b>n</b>	Tamaño muestral
<b>N</b>	Tamaño de la población.
<b>Z<math>\alpha</math></b>	Nivel de confianza prefijado. Para seguridad del 95% =1.96
<b>P</b>	Proporción esperada del parámetro a evaluar. En caso de desconocerse, (en este caso 0.5%=0.5).
<b>Q</b>	1-p (en este caso 1- 0.5 = 0.5)
<b>I</b>	Error muestral deseado (en este caso deseamos un 5%)

**Fuente: Grupo de trabajo**



Para la determinación del tamaño de la muestra en esta investigación, se trabajó con los siguientes datos:

- N = Tomaremos el valor de 60 de población.
- $Z_{\alpha}^2 = 1.96^2$  (si la seguridad es del 95%)
- p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.5)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.5 = 0.5)
- i = precisión (en este caso deseamos un 10%).

**Tabla 4.2. Cálculo de la muestra**

$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{i^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$
$n = \frac{60 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (60 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$
$n = \frac{57.624}{0.1475 + 0.9604}$
$n = 52.011$
$n = 52$
<p>Se realizó 52 encuestas con el fin de obtener resultados confiables, se aplica a los 60 por ser población finita.</p>

**Fuente: Grupo de trabajo**

#### **4.6. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS**

Las encuestas planteadas realizar serán sometidas a la tabulación de datos, codificación, cálculos, etc. con el fin de determinar las cuestiones más relevantes de nuestra investigación.

**Tabla 4.3. Tabulación pregunta 1**

<b>1. ¿Conoce usted sobre el sistema de frenos ABS?</b>	
<b>Si</b>	<b>No</b>
96%	4%
52	2

Fuente: Grupo de trabajo

**Tabla 4.4. Tabulación pregunta 2**

<b>2. ¿Qué tanto conoce sobre las ventajas del sistema de freno ABS?</b>			
<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>TALVEZ</b>	<b>NADA</b>
21%	46%	33%	0%
11	24	17	0

Fuente: Grupo de trabajo

**Tabla 4.5. Tabulación pregunta 3**

<b>3.-Ha conducido usted algún vehículo con el sistema de frenos ABS?</b>		
<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Tal vez</b>
65%	35%	0%
34	18	0

Fuente: Grupo de trabajo

**Tabla 4.6. Tabulación pregunta 4**

<b>4.-¿Cree usted que es necesario ser informado sobre los diferentes sistemas de frenos al momento de adquirir una motocicleta y su correcto uso?</b>	
<b>Si</b>	<b>No</b>
100%	0%
52	0

Fuente: Grupo de trabajo

**Tabla 4.7. Tabulación pregunta 5**

<b>5. ¿Cree usted que el sistema de frenos ABS es un sistema seguro?</b>	
<b>Si</b>	<b>No</b>
100%	0%
52	0

Fuente: Grupo de trabajo

**Tabla 4.8. Tabulación pregunta 6**

<b>6.- Al momento de adquirir una motocicleta ¿Qué porcentaje de importancia le daría al costo con respecto a su seguridad sabiendo que la motocicleta no posee el sistema de frenos ABS?</b>				
<b>NADA</b>	<b>POCO</b>	<b>REGULAR</b>	<b>IMPORTANTE</b>	<b>MUY IMPORTANTE</b>
0%	13%	48%	31%	8%
0	7	25	16	4

Fuente: Grupo de trabajo

**Tabla 4.9. Tabulación pregunta 7**

<b>7.- Cree usted que este tipo de sistema debería usarse en motocicletas de bajo cilindraje (125- 250 cc)</b>				
<b>MUY IMPORTANTE</b>	<b>IMPORTANTE</b>	<b>POCO IMPORTANTE</b>	<b>NADA IMPORTANTE</b>	<b>NADA</b>
15%	46%	27%	12%	0%
8	24	14	6	0

Fuente: Grupo de trabajo

#### **4.7. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS**

Las 52 encuestas que fueron realizadas con relación directa a las variables, se consideran el instrumento de investigación, y el tamaño de muestra para población finita, está justificada por el cálculo anteriormente para una confiabilidad del 95%.

## 4.8. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

De las encuestas realizadas se procedió a la tabulación de datos, codificación, cálculos, etc. a fin de determinar los hallazgos más importantes de nuestra investigación.

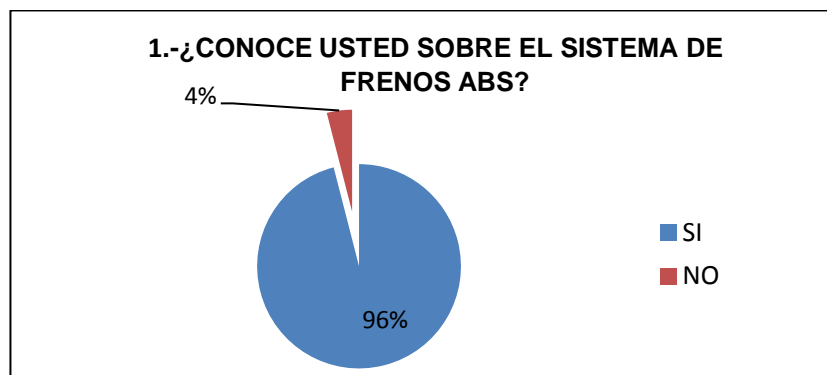
La tabulación se lo realizó mediante el ingreso manual de datos y el cálculo automático a través de una hoja electrónica de Excel.

### 4.8.1. INFORME GERENCIAL

Con los datos obtenidos mediante la aplicación de las encuestas se encontraron los siguientes hallazgos que generan el presente informe gerencial.

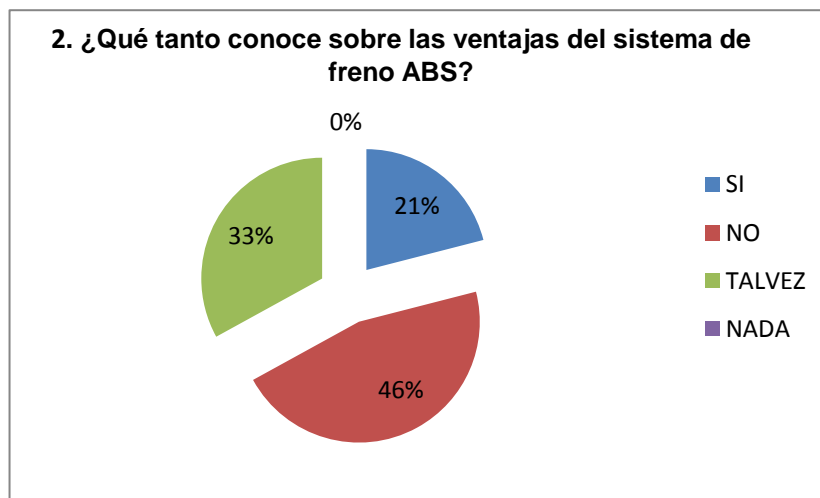
Las encuestas son consideradas como el lazo que une a los investigadores con el área de influencia del proyecto, es posible que se requiera recabar información de las personas más involucradas.

A continuación se detalla tanto los resultados de la encuesta, como las conclusiones y recomendaciones a las que se es posible llegar gracias al presente estudio.



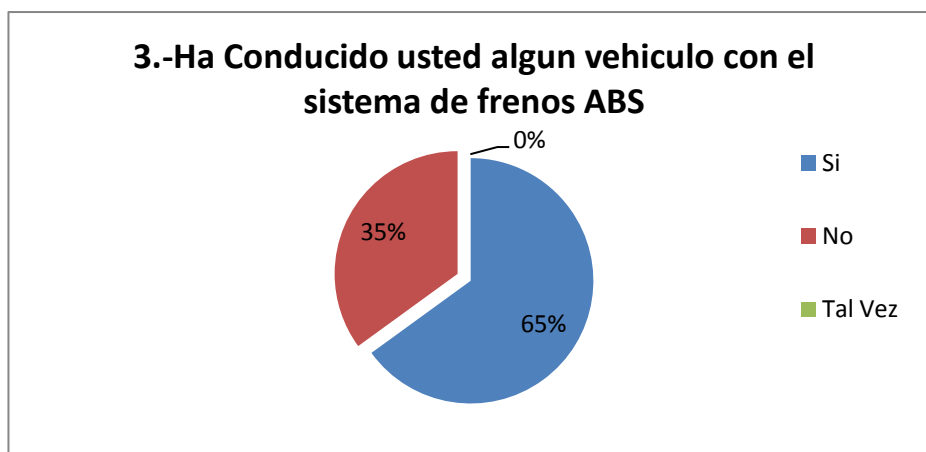
Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4. 1. Pregunta N° 1

El 96% de os encuestados conoce sobre el sistema de frenos ABS, el 4% lo desconoce.



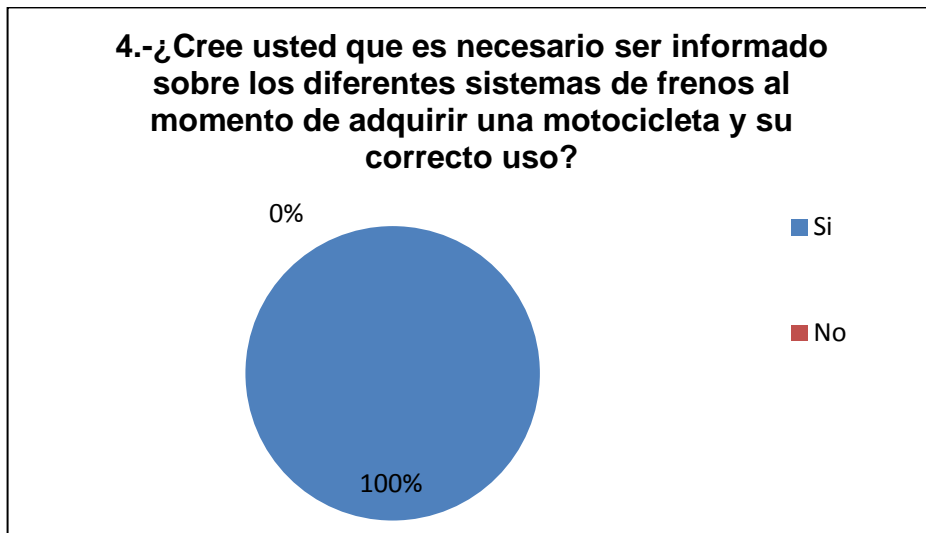
Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.2. Pregunta N° 2

El 21 % conoce en un 100% de las ventajas que proporciona el sistema de frenos, el 46% conoce en un 75% el funcionamiento, el 33% conoce sobre el sistema en un 50% mientras que el 25% no sabe sobre las ventajas de sistema 0%.



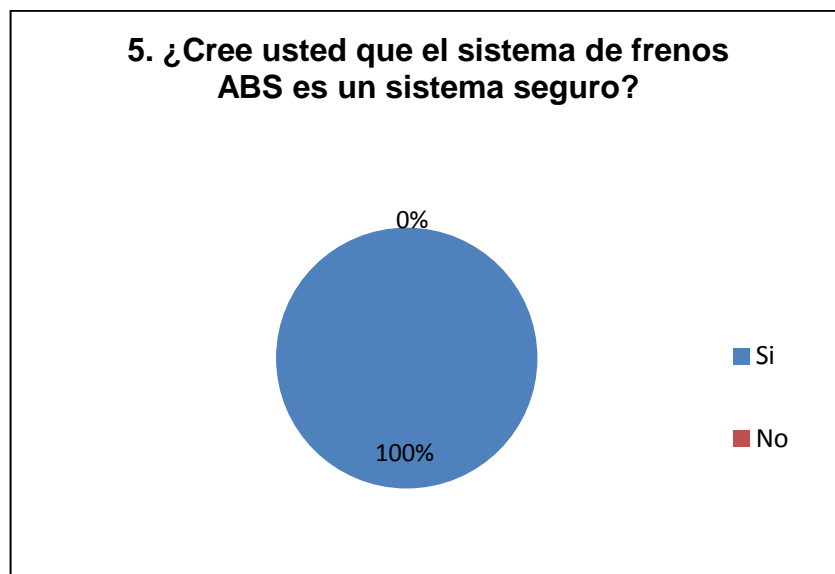
Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.3. Pregunta N° 3

El 65% ha conducido este sistema de frenos ABS, el 35% no ha conducido este sistema de frenos. El 0% tal vez a conducido este sistema de frenos ABS.



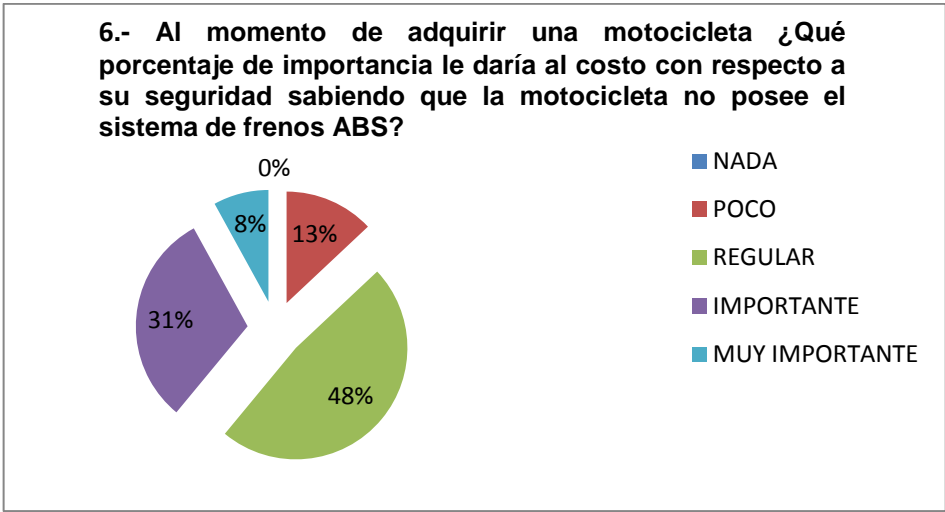
**Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.4. Pregunta N° 4**

El 100% está de acuerdo de ser informado sobre los frenos y su uso. El 0% no hay encuestado para ser informado sobre este sistema.



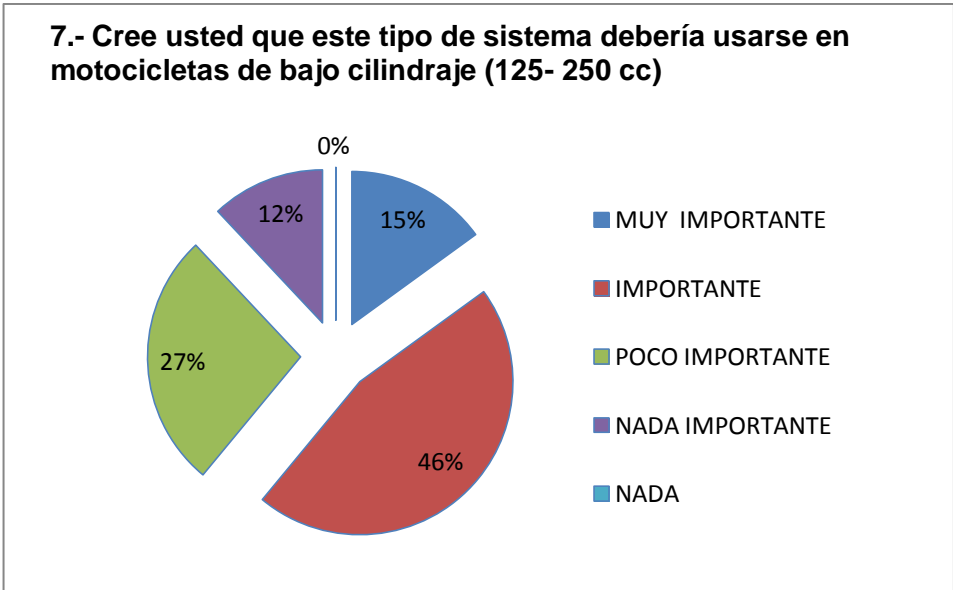
**Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.5. Pregunta N° 5**

El 100% de los encuestados afirma que el sistema de frenos ABS es un sistema seguro, El 0% No hay encuestados que afirmen lo contrario.



**Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.6. Pregunta N° 6**

El 13% de los encuestados da importancia al costo con respecto a su seguridad en un 25%, el 48% al momento de adquirir una motocicleta da importancia en un 50%, el 31% considera en un 75%, el 8% piensa en su seguridad y el 0% en el costo.



**Fuente: Grupo de Trabajo  
Figura 4.7. Pregunta N° 7**

El 15% de los encuestados están de acuerdo en motocicletas de bajo cilindraje. EL 46% considera importante, el 27% poco importante y, 12%indiferente.

#### **4.8.2. CONCLUSIONES**

- El sistema de freno ABS para motos será una herramienta muy útil entre los usuarios de este tipo de vehículo
- Es muy importante notar que los encuestados consideran que es necesario implementar un sistema de frenos ABS.
- Existe un gran mercado de motocicletas de gama baja (bajo cilindraje), las que no poseen este tipo de sistema de seguridad.
- El 100% parte del parque motociclista considera que este tipo de sistema es un sistema seguro.

#### **4.8.3. RECOMENDACIONES**

- Es necesario dar a ser conocer al usuario de tipos de motocicleta de los sistemas de seguridad que existen en la actualidad.
- Es necesario implementar este sistema ABS ya que es de gran utilidad para el usuario como para el parque automotor, en el sistema de seguridad vial en nuestro país.
- Permitir ingresar al país este tipo de sistemas de seguridad para quepuedan ser instalados en motocicletas de dominio popular, impuesto bajo para abaratar costos.



- Es necesario realizar chequeos al sistema de frenos ABS periódicamente, como lo requiera el manual del fabricante a las motocicletas que ya posean este sistema.

#### **4.9.ESQUEMA DE LA PROPUESTA**

Con los resultados obtenidos en las encuestas, nuestra propuesta es:

Diseñar e Implementar un sistema de frenos ABS en una motocicleta de 200cc y de esta manera mejorar esencialmente su frenada.

Implementar en la parte eléctrica, mecánica y electrónica necesaria para este sistema de frenos anti bloqueo ABS.

##### **4.9.1. CARACTERÍSTICAS DE LA MOTOCICLETA**

- Tipo de motor mono cilíndrico de 4 tiempos, refrigerado por aire.
- Alimentación de combustible de carburador de 32mm
- Arranque eléctrico
- Tipo de 5 velocidades
- Amortiguadores delanteros horquilla telescópica de 245mm
- Amortiguadores traseros Pro-Link / 242mm
- Ancho es de 845mm
- Distancia entre ejes 1416mm
- Altura de asiento 840mm
- Capacidad de combustible 11.5 litros.
- El sistema de frenos es de disco delantero y posterior.
- El sistema de frenos principales y secundario son de cañerías y mangueras tanto para el freno delantera como posterior.

- Los mandos son individuales tanto para el freno delantero como trasero
- El sistema de frenos de los cilindros principales y secundarios convierte el movimiento del pedal y manilla del freno en una presión hidráulica.
- Peso en seco 134 kg

#### **4.9.2.CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE FRENOS ABS**

Las características de este sistema ABS son que pesa 700 gramos y ocupa un volumen de 400 cc., en un cálculo rápido una caja de 10×10×4.

Además el sistema no es heredado del ramo de los coches, ya que un ABS aplicado a una moto tiene que gestionar situaciones diferentes como la de la rueda trasera al aire en una frenada de emergencia.

Por otro lado las prestaciones más importantes que hay que señalar de este tipo de ABS son:

- Rapidez de frenado
- Menor tamaño
- Menor Peso
- Válvula selenoidal de menor tamaño
- Nueva Generación 9.0
- Proceso de instalación del conector del motor mejorado
- Reducción de pulsaciones del pedal
- Reducción del ruido durante el frenado
- Componentes de menor tamaño con mejor rendimiento

#### **4.10. PARÁMETROS DE DISEÑO FÍSICOS DE FRENADO**

Para la elaboración del diseño de frenos en motocicletas tenemos que tomar en cuenta muchos aspectos físicos que ocurren en los diferentes elementos del conjunto de frenado.

Las motocicletas están dotadas de frenos en ambas ruedas en muchos casos existen sistemas de ayudas que disminuyen los esfuerzos a ejercer por el conductor. El sistema de frenado proporciona la capacidad de reducir la velocidad de la motocicleta, y si es necesario, la detención total de la misma, con lo que representa un elemento fundamental en la seguridad.

Este funcionamiento deberá asegurar un grado de fiabilidad muy alto ya que el fallo de los frenos tiene una elevada probabilidad de convertirse en un accidente de graves consecuencias.

#### **4.11. FUERZAS Y MOMENTOS EN LA MOTOCICLETA**

Todo cuerpo se esfuerza o por seguir permanentemente en su estado de reposo o por mantener su estado en movimiento. Para producir un cambio de estado en movimiento a reposa hay que aplicar o transmitir una fuerza, por ejemplo al frenar en una curva sobre pavimento helado la motocicleta continua deslizándose en línea recta o en su defecto resbalándose en el mismo sentido del movimiento, avanzando sin adherencia en sus ruedas y sin control alguno de la misma.

Cuando se actúa sobre los frenos para detener el vehículo se observa las fuerzas que intervienen, tomando los momentos de estas fuerzas respecto al punto de apoyo de las ruedas traseras y recordando que el momento de las fuerzas que concurren en él es nulo, por ser nula su

distancia al punto de momentos, podemos calcular la fuerza máxima de frenado “I” que se puede desarrollar en las ruedas delanteras.

$$I = m_1 \vartheta + \frac{MA\vartheta^2}{Bg} \quad \text{Ec. 1}$$

Y la fuerza “D” que se puede desarrollar en el eje trasero

$$D = m_2 \vartheta + \frac{MA\vartheta^2}{Bg} \quad \text{Ec. 2}$$

En las ecuaciones 1 y 2:

I=Fuerza máxima del frenado

M = Masa total del vehículo

$m_1$  y  $m_2$ = Masas que soportan los ejes

$\vartheta$  = Distancia de eje

B = Distancia entre el eje delantero y posterior

A = altura del centro de gravedad

D= desaceleración de frenado

#### 4.12. CLASIFICACIÓN DE LAS FUERZAS

Independientemente del estado de marcha de una motocicleta, actúa sobre esta, además de su peso fuerzas de tipos muy diversos (figura con fuerzas).

Tomando el tipo de fuerzas más aplicadas al momento de frenado en una motocicleta tenemos que citar las siguientes:

- Fuerza en sentido longitudinal (por ejemplo la fuerza motriz, resistencia al aire o rozamiento de rodadura).

- Fuerzas en sentido transversal (por ejemplo fuerza de dirección, fuerza centrífuga en curvas o con viento lateral).

Estas fuerzas se clasifican también como fuerzas de conducción lateral.

Las fuerzas en sentido longitudinal y transversal se transmiten a los neumáticos y por último a la calzada ya sea por arriba o lateralmente.

Esto sucede a través

- Del chasis (por ejemplo fuerzas del viento)
- De la dirección (fuerzas de la dirección)
- Del motor (fuerza motriz)
- Del sistema de freno (fuerza de frenado)

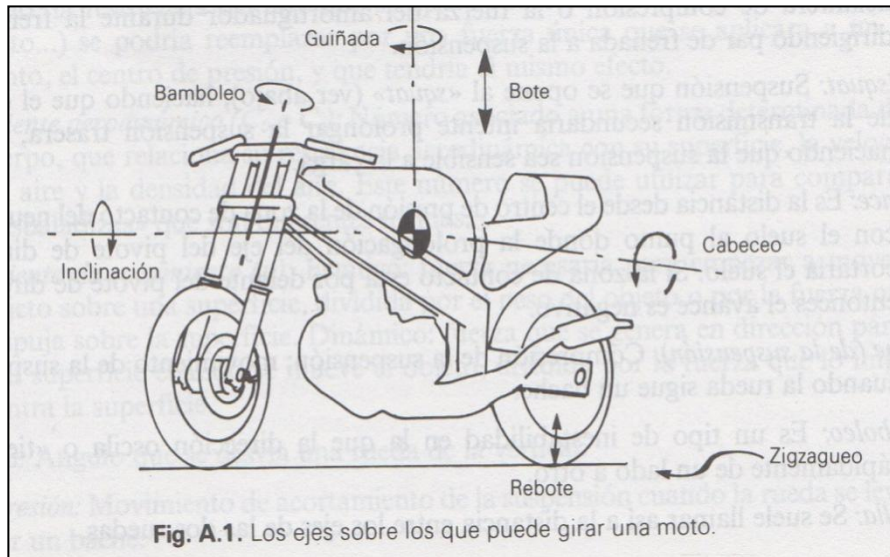
**BOTE.-** Uno de los movimientos que puede seguir un vehículo y se produce cuando todo el vehículo se desplaza en vertical, más o menos paralelo al suelo.

**CABECEO.-** Movimiento en el que la parte delantera del vehículo se desplaza hacia arriba o hacia abajo, en vertical, con relación a la parte trasera.

**BAMBOLEO.-** Es un tipo de inestabilidad en la que la dirección oscila o tiembla rápidamente de un lado a otro.

**ZIGZAGUEO.-** Tipo de inestabilidad en la que la moto sigue un recorrido continuo en forma de S.

**GUIÑADA.-** Movimiento en el que el vehículo pivota a la izquierda o a la derecha, sin inclinación ni balanceo.



Fuente: Motocicletas, Chasis  
 Figura 4.8. Fuerzas en la motocicleta

#### 4.12.1. DINÁMICA DE LA FRENADA

El principio fundamental del sistema de frenos es la conversión de la energía cinética de una motocicleta en movimiento en energía térmica, comúnmente llamada calor.

De las ecuaciones de la física sabemos que la energía cinética de un cuerpo en movimiento viene dada por la siguiente expresión:

$$\text{Energía Cinética} = \frac{1}{2} \cdot m_v \cdot v_v^2 \quad \text{Ec. 4.2.}$$

- Donde  $m_v$  es la masa del vehículo en movimiento.
- Donde  $v_v$  es la velocidad del vehículo en movimiento.

Consideramos que idealmente esta energía es absorbida completamente por el sistema de frenos y convertida íntegramente en energía térmica de la siguiente manera:

$$\frac{1}{2} \cdot m_v \cdot v_v^2 = m_{componentes} \cdot c_p \cdot \Delta t_{componentes} \quad \text{Ec. 4.3.}$$

- Donde  $m_{componentes}$  es la masa de los componentes del sistema de frenos que absorben la energía.
- Donde  $c_p$  es el calor específico de los componentes del sistema de frenos que absorben la energía (es una constante que depende de las propiedades del material).
- Donde  $\Delta t_{componentes}$  es el incremento de temperatura experimentado por los componentes del sistema.

Llegado este punto es conveniente recordar que los discos de freno son los principales elementos que absorben energía, sobre todo en situaciones de frenadas aisladas y temporales

Analizando estas expresiones podemos observar como el incremento de temperatura es directamente proporcional a la masa del vehículo en movimiento, además de que el incremento de temperatura también es proporcional al cuadrado de la velocidad de la motocicleta. Sencillamente eso nos viene a decir que a doble velocidad, teóricamente le corresponde al cuádruple del incremento en la temperatura, por lo que para pequeños incrementos de velocidad se pueden producir grandes efectos en la temperatura de los frenos.

Viendo el problema desde un punto práctico y no teórico, la resistencia a la rodadura, la resistencia aerodinámica, la aceleración de la gravedad y las pérdidas mecánicas juegan también un papel importante en la absorción de energía, pero para establecer estas relaciones fundamentales debemos limitar nuestro estudio despreciando estos efectos.

#### 4.12.2 DESASELERACIÓN DE UN VEHÍCULO EN MOVIMIENTO

Aplicando la ley fundamental de la dinámica, segunda ley de Newton, si una fuerza es ejercida sobre un cuerpo éste experimenta una aceleración. Sin embargo si esta aceleración se opone a la dirección del movimiento la denominaremos deceleración. Particularizando en un vehículo que experimenta una fuerza de frenada, la deceleración responde a la siguiente ecuación:

$$ax = \frac{\text{fuerza total de frenado}}{m_v} \quad \text{Ec. 4.4.}$$

Donde:

- $ax$  es la deceleración del vehículo (a partir de ahora la llamaremos  $av$  por ser más intuitivo).

#### 4.12.3 PARÁMETROS RELATIVOS A LA DISTRIBUCIÓN DE PESOS ESTÁTICOS DEL VEHÍCULO.

En estado estática, bajo condiciones de aceleración nula, una motocicleta posee una distribución de pesos constante distribuidos como un porcentaje establecido del total soportado por las 2 ruedas. Así, en vista lateral de la motocicleta, la suma del peso que soportan la ruedas delantera corresponde al peso soportado por el eje delantero, y de la misma manera, rueda traseras, será el peso soportado por el eje trasero. Conociendo estos valores, en seguida podemos determinar la distribución de pesos de la motocicleta para esta situación.



- Distribución del peso en la Horquilla =  $\frac{p_d}{P} \cdot 100$
- Distribución del peso eje Trasero =  $\frac{p_t}{P} \cdot 100$

Donde:

- $P_d$  es la fuerza vertical en el eje delantero (peso soportado por el eje delantero).
- $P_t$  es la fuerza vertical en el eje trasero (peso soportado por el eje trasero).
- $P$  es la fuerza vertical total del vehículo (peso del vehículo).

Sabiendo la distribución de pesos estática, podemos calcular la posición horizontal del centro de gravedad, ya que ésta es simplemente función de la geometría de la motocicleta.

$$CG_{d,x} = \frac{p_d}{p} \cdot L$$

$$CG_{t,x} = \frac{p_t}{p} \cdot L$$

Donde:

- $CG_{d,x}$  es la distancia del centro de gravedad desde la horquilla.
- $CG_{t,x}$  es la distancia del centro de gravedad desde el eje trasero.
- $L$  es la distancia entre ejes.

#### **4.12.4 EFECTOS DINÁMICOS SOBRE EL VEHÍCULO DEBIDO A LA DESACERELACIÓN.**

Cuando un vehículo experimenta una desaceleración, la fuerza efectiva neta o peso ejercido en cada rueda cambiará.

Mientras que el peso total se mantiene constante, la fuerza ejercida sobre el eje delantero experimentará un aumento mientras que la ejercida sobre

el eje trasero descenderá en la misma medida. Esto se produce por el movimiento de cabeceo del que ya hablábamos anteriormente.

Esta transferencia de peso del eje trasero al delantero depende de la geometría del vehículo y responde a la siguiente relación:

$$TP = \left(\frac{a_v}{g}\right) \cdot \left(\frac{h}{L}\right) \cdot P \quad \text{Ec. 4.5.}$$

Donde:

- TP es el peso absoluto transferido desde el eje trasero al delantero.
- g es la aceleración de la gravedad.
- h es la distancia del centro de gravedad en dirección perpendicular al suelo.

Por lo que para calcular la distribución real de fuerzas sobre los ejes delanteros y traseros durante la frenada se seguirán las siguientes expresiones:

$$P_{d,d} = p_d + TP$$

$$P_{t,d} = p_t + TP$$

Donde:

- Pd,d es el peso en el eje delantero durante la deceleración.
- Pt,d es el peso en el eje trasero durante la deceleración.

Para comprobar que el peso es el mismo lo hacemos por medio de la ecuación:

$$P = P_{d,d} + P_{t,d}$$

#### 4.12.5 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA TRANSFERENCIA DE PESO

Al experimentar el vehículo una transferencia de pesos, la capacidad de frenada de cada eje se ve alterada ya que ésta se calcula como el producto del coeficiente de fricción entre el neumático y la calzada y la normal. Bajo condiciones estáticas, la fuerza máxima de frenado que un eje es capaz de producir viene definido por

$$F_{f,d} = \mu \cdot P_d$$

$$F_{f,t} = \mu \cdot P_t$$

Donde:

- $F_{f,d}$  es la fuerza de frenado en el eje delantero.
- $F_{f,t}$  es la fuerza de frenado en el eje trasero.
- $\mu$  es el coeficiente de fricción máximo entre los neumáticos y el asfalto.

De estas expresiones podemos deducir que la transferencia de pesos incrementa la capacidad de frenada del eje delantero y disminuye la del eje trasero. Debemos aclarar que en este análisis asumimos un  $\mu$  constante durante la deceleración. Con todo ello definimos la fuerza total máxima de frenada que vendrá determinada por la suma de las fuerzas desarrolladas por el eje delantero y trasero del vehículo:

$$F_{max} = F_{f,d} + F_{f,t} \quad \text{Ec. 4.6.}$$

#### 4.12.6. FUERZAS EXISTENTE EN LAS FRENADAS EN CURVA

Los neumáticos son el componente más significativo de todo el vehículo, el resto de la moto se debe diseñar en función de los neumáticos que se hayan elegido como óptimos para lo que se desea de la moto, la elección de los éstos determina la anchura de la llanta, el tamaño de los frenos,

horquillas, tijas, basculantes, recorrido de la cadena (y por lo tanto, afectará también probablemente a la instalación del motor).

Los neumáticos pueden flexionar en sentido vertical, hacia arriba y hacia abajo, efecto que junto con la compresión en la superficie de rodamiento, actúan en serie con la suspensión. Dado que el neumático es una especie de amortiguador y que soporta las mismas cargas que la suspensión, los dos elementos se deben ajustar simultáneamente: al cambiar el neumático.

Cabe recalcar que los perfiles de los bordes del neumático mantienen cierta rigidez incluso con el neumático deshinchado.

Al existir dos fuerzas actuando sobre la rueda en la curva ( $F_f$  y  $F_c$ ), se crea una fuerza combinada que se denomina ( $FR$ )

$$FR = (\sqrt{F_f^2 + F_c^2}) \leq A \quad \text{Ec. 4.7.} \quad A = P_1 * \mu \quad \text{Ec. 4.8.}$$

Si esta fuerza resultante es menor o igual al radio de adherencia ( $A$ ), el vehículo no derrapa. Si es mayor se produce el derrape.

#### 4.12.7. FUERZAS DE FRICCIÓN O FRENADO

Con un momento de frenado se origina entre el neumático y la superficie de la calzada una fuerza de frenado  $F_b$  que, en el caso estacionario (sin acelerar la rueda), es proporcional al momento de frenado. El valor de la fuerza de frenado transmisible a la calzada (fuerza de fricción  $F_r$ ) es proporcional a la fuerza de contacto del neumático.

$$F_r = \mu_H F \cdot FN \quad \text{Ec. 4.9.}$$

El factor  $\mu_{HF}$  se llama coeficiente de adherencia, o coeficiente de fricción o adherencia. Este caracteriza la prioridad de los diferentes emparejamientos de los materiales neumático/calzada y todas las influencias a las que están expuestos estos emparejamientos.

El coeficiente de adherencia constituye por tanto una medida de la fuerza de frenado transmisible, que depende de:

- del estado de la calzada,
- del estado de los neumáticos,
- de la velocidad de marcha, y;
- de las condiciones de la atmósfera.

Del coeficiente de adherencia depende en qué medida puede ser activo el momento de frenado. Para neumáticos de motocicletas el coeficiente de adherencia alcanza sus valores máximos sobre la calzada seca y limpia; los más bajos, sobre el hielo. Estados intermedios como la calzada sucia reducen el coeficiente de fricción.

Datos para el cálculo de la fuerza de frenado ejercida en la motocicleta:

**Tabla 4.10. Coeficiente de adherencia  $u_{HF}$  de neumáticos sobre calzadas en diferentes estado, con distintos estados de los neumáticos y a diferentes velocidades**

Velocidad de marcha	Estado de los neumáticos	Carretera seca	Carretera mojada (altura del agua 0,2mm)	Lluvia intensa (altura del agua 1mm)	Charcos(altura del agua 2mm)	Helada (resbaladiza)
Km/h		$u_{HF}$	$u_{HF}$	$u_{HF}$	$u_{HF}$	$u_{HF}$
50	Nuevo	0,85	0,65	0,55	0,5	0,1
	Usado	1	0,5	0,4	0,25	o menor
90	Nuevo	0,8	0,6	0,3	0,05	
	Usado	0,95	0,2	0,1	0,0	
130	Nuevo	0,75	0,55	0,2	0	
	Usado	0,9	0,2	0,1	0	

**Fuente: Sistema de frenos convencionales y electrónicos Bosch**

Utilizando el coeficiente de adherencia (subrayado de color rojo ya que este se aproxima de mayor forma a las pruebas realizadas) procedemos hacer el cálculo de la fuerza de frenado.

Donde:

$\mu_{HF} = 0.85$  carretera seca condiciones normales

$F_n = 204$  kg motocicleta piloto

$$F_r = \mu_{HF} \cdot F_n$$

Reemplazando

$$F_r = 0.85(204 \text{ kg})\left(\frac{9.8m}{s^2}\right)$$

$$F_r = 1699.32 \text{ N}$$

#### **4.12.8.DISTANCIA DEL TIEMPO DE REACCIÓN**

Para prevenir la violencia del choque en una colisión es necesario saber también la distancia recorrida en un segundo o en tres cuartos de segundo, que es el tiempo que normalmente transcurre desde que el conductor observa un obstáculo hasta que pone el pie en el pedal (tiempo de reacción).

No olvidemos, sin embargo, que este tiempo no es igual en todas las personas, ni es igual siempre en la misma persona, pues depende de las circunstancias que lo rodean como son la fatiga, las preocupaciones, las bebidas alcohólicas etc., que lo prolongan más de lo normal.

**Tabla 4.11. Metros que aproximadamente se recorren en un segundo y en tres cuartos de segundo en las velocidades que también se citan:**

<b>Velocidad en km/h</b>	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	130	140	150
<b>Metros recorridos en 1seg</b>	5	8	11	14	17	20	22	25	28	33	36	39	42
<b>Metros recorridos en <math>\frac{3}{4}</math>seg</b>	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	26	28	30

Fuente:<http://www.oni.escuelas.edu.ar>

Una fórmula aproximada para saber los metros recorridos durante el tiempo de reacción de un segundo es multiplicado por tres la decena si circulamos a:

$$\frac{50km}{h} \quad 5 * 3 = 15metros$$

#### 4.12.9. DISTANCIA DE FRENADO

Distancia de frenado es el espacio que recorre desde que accionamos el freno hasta su detención total, la distancia de frenado depende de tres factores:

- de la carga del vehículo, si va cargado hay que eliminar más energía cinética y se prolonga la detención,
- de la adherencia, si ésta no es buena y las ruedas se bloquean la distancia de frenado se alarga.
- de la velocidad, según dijimos anteriormente, la energía cinética es proporcional al cuadrado de la velocidad.

Así, si a 50km/h la distancia de frenado es de 9 metros, a 80km/h, no será 18 metros, sino  $9 \times 5 = 45$  metros (esto sería cuatro veces más).

Esa distancia se alarga el doble si la adherencia no es buena ya sea por el estado de la calzada y/o por el estado de las llantas, y pueden ser hasta 10 veces mayores en calzadas muy deslizantes por hielo etc.

A continuación una tabla de distancia de frenado en función de la velocidad y calidad de la adherencia con una motocicleta en buen estado y el conductor en estado físico normal y tomando en cuenta la seguridad del piloto se estableció una velocidad máxima de 70km/h.

**Tabla 4.12. Distancia de frenado**

	Distancia del tiempo de reacción		Distancia de frenado		Distancia de detención con calzada seca		Distancia de detención con calzada húmeda	
	3/4 seg	1 seg	3/4 seg	1 seg	3/4 seg	1 seg	3/4 seg	1 seg
70	24	33	84	84	108	117	192	201
60	22	31	72	72	94	103	166	175
50	20	28	58	58	78	86	136	145
40	18	25	48	48	66	73	114	123

Fuente: <http://www.oni.escuelas.edu.ar>

La distancia de frenado se puede hallar con esta fórmula: velocidad en km/h elevada al cuadrado dividido por la cantidad constante de 170



$$d = \frac{\left(\frac{50km}{h}\right)^2}{170}$$

$$d = 14.7m$$

#### 4.12.10. DISTANCIA DE DETENCIÓN

La distancia de detención es la suma de la distancia recorrida durante el tiempo de reacción más la distancia de frenado.

Se compone pues, de dos factores y la suma de ambos da un resultado que se llama distancia de detención.

Esto depende:

- de la velocidad que circulamos,
- de la configuración de la calzada (llano, rampa, pendiente),
- de las condiciones meteorológicas y tipo de pavimento,
- del estado de los frenos,
- de la adherencia de los neumáticos, y del;
- tiempo de reacción del conductor.

Por eso es muy difícil establecer cifras exactas sobre la misma, un cálculo aproximado de la cifra de detención se puede obtener de la primera cifra de la velocidad por sí misma.

$$\frac{50km}{h} \text{ será } 5 * 5 = 25 \text{ metros}$$

### **4.13 DISEÑO GRUPO HIDRÁULICO**

El grupo hidráulico realiza las órdenes de la unidad de control y regula a través de las electroválvulas independientemente del conductor las presiones de los frenos de las ruedas. Constituye la unión hidráulica entre el cilindro principal y los cilindros de frenos de rueda, se encuentra en el centro de la motocicleta a fin de poder mantener cortas las tuberías hidráulicas a los cilindros de frenos delanteros y posteriores respectivamente.

#### **4.13.1 BOMBA DE RECIRCULACIÓN**

Los elementos de la bomba dispuestos en posición horizontal, se encuentran en la parte central del grupo hidráulico. En el lado opuesto de las electroválvulas se encuentra el motor eléctrico para el accionamiento de la bomba de recirculación.

El líquido de frenos que fluye de los cilindros de las ruedas cuando se reduce la presión lo impele la bomba de recirculación, a través de los acumuladores y de las cámaras amortiguadoras, de nuevo hacia el cilindro principal, constituyendo así la fuente de energía para la modulación de presión ABS.

#### **4.13.2. ACUMULADORES Y CÁMARA AMORTIGUADORA**

Los acumuladores y cámaras amortiguadoras se encuentran en la parte inferior del grupo hidráulico. Los acumuladores ofrecen cabida pasajeramente al líquido de freno resultante repentinamente de la reducción de presión. Las cámaras amortiguadoras absorben las oscilaciones de presión provocadas pero las cámaras de émbolos de la

bomba en el sistema hidráulico disminuyen así las repercusiones en la maneta y pedal del freno, además efectúan una reducción del ruido.

#### **4.13.3 ELECTROVÁLVULAS**

En la parte superior del grupo hidráulico se encuentran tres o cuatro parejas de electroválvulas 2/2 (válvulas de entrada AD y las válvulas de salida ES) para este caso el ABS posee 2 pares de válvulas.

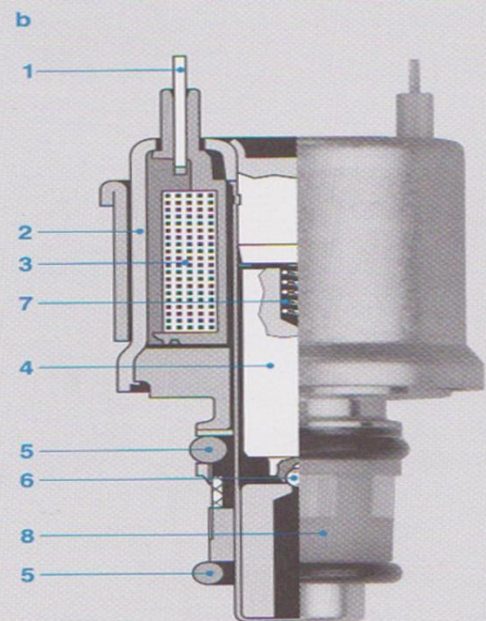
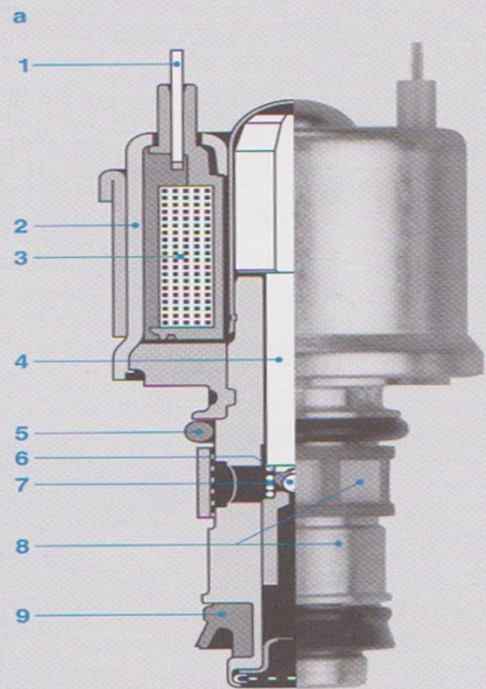
Las dos electroválvulas tanto de entrada como de salida tienen dos conexiones hidráulicas y dos posiciones de conmutación. Las válvulas de entrada establecen la comunicación entre el cilindro principal y el cilindro de freno de la rueda, cuida así de que se aumente la presión. La válvula de salida establece la comunicación entre el cilindro de freno de rueda y la bomba de recirculación. Mediante una activación correspondiente, también con estas válvulas se pueden generar los tres estados de modulación de la presión posible de las electroválvulas 3/3, a saber:

- aumento de la presión
- mantenimiento de la presión
- disminución de la presión

Para cada freno de rueda, también en este grupo hidráulico, una válvula de retención dispuesta en paralelo a la válvula de entrada proporciona una rápida reducción de la presión.

Adicionalmente a la acción de las cámaras amortiguadoras, mediante una modulación de impulsos en duración (señal MID de las electroválvulas 2/2 se puede lograr una modificación de la presión en los cilindros de freno de rueda. Ajustada a las necesidades, con un aumento del confort en lo que se refiere a ruidos excitación y oscilaciones de los ejes, así como a la reacción sobre el pedal.

3 Electroválvulas 2/2 (sección parcial).



**Figura 3**  
 a Válvula de entrada (abierta sin corriente)  
 b Válvula de salida (cerrada sin corriente)

1 Conexión eléctrica  
 2 Cuerpo (cierre magnético)  
 3 Bobina (arrollamiento)  
 4 Inducido de válvula  
 5 Anillo obturador  
 6 Bola de válvula  
 7 Muelle de válvula  
 8 Filtro  
 9 Guarnición de la válvula de retención

Fuente: Sistemas de frenos convencionales y eléctricos Bosch  
 Figura: 4.9. Electroválvulas

#### 4.13.4 CÁLCULOS DE LA PRESIÓN DE LA BOMBA DE FRENOS DELANTERA Y POSTERIOR.

Las dimensiones de la bomba de freno delantero y posterior para los cálculos de la fuerza aplicada y de la presión es el diámetro  $d_1$ , que a veces viene marcado en el cuerpo del cilindro. La superficie de su sección  $A_1$  es:

$$A_1 = \pi \cdot d_1^2 / 4 \quad \text{Ec. 4.10.}$$

La presión  $p$  que se genera sobre el líquido por la fuerza  $F_1$  es:

$$p = F_1 / A_1 \quad \text{Ec. 4.11.}$$

La presión actúa sobre el pistón del cilindro esclavo, para generar otra fuerza  $F_2$  de tal manera que:

$$F_2 = p \cdot A_2 \quad \text{Ec. 4.12.}$$

ó

$$F_2 = F_1 \cdot A_2 / A_1$$

Donde  $A_1$ , es la superficie del pistón esclavo. Adviértase que este valor representa la superficie total de los pistones esclavos. Cuando solo existe 1, pero la pinza del freno se desliza sobre un eje para poner una pastilla fija en contacto con la parte opuesta del disco entonces la pinza actúa como pistón que acciona la pastilla fija.

En este caso,  $A_2 = \pi \cdot d_2^2 / 4$ , donde  $d_2$ , es el diámetro del pistón si la pinza tiene pares de pistones opuestos entre sí entonces  $A_2$  valdrá  $\pi \cdot d_2^2 / 4$ , donde  $n$  es el número de un pistón.

Datos para el cálculo de las fuerzas de cada uno de los cilindros.

**Tabla 4.13. Datos para cálculos de fuerza de los cilindros de freno**

DATOS	FUENTE
d1 = 20mm	Grupo de trabajo
d2= 30mm	Grupo de trabajo
F=111N	Motocicletas Chasis Jhon Robinson

**Fuente: Grupo de Trabajo**

Por diseño de fábrica las mordazas de frenos poseen un solo pistón de presión que impulsa las pastillas de freno. El efecto de la variación del juego de la palanca de la maneta sobre la presión hidráulica o igualdad de presión de la mano sobre la maneta es igual a 111N.

Cálculo:

Reemplazando de la ecuación

$$A1 = \pi \cdot (d1)^2 / 4$$

Tenemos que:

$$A1 = \pi \cdot (20mm)^2 / 4$$

Donde

$$A1 = 314.16 \text{ mm}^2$$

$$A1 = 0,00031416 \text{ m}^2$$

Reemplazando de la ecuación

$$A2 = \pi \cdot (d2)^2 / 4$$

Tenemos que:

$$A2 = \pi \cdot (30mm)^2 / 4$$

Donde:

$$A2 = 706.86$$
$$A2 = 0,00070686 \text{ m}^2$$

Reemplazando de la ecuación:

$$p = F1/A1$$

Tenemos que:

$$p = \frac{111N}{0,00031416\text{m}^2}$$

Donde

$$p = 353.323 \text{ kpas}$$

$p$ , representa la presión aplicada en el cilindro 1 de la maneta de frenos con una fuerza promedio  $F1$

Una vez obtenida la presión en el circuito precedemos al cálculo de la fuerza  $F2$  ejercida en el cilindro de la mordaza.

Utilizamos la ecuación:

$$F2 = F1 \cdot A2/A1$$

Reemplazando tenemos que:

$$F2 = \frac{111N \cdot 0,00070686 \text{ m}^2}{0,00031416\text{m}^2}$$

$$F2 = 249.7$$

#### **4.14. UNIDAD DE CONTROL**

Con la técnica digital se abren múltiples posibilidades para el control y la regulación de sistemas en la motocicleta, también de sistemas de seguridad de marcha. La unidad electrónica de control recibe las señales eléctricas de sensores, las evalúa y calcula las señales de activación para los elementos actuadores. Muchos factores de influencia se pueden integrar simultáneamente en los procesos de control y regulación, pudiendo hacerse así funcionar los sistemas de manera óptima.

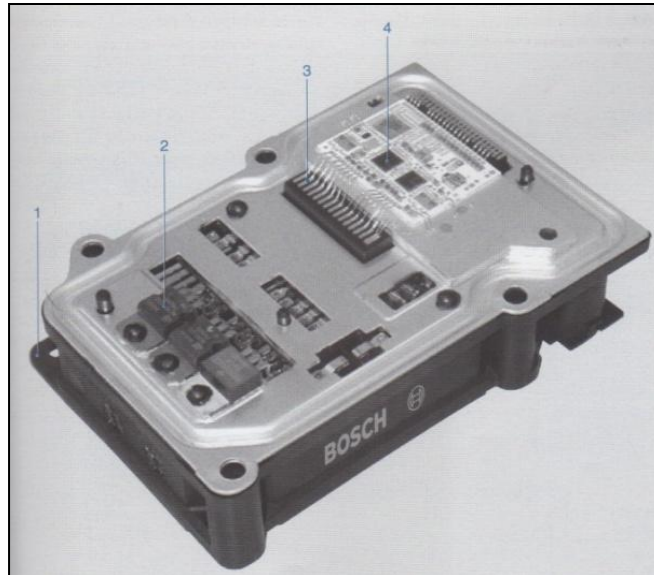
El programa se encuentra en uno o varios microcontroladores. Los componentes de la unidad de control se designan como “hardware”.

##### **4.14.1. ESTRUCTURA**

La palanca de circuitos impresos con los componentes electrónicos se encuentra dentro de una caja metálica o de plástico. Los sensores, actuadores y la alimentación de corriente están conectados a la unidad de control a través de un enchufe multipolar. Los pasos finales de potencia para la activación directa de los actuadores están integrados en la caja de la unidad de control de tal forma que se garantiza una muy buena disipación térmica hacia la caja del entorno.

Casi todos los componentes electrónicos están ejecutados en el modo SMD (Surface Mounted Device). Se aplica en medida en medidas crecientes unidades de control de técnica híbrida, en los que el circuito completo está estructurado sobre un substrato semiconductor. De ello se derivan ventajas, sobre todo en lo que se refiere al tamaño y la fiabilidad.





1. caja, 2. reles electrónicos, 3. conectores, 4. Circuito microhíbrido

**Fuente: Sistema de frenos convencionales y electrónicos bosch  
Figura 4.11. Estructura módulo ABS**

#### **4.14.2. PROCESAMIENTO DE DATOS**

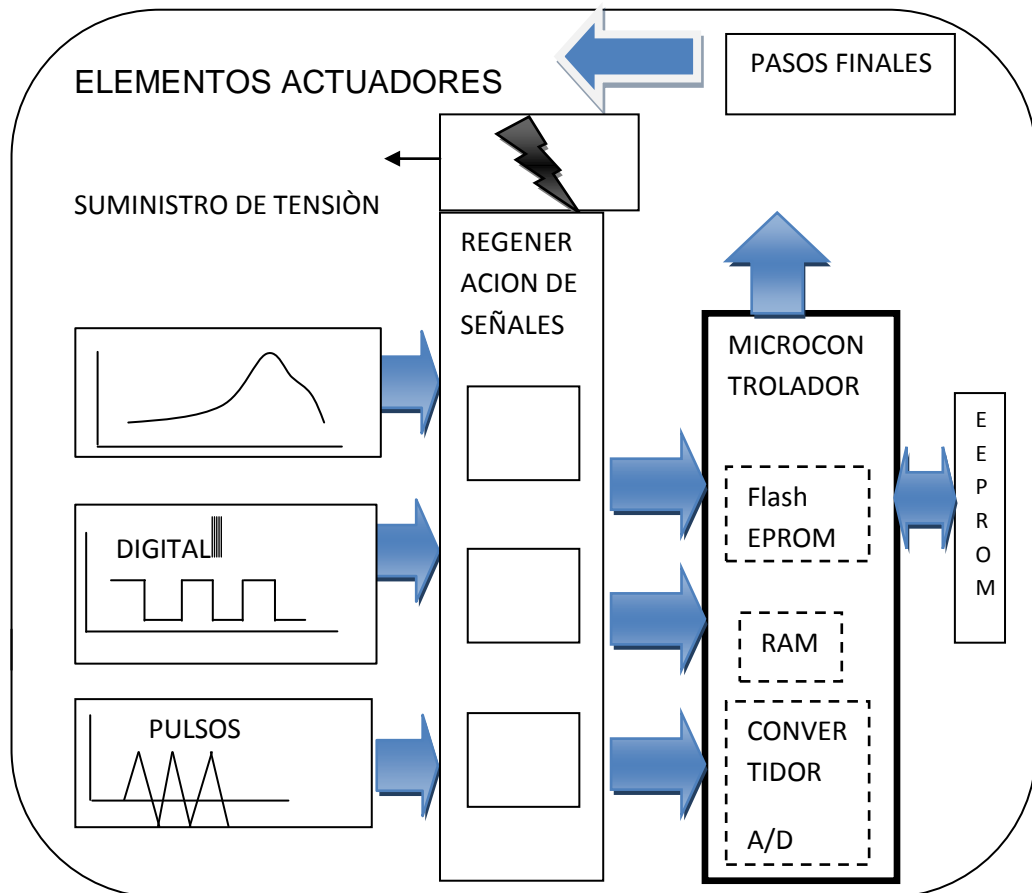
Los sensores junto a los actuadores constituyen como periferia el interface entre la motocicleta y la unidad de control como unidad de procesamiento.

Las señales eléctricas se conducen a la unidad de control a través de un mazo de cables conectados cada uno al pin correspondiente en la unidad de control, el cual es el receptor de las señales de entrada desde los sensores.

En este caso las señales de entrada son digitales y tienen dos estados “alto” “lógico 1” y “bajo” lógico 0”.

Las señales de entrada digitales son de conmutación (conexión /desconexión) o señales de sensores digitales como los impulsos de revoluciones del sensor activo de velocidad de rotación. Estas señales son procesadas directamente por el microcontrolador tomando como

referencia cambio de voltaje de 0 a 5 voltios el cual se observa en la figura 4.34 lectura con el osciloscopio.



Fuente: Grupo de trabajo  
 Figura 4.12. Esquema en bloques del procesamiento de datos

#### 4.14.3. MICROCONTROLADOR

El microprocesador necesita de un software para el cálculo. Este programa está almacenado en la memoria en forma de valores numéricos binarios, divididos en juegos de datos. El CPU lee estos valores, interpreta como órdenes y ejecuta estas una tras otra.

El programa está almacenado en una memoria de valores fijos ROM, EPROM o flash EPROM). Adicionalmente se almacenan en la memoria datos específicos de cada variante (datos individuales curvas y diagramas

característicos). Se trata de datos invariables que no pueden ser modificados durante el servicio del vehículo. La memoria de programa puede estar integrada en el micro controlador y según la aplicación puede estar ampliada con un componente separado.

**a. Memoria RAM** esta se encarga de almacenar todos los valores que vienen desde los sensores hacia la regeneración de señales hasta la memoria RAM y el microprocesador se encarga de ejecutar dicha acción hacia los elementos actuadores.

**b. Memoria flash-EPROM** designando a menudo como flash. Así se puede reprogramar la unidad de control en el taller de servicio al cliente sin tener que abrirla.

La unidad de control se conecta a la estación de reprogramación a través de un interface en serie, por razón de las ventajas que presenta, el flash EPROM está sustituyendo a la EPROM convencional.

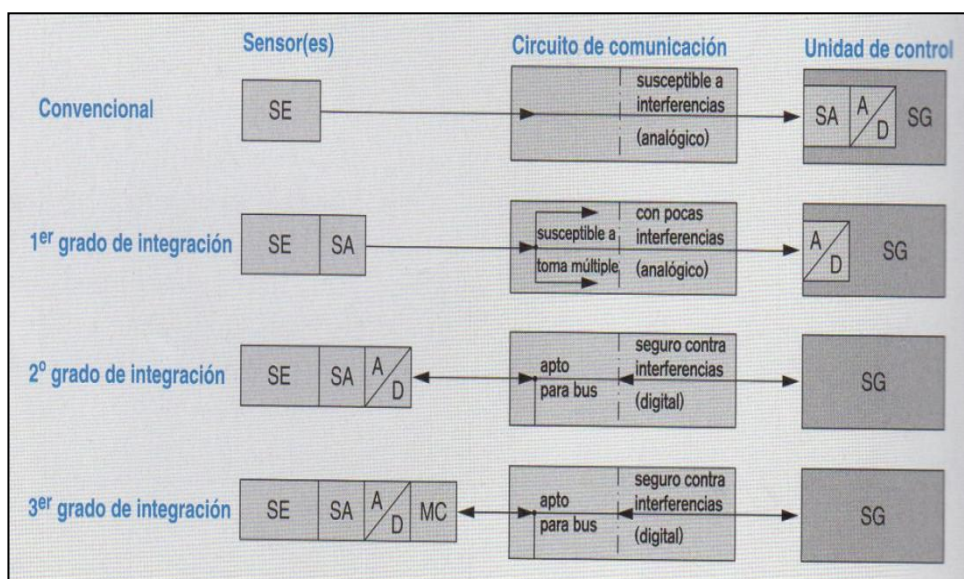
#### **4.14.4. SENSORES**

Los sensores y actuadores forman el interface entre el vehículo con sus completas funciones de impulsión, frenado, tren rodante y carrocería, y las unidades electrónicas de control con utilidades de procesamiento.

Por lo general hay un circuito de adaptación que prepara las señales para que puedan ser leídas por la unidad de control.

La preparación de señales, conversión analógico-digital, las funciones de autocalibración y un pequeño microordenador para el procesamiento de las señales pueden estar ya incorporados en el sensor, según el grado de integración. Esto tiene las siguientes ventajas.

- Se requiere un menor volumen de cálculos en la unidad de control.
- Un interface uniforme, flexible y apto para bus para todos los sensores.
- Aprovechamiento múltiple directo de un sensor a través del bus de datos.
- Registro de efectos de medición pequeños y
- Ajuste sencillo del sensor.

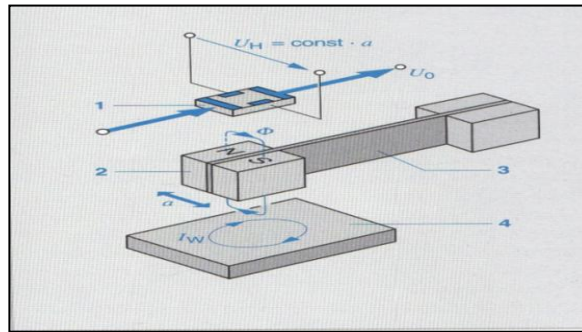


SE = sensor, SA= señales analógicas, A/D= convertidor analógico digital, SG=Unidad de control digital, MC= sistema electrónico

Fuente: Sistema de frenos convencionales y electrónicos bosch  
 Figura: 4.13. Esquemas funcionamiento de sensores

#### 4.14.5. SENSORES DE ACELERACIÓN DE EFECTO HALL

Los vehículos con este tipo de sistemas ABS, también disponen de una tracción integral o con el programa electrónico de estabilidad ESP disponen además de los sensores de velocidad de giro de las ruedas, un sensor de efecto hall para las mediciones longitudinal y transversal del vehículo.



1. sensor de efecto hall, 2.imán permanente3. Resorte 4.placa de amortiguación

$U_H$  tensión hall,  $U_0$  tensión de alimentación,  $I_w$  flujo magnético,  $a$  aceleración

Fuente: Sistemas de frenos convencionales y electrónicos BOSCH  
 Figura: 4.14. Partes del sensor de aceleración de efecto Hall

Al estar sujeto el sensor a una aceleración transversal al resorte, la posición de reposo del sistema cambia. Su desplazamiento es un parámetro específico de aceleración, el flujomagnético  $F$  ocasionado por el movimiento del imán genera una tensión hall  $U_H$  en el sensor de efecto hall. La tensión de salida  $U_A$  resultante de ello y procedente de la electrónica el sensor está concebido para un reducido ancho de banda de algunos Hz y posee una amortiguación electrodinámica.

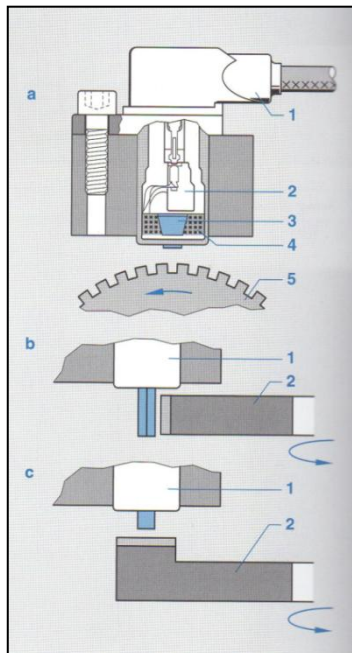
#### 4.14.6. SENSORES DE VELOCIDAD DE GIRO DE LAS RUEDASESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO

El sensor de velocidad, la espiga polar del sensor inductivo de velocidad de rotación que está rodeada de un arrollamiento se encuentra directamente sobre la corona generadora de impulsos, fijamente unida con el cubo de la rueda.

La espiga polar de magnetismo está unida con un imán permanente, cuyo campo magnético llega hasta la corona generadora de impulsos penetrando en ella. A causa de la alternancia permanente entre los

dientes y los entredientes, el giro de la rueda ocasiona la variación del flujo magnético dentro de la espiga polar y por consiguiente también dentro del arrollamiento que la rodea, la variación del campo magnético induce en el arrollamiento una tensión alterna, que se toma en cada extremo del bobinado, cuando la rueda esta parada, la tensión inducida es igual a cero.

El sensor de velocidad de giro y la rueda de impulsión están separados por un entrehierro de aproximadamente 1mm, las unidades de control del sistema del ABS derivan la velocidad de rotación de las ruedas para impedir el bloqueo o el patinaje para asegurar así la estabilidad y dirigibilidad de la motocicleta a partir de estas señales los sistemas de navegación calculan la distancia recorrida.



a. espiga polar b.- espiga polar en forma de rombo c. espiga polar redonda  
 toma axial  
 1. caja conexión eléctrica 2. imán permanente 3. núcleo de hierro 4.  
 arrollamiento  
 5. corona generadora de impulsos

Fuente: Sistemas de freno convencionales y electrónicos Bosch  
 Figura 4.15. Partes del sensor de velocidad de rueda

## **4.15. IMPLEMENTACIÓN DE LAS BASES PARA LA RUEDA FÓNICAS O ROTORES**

### **4.15.1 CORTE, LIMADO**

El hierro gris es uno de los materiales ferrosos más empleados, su nombre se debe a la apariencia de su superficie al romperse. Esta aleación ferrosa contiene en general más de 2% de carbono y más de 1% de silicio, además de manganeso, fósforo y azufre.

Una característica distintiva del hierro gris es que el carbono se encuentra en general como grafito, adoptando formas irregulares descritas como “hojuelas”.

Este grafito es el que da la coloración gris a las superficies de ruptura de las piezas elaboradas con este material.

Las propiedades físicas y en particular las mecánicas varían dentro de amplios intervalos respondiendo a factores como la composición química, rapidez de enfriamiento después del vaciado, tamaño, espesor de las piezas, práctica de vaciado, tratamiento térmico, parámetros microestructural como la naturaleza de la matriz, la forma y tamaño de las hojuelas de grafito.

Por ello el material es el ideal para las ruedas fónicas las ruedas fónicas son cortadas según el diámetro necesario para cada rueda tanto posterior como delantera y estas a su vez son espernadas en cada rueda para que estas estén fijas y no afecte a la rueda dentada ni al sensor ya que esta gira a altas revoluciones y puede ocasionar grandes daños.

**Tabla: 4.14. Propiedades físicas medias de los metales más comunes**

METALES	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	COEFICIENTE DE DILATACIÓN LINEAL {μm/(m.°C)}	LIMITE DE PROPORCIONALIDAD D (MPa) <sup>2</sup>		RESISTENCIA ÚLTIMA (MPa)			MODULO DE ELASTICIDAD (GPa)		ELONGACIÓN % (en 50mm)
			Tensión Cortante	Tensión Compr.	Tensión Cortante	Tensión Compr.	E	G		
Acero 0.2% carbono, laminado en caliente	7850	Varia de 11.0 a 13.2	240	150	410	b	310	200	80	35
0.2% carbono, laminado en frío	7850		420	250	550	b	420	200	80	18
0.6% carbono, laminado en caliente	7850	El valor medio es 11.7	420	250	690	b	550	200	80	15
0.8% carbono laminado en caliente	7850		480	290	830	b	730	200	80	10
Fundición gris	7200	10.8	c	d	140	520	d	100	40	Pequeño
Fundición maleable	7200	11.9	250	160	370	b	330	170	90	18
Hierro forjado	770	12.1	210	130	350	b	240	190	70	35
Aluminio fundido	2650	23.1	60		90	b	70	70	30	20
Aluminio aleación 12ST	2700	23.1	220	150	390	b	220	71	30	
Latón, laminado (70%Cu) (30%Zn)	8500	18.7	170	110	380	b	330	100	40	30
Bronce, fundido	8200	18.0	140		230	390		80	35	10
Cobre, estirado	8800	16.8	260	160	380	b		120	40	4

**Fuente: Singer. Resistencia de Materiales**

Notas:

A.- El límite de proporcionalidad y el módulo elástico, a compresión, pueden tomarse los mismos que a tensión, excepto la fundición o hierro fundido cuyo límite de proporcionalidad es aproximadamente 180 MPa.

B.- Como resistencia última a compresión en materiales dúctiles puede tomarse el punto de cedencia o fluencia es ligeramente superior al límite de proporcionalidad de tensión.

C.- Aproximadamente vale 40 MPa

D.- La fundición falla por tensión diagonal.





Fuente: Grupo de trabajo  
 Figura 4.16. Base rueda fónica delantera



Fuente: grupo de trabajo  
 Figura 4.17. Base rueda fónica trasera

**Tabla 4.15. Dimensiones de las bases de las ruedas fónicas**

DIMENSIONES	BASE DELANTERA	BASE POSTERIOR
Diámetro exterior	150mm	150mm
Diámetro interior	6.5mm	6.5mm
Espesor	4mm	4mm
Peso	600gr	600gr

Fuente: Grupo de trabajo

Se utilizó hierro fundido para las bases fónicas tanto delantera como trasera ya que al ser fácil de maquinar en el torno solo servirán como soporte de dichas ruedas y no estarán sometidas a grades esfuerzo ni de torsión ni de corte, tan solo los de las vibraciones que se producen entre el suelo hacia la motocicleta, las cuales son mínimas, (Ver Anexo B).

#### 4.15.2. PERNOS

El perno o espárrago es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, normalmente hecha de acero o hierro. Está relacionada con el tornillo pero tiene un extremo de cabeza redonda, una parte lisa, y otro extremo roscado para la chaveta, tuerca, o remache, y se usa para sujetar piezas en una estructura, por lo general de gran volumen.

**Tabla: 4.16. Roscas Estándar para Tornillo**

UNC y 4 UN  
A.S.A. B1.1—1960

Según el manual del Instituto Americano de la Construcción en Acero.

Tamaño nominal (diámetro mayor básico)  
 No. de roscas por pulgada ( $n$ )  
 Símbolo para la serie de la rosca  
 Símbolo de la rosca  
 Rosca izquierda;  
 no se requiere símbolo  
 para rosca derecha.

Designaciones Estandar

Diámetro		Area		Roscas por plg. $n^*$	Diámetro		Area		Roscas por plg. $n^*$
$D$ Principal básico	$K$ a la Raíz	$A_D$ Bruta	$A_K$ en la Raíz		$D$ principal básico	$K$ a la Raíz	$A_D$ Bruta	$A_K$ en la Raíz	
plg.	plg.	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>		plg.	plg.	lb/plg <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>	
$\frac{1}{4}$	.135	.049	.027	20	$2\frac{3}{4}$	2.425	5.940	4.62	4
$\frac{3}{8}$	.294	.110	.068	16	3	2.675	7.069	5.62	4
$\frac{1}{2}$	.400	.196	.126	13	$3\frac{1}{2}$	2.925	8.296	6.72	4
$\frac{5}{8}$	.507	.307	.202	11	$3\frac{3}{4}$	3.175	9.621	7.92	4
$\frac{3}{4}$	.620	.442	.302	10	4	3.425	11.045	9.21	4
$\frac{7}{8}$	.731	.601	.419	9	4	3.675	12.566	10.6	4
1	.838	.785	.551	8	$4\frac{1}{2}$	3.925	14.186	12.1	4
$1\frac{1}{8}$	.939	.994	.693	7	$4\frac{3}{4}$	4.175	15.904	13.7	4
$1\frac{1}{4}$	1.064	1.227	.890	7	$4\frac{3}{4}$	4.425	17.721	15.4	4
$1\frac{3}{8}$	1.158	1.485	1.05	6	5	4.675	19.635	17.2	4
$1\frac{1}{2}$	1.283	1.767	1.29	6	$5\frac{1}{4}$	4.925	21.648	19.1	4
$1\frac{3}{4}$	1.490	2.405	1.74	5	$5\frac{1}{2}$	5.175	23.758	21.0	4
2	1.711	3.142	2.30	$4\frac{1}{2}$	$5\frac{3}{4}$	5.425	25.967	23.1	4
$2\frac{1}{4}$	1.961	3.976	3.02	$4\frac{1}{2}$	6	5.675	28.274	25.3	4
$2\frac{1}{2}$	2.175	4.909	3.72	4					

\*Para diámetros principales básicos desde 1/4 plg. hasta 4 plg. la serie de la rosca es UNC (gruesa); para diámetros de 4 1/4 plg. y mayores, la serie de la rosca es 4UN.

Fuente: Grupo de Trabajo

Para la fijación de las bases de las ruedas con las ruedas fónicas se utilizó pernos avellanados de rosca (3 1/4) de pulgada, ya que el poseer cabezas de forma cónica estas proporciona mejor agarre y al ser emperrados la cabeza del perno y la superficie de las bases de las ruedas están al mismo nivel.



**Fuente: Grupo de trabajo**  
**Figura 4.18. Pernos de fijación entre base y rueda fónica delantera**



**Fuente: Grupo de trabajo**  
**Figura 4.19. Fijación entre base y rueda fónica posterior**

#### 4.16. UBICACIÓN DEL HIDROGRUPO EN LA MOTO

Al ser el hidrogupo y el MCE (Módulo de Control Electrónico) un solo cuerpo, es necesario que el mismo se encuentre en un lugar donde el calor que produce la pipa o tubo de gases de escape y el calor que produce el trabajo del pistón, no alcancen al módulo, ya que dentro de éste existen elementos electrónicos que pueden reaccionar o deteriorarse con el calor.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.20. Alojamiento del hidrogupo

El lugar escogido para ubicar el hidrogupo fue a un lado del depurador, debajo del asiento del conductor, en el medio del neumático trasero y el neumático delantero. Fue tomando en cuenta también que a un lado de este espacio se encuentra la batería, lo que facilita las conexiones eléctricas y electrónicas.

#### 4.17. DISEÑO DE LA BASE SOPORTE DEL HIDROGRUPO

El hidrogupo en su parte lateral derecha (visto con la bomba de frente) posee un perno de 3/16 de pulgada, al igual que en su parte inferior.

Para el diseño de la base del hidrogupo se utilizó como material el aluminio por ser fácil de cortar, doblar, perforar, su vez fue sujetado por su parte superior al marco de la motocicleta y por su parte lateral izquierda al soporte de la batería.

Se trata de un metal ligero, con una densidad de  $2700 \text{ kg/m}^3$ , y con un bajo punto de fusión ( $660 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Mecánicamente es un material blando y maleable. En estado puro tiene un límite de resistencia en tracción de  $160\text{-}200 \text{ N/mm}^2$  ( $160\text{-}220 \text{ MPa}$ ). Todo ello le hace adecuado para la fabricación de cables eléctricos y láminas delgadas, pero no como elemento estructural. Se utilizó como base para sostener el hidrogupo del ABS, también por ser material blando se hace fácil de cortar y perforar para la entrada de los pernos que ajustan el hidrogupo con la base del AB, (Ver Anexo B).



**Fuente: Grupo de trabajo**  
**Figura 4.21. Base del Hidrogupo**



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.22. Alojamiento de conjunto base e hidrogupo

#### 4.18. SELECCIÓN DE CAÑERÍAS Y NEPLOS

El sistema hidráulico consta de cuatro electro válvulas por lo que requiere de un acople por cada uno con su respectiva cañería. Los acoples son hechos de bronce y posee una rosca de 3/16 pulg., las cañerías son de cobre con un diámetro de 3/16 pulg., correspondiente a este tipo de neplos.

Las cañerías de cobre, se utilizó para la adaptación de los frenos ya que la motocicleta posee en su gran mayoría solo mangueras y eso complica la adaptación del sistema. Es necesario este tipo de cañería por la resistencia, presión y consistencia al frenar por tener mayor estabilidad esta no se mueve con facilidad en el frenado. Los neplos son necesarios al momento del ensamblaje en el módulo, las mordazas ya poseen rosca, esta tiene un diámetro adecuado.

Tanto el cobre como sus aleaciones tienen una buena maquinabilidad, es decir, son fáciles de mecanizar. El cobre posee muy buena ductilidad y maleabilidad lo que permite producir láminas e hilos

muy delgados y finos. Es un metal blando, con un índice de dureza 3 en la escala de Mohs (50 en la escala de Vickers) y su resistencia a la tracción es de 210 MPa, con un límite elástico de 33,3 MPa.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.23.Neplos de cañerías

#### 4.19. MANGUERAS

La motocicleta está compuesta de tres partes estructurales la horquilla o amortiguador delantero, amortiguador posterior y marco o chasis de la moto. Es por esto que se utilizan mangueras debido a que estas poseen una gran flexibilidad y es poco probable que se partan o se fisuren por las oscilaciones de los amortiguadores.

Las mangueras del freno delantero van desde el cilindro de la bomba de freno delantero hacia la cañería de la electroválvula de entrada y otra mangueras desde la mordaza del freno delantero, hacia la cañería de la electroválvula de salida.

Para el freno posterior va desde cilindro secundario de la bomba de freno una cañería hacia la electroválvula de entrada y una mangueras desde la cañería de la válvula de salida hacia la mordaza.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.24. Manguera de freno posterior



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.25. Manguera de freno delantero

#### **4.20. JUNTAS, ACOPLER y SOLDADURA**

Los procesos de soldadura y corte se pueden controlar con facilidad. Es posible completar una diversidad de tareas haciendo uso de técnicas específicas por ejemplo, soldadura blanda, soldadura fuerte, soldadura por fusión, corte y perforación. Puede obtenerse una escala amplia de



graduación de calor y el equipo se ensambla rápidamente y es fácil de operar.

Los métodos con corte con oxígeno incluyen aquellos procesos en los que el corte o la eliminación se realizan por la combustión apropiada de un gas combustible con oxígeno para dar lugar a la reacción química rápida. Los gases combustibles representativos son acetileno, propano gas, gas natural (metilacetileno-propadieno). Se requiere que la temperatura sea elevada y el oxígeno en absoluta pureza.

Esta soldadura es el más aconsejable para este tipo de trabajos ya que el electrodo para unir la cañería con los acoples son solo varillas de hierro que al entrar con el calor de la flama se funden y se procede a la unión de los elementos a ser soldados.

El electrodo debe cerrar herméticamente la soldadura entre estos dos elementos ya que al haber algún lugar en donde no se esté bien sellado en el momento de utilizar el freno existirá una pérdida de líquido hidráulico lo que causara fallas en el frenado y al entrar aire al circuito este podría averiar el hidrogupo del ABS.



**Fuente: Grupo de trabajo**  
**Figura 4.26. Acoples de manguera**

Los acople originales a igual que los neplós son de 3/16 pulg., pero su cabeza es redonda. Por lo que con el uso del esmeril se las desbastó hasta conseguir una forma cuadrada para poder enroscarse en el nepló de las cañerías utilizando una llave de boca 14mm.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.27. Conjunto manguera y acoples



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.28. Unión manguera y cañería

#### 4.21. COLOCACIÓN DE SENSORES DE VELOCIDAD

Los sensores de velocidad según el fabricante deben estar en un rango de separación con la rueda afónica (0.4 ~ 1.6) mm.

De encontrarse los sensores fuera de este rango se originaran desfases en las ondas emitidas por los mismos hacia el modulo del ABS por consiguiente las respuestas del sistema no será eficaz lo que produce que el frenado no se realice de manera correcta. A su vez también es muy importante tener en cuenta que las ruedas fónicas deber estar siempre libre de impurezas entre sus ranuras para no crear interferencia al momento en la lectura del sensor en el frenado.



Fuente: Grupo de trabajo

Figura: 4.29. Holgura entre sensor y rueda fónica sensor delantero

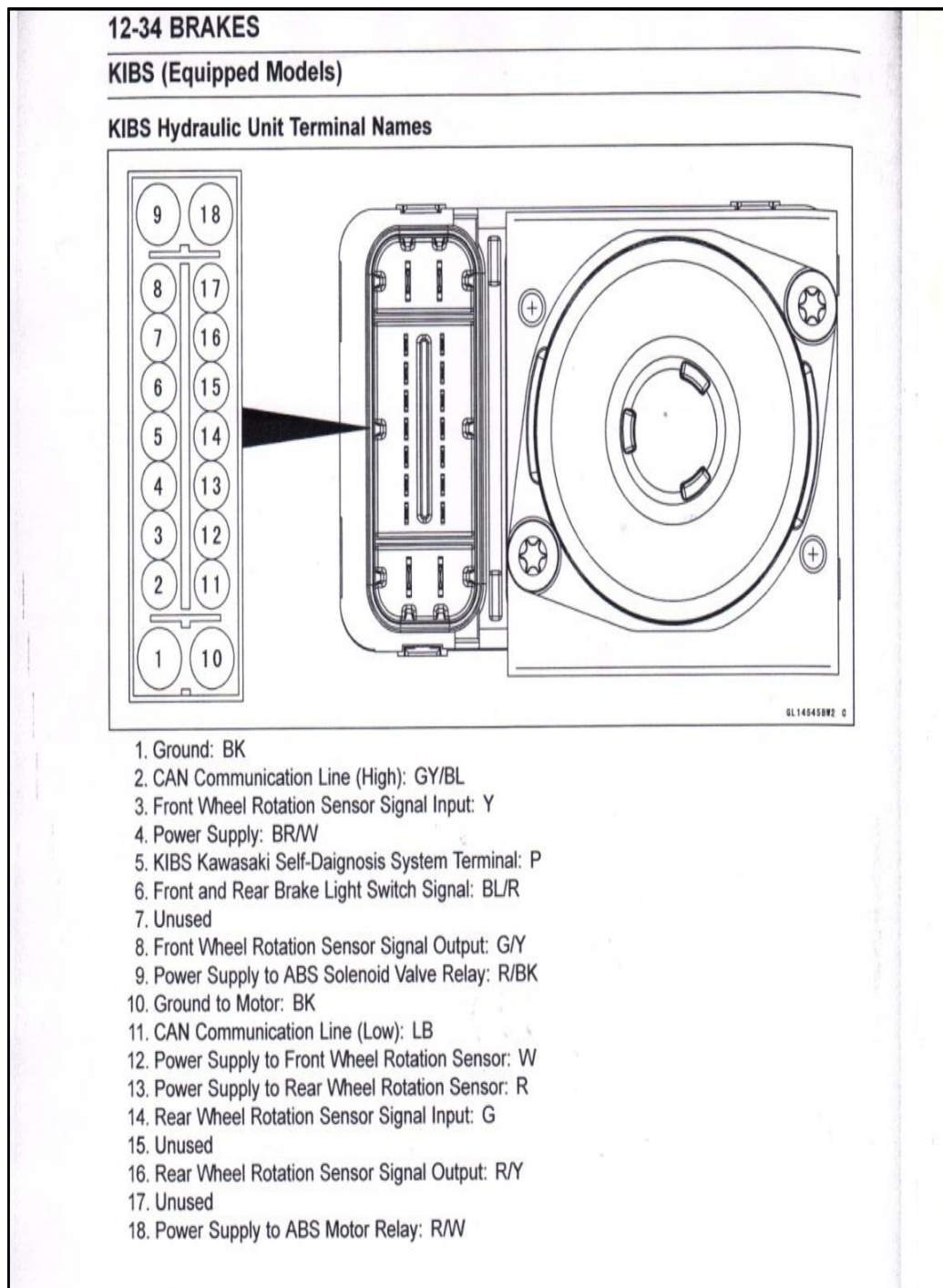


Fuente: Grupo de trabajo

Figura: 4.30. Holgura entre sensor y rueda fónica sensor posterior

## 4.22. CONEXIONES ELECTRÓNICAS

### 4.22.1. Terminales de Conexión del Módulo Hidráulico



**Fuente: Manual Kawasaki ZX-10R**  
**Figura 4.31. Diagrama de conexión modulo ABS**

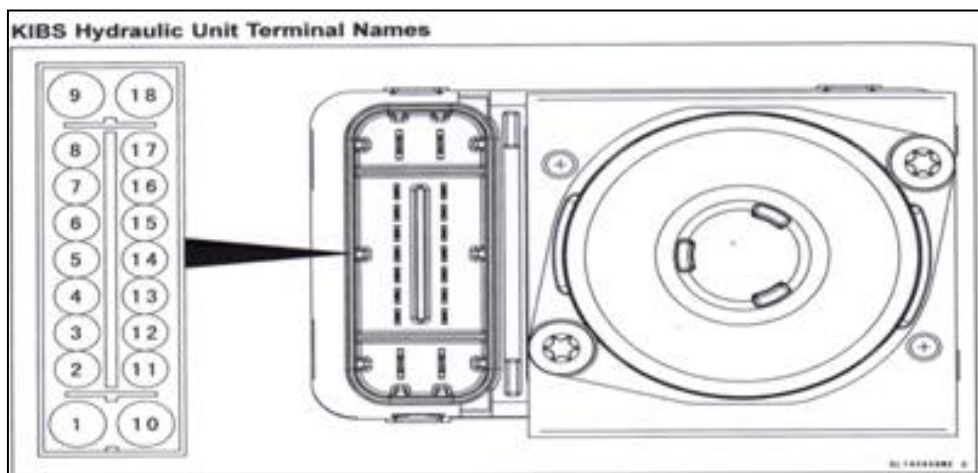
#### 4.22.2. CONEXIÓN DE LOS SENSORES DE VELOCIDAD AL MÓDULO ELECTRÓNICO

Al no poseer un arnés y conector se procedió a soldar los pines del sensor a los cables de conexión.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.32. Soldadura entre cables y terminales del sensor

Tomando como referencia los números indicadores correspondiente del manual de los pines de conexión procedemos a la instalación del sensor de velocidad posterior y delantero.

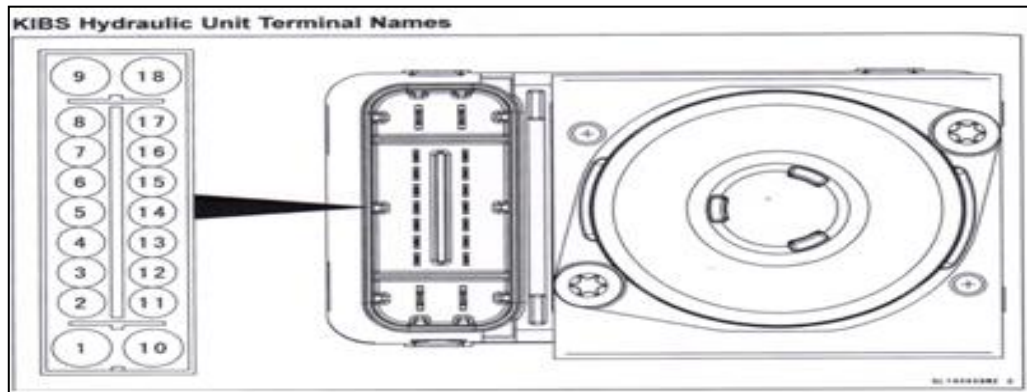


3. Señal de Entrada del Sensor (B/N/R), 6. Señal de la luz de Switch (B),  
14. Señal de entrada del sensor posterior (B/N/R).

Fuente: Manual Kawasaki  
Figura 4.33. Conexión de pines del sensor

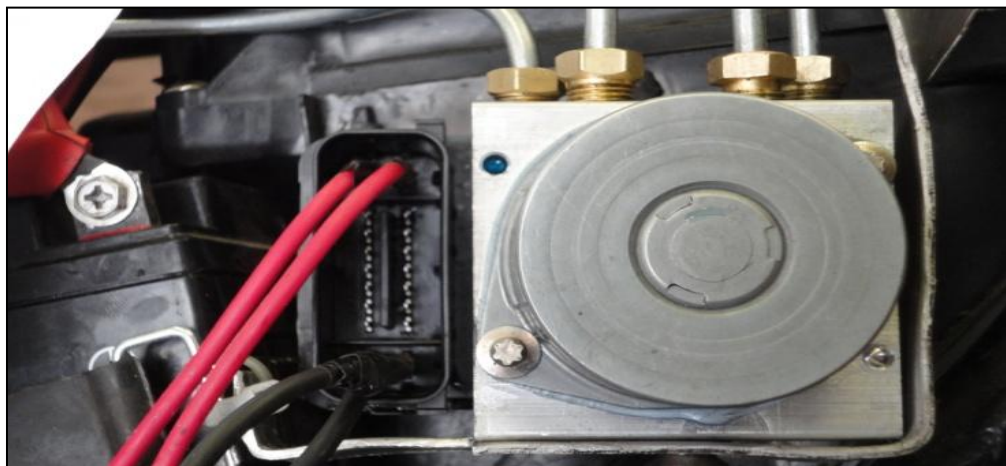
### 4.22.3. CONEXIONES DE ALIMENTACIÓN Y MASA

Al igual que a los sensores tomamos como guía a los pines de conexión del módulo.



Fuente: Kawasaki

Figura 4.34. Esquema para conexión de pines



Fuente: Grupo de trabajo

Figura 4.35. Conexión de pines

1. Masa,(N)(86 relay),4.Positivo de batería(R)(87 relay),9.Positivo de batería hacia válvulas electroválvulas (R)(87 relay), 10. Masa (N)(86 relay), 12.Positivo de batería hacia alimentación sensor delantero (B/R)(87 relay),13 positivo de batería hacia alimentación sensor posterior (B/R)(87 relay), 18 positivo de batería hacia motor ABS(R)(87 relay).

## 4.23. CONEXIONES ELÉCTRICAS

### 4.23.1. CONEXIÓN RELAY

Para protección del módulo ante cualquier anomalía eléctrica se utilizó un relé de 12 V y 30 A



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.36. Relay

El conector del relay nos facilita la conexión entre este con la batería el testigo del encendido y apagado del ABS y la conexiones de las tomas de energía del módulo del ABS



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.37. Relay y conector

#### 4.23.2. TESTIGO DE FUNCIONAMIENTO

Para saber que el sistema de frenos esté funcionando correctamente y a la vez estar seguro del funcionamiento en sí.

#### 4.24. SEÑALES DEL OSCILOSCOPIO

Para obtener el diagrama en el osciloscopio, colocar el cable negativo del osciloscopio al terminal negativo del cable del sensor y el segundo el cable del osciloscopio hacia la señal positiva del sensor.

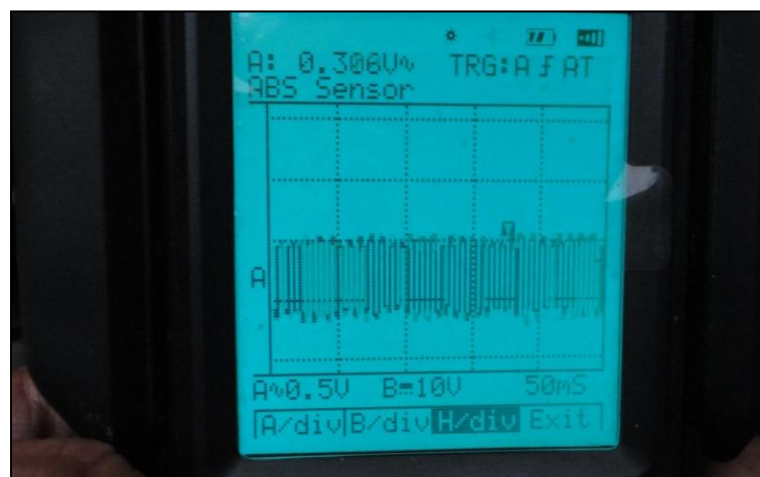
##### 4.24.1. CONDICIONES DE VERIFICACIÓN

**TABLA 4.17. Parámetros para lectura con el osciloscopio**

Condiciones de verificación	Valores de señal
Motor en Marcha	2000 rpm
Voltaje de señal	5v

Fuente: Grupo de trabajo

La foto muestra la variación de tensión entre los terminales al girar la rueda, para un régimen de 2000 rpm.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.38. Lectura osciloscopio



#### **4.25. PRUEBAS**

Para determinar el funcionamiento correcto del sistema de frenos ABS que se implementó en la motocicleta fue necesario realizar pruebas donde se especifican datos de recorrido y de tiempo cuando el sistema de frenos ABS está en funcionamiento.

Para precautelar la seguridad del piloto las pruebas se realizaron a una velocidad máxima de 70 km/h y en condiciones climáticas normales sobre asfalto seco.

Al momento de realizar el frenado de la motocicleta, se lo realiza apretando primero el pedal de freno de la rueda trasera y posterior a su frenado se realiza lo mismo con la maneta de freno de la rueda delantera para su total detención.

##### **4.25.1 PRUEBAS DE FRENADO SIN ABS**

Los valores obtenidos en el tiempo no son totalmente exactos ya que este depende mucho de la percepción de la persona que está utilizando el cronómetro.

En este caso se lo realizó en base a la velocidad como en el tiempo y el recorrido de la motocicleta, para saber el momento exacto del inicio de la frenada para accionar el cronómetro y de esta misma manera para detenerlo al final de la misma.

**Tabla: 4.18. Prueba de Frenado sin ABS**

<b>VELOCIDAD (km/h)</b>	<b>TIEMPO (seg)</b>	<b>RECORRIDO (m)</b>
70	1.44	8.65
60	1.38	7.22
50	1.26	6.44
40	1.08	4.78
30	0.54	2.54
20	0.37	1.44
10	0.22	0.78

**Fuente: Grupo de Trabajo**

#### **4.25.2 PRUEBAS DE FRENADO CON ABS**

Los valores de tiempo y recorrido entre la prueba de frenado sin frenos ABS y con frenos ABS varía significativamente en velocidades un poco más altas y dependiendo de la brusquedad con que se presionen el pedal y la maneta de frenos.

Para velocidades bajas la percepción del uso de los frenos ABS es casi nula ya que normalmente cuando se viaja a estas velocidades casi siempre no se dan situaciones en las que se tenga que pisar o presionar el freno con brusquedad y la reacción del mismo es inmediata, este caso se da más en velocidades de 10 a 20 km/h.

**Tabla: 4.19. Pruebas de Frenado con ABS**

<b>VELOCIDAD (km/h)</b>	<b>TIEMPO (seg)</b>	<b>RECORRIDO (m)</b>
70	1.36	7.98
60	1.25	7.00
50	1.00	5.88
40	0.54	3.77
30	0.39	2.04
20	0.28	1.26
10	0.24	0.75

**Fuente: Grupo de Trabajo**

#### 4.26. GUÍA MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS

**TABLA 4.20. Mantenimiento del sistema de frenos ABS**

<b>LÍQUIDO FRENOS</b>	Cambio de líquido cada 30km
<b>PASTILLAS FRENOS</b>	No debe superar los 4.5mm de espesor caso contrario reemplazarlas.
<b>MORDAZAS</b>	Cuando se requiera.
<b>MANGUERAS</b>	Verificar que no estén rotas y sin fisuras Caso contrario reemplazarlas.
<b>CAÑERÍAS</b>	Verificar que no estén dobladas más de 90 grados o que tengan fisuras caso contrario reemplazar.
<b>RUDA FÓNICA</b>	Constatar que no estén rotas en los espacios de las rejillas caso contrario reemplazar
<b>SENSORES DE LAS RUEDAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que no estén sucios los sensores</li> <li>• Que se encuentren entre 0.4 y 1.6mm de distancia de la rueda fónica</li> <li>• Verificar la onda de la señal de entrada que se encuentre en forma regular, caso contrario reemplazar el sensor.</li> <li>• Verificar continuidad entre los cables del sensor que va hacia el módulo electrónico, de no marcar continuidad cambiar el cableado.</li> </ul>
<b>CABLES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que no estén rotos.</li> <li>• Verificar que haya continuidad en todos los cables, caso contrario reemplazarlo.</li> </ul>
<b>UNIDAD HIDRÁULICA Y ELECTRÓNICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de que se apague el testigo del ABS en funcionamiento revisar el Relé caso contrario reemplazarlo.</li> <li>• Si el relé está en correcto funcionamiento realice los pasos anteriores desde la rueda afónica.</li> <li>• Si todos los pasos anteriores no presentan falla alguna reemplazar la Unidad Hidráulica y Electrónica del ABS</li> </ul>

**Fuente: Grupo de trabajo**

## **CAPÍTULO V**

### **5. MARCO ADMINISTRATIVO**

#### **5.1. RECURSOS**

Con el fin de desarrollar este proyecto de forma planificada, se plantea el presente capítulo con el cual se analizará el aspecto técnico-operativo del mismo para así comprender todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto de aquí que los recursos tanto humanos, tecnológicos y materiales son fundamentales para la puesta en marcha.

##### **5.1.1. RECURSOS HUMANOS**

Para realizar el proyecto de tesis titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS ABS PARA MOTOS”, lo más importante constituyó la tarea de nosotros, Jhonny Gramal y Braulio Mora, que desempeñamos el papel de investigadores. Así también se contó el asesoramiento del Ing. Germán Erazo designado como Director promovió la investigación científica y la puesta en marcha del proyecto y del Ing. José Quiroz que en calidad de Codirector facilitó el trabajo.

##### **5.1.2. RECURSOS TECNÓLOGICOS**

Los recursos materiales corresponden a todos los elementos físicos que fueron necesarios para la materialización del proyecto y estos son: Motocicleta, Hidrógrafo, sensores, ruedas fónicas manual de motocicleta Kawasaki Ninja ZX-10R ABS; entre los más representativos.

## 5.2. PRESUPUESTO

Para cumplir con la meta prevista, a continuación se muestra valores económicos junto con su asignación, que sirvieron como control financiero del proyecto, al mismo tiempo que generará una idea de la inversión que se realizó.

Al proponer un balance entre el gasto económico junto con los logros obtenidos, se observa que el proyecto titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS ABS PARA MOTOS”, ha cumplido con las expectativas pues constituye como material didáctico para los estudiantes de la ESPE-L, al mismo tiempo que sirvió como prueba de conocimientos adquiridos para los investigadores.

**Tabla 5.1. Detalle de costo del proyecto**

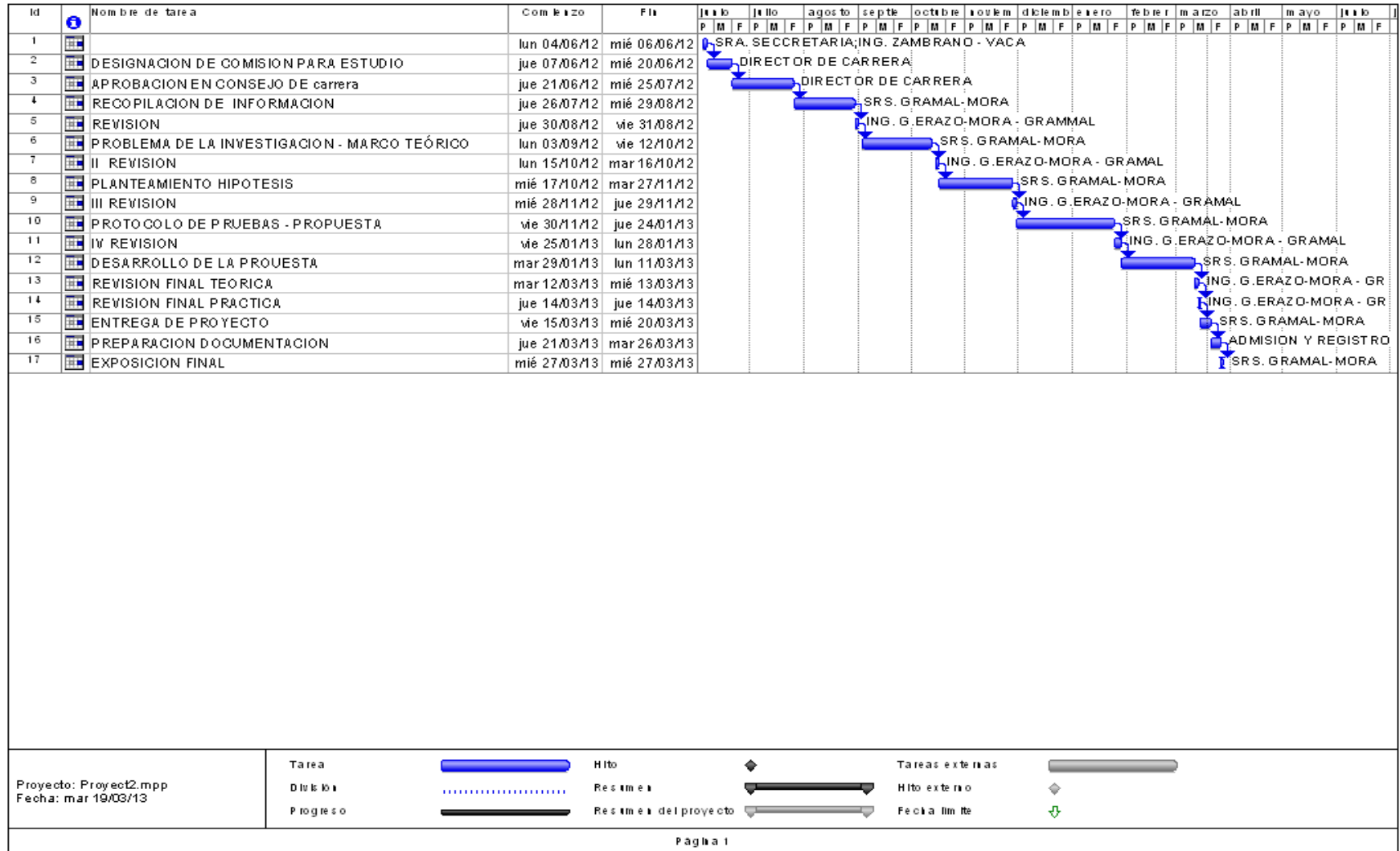
<b>ORDEN</b>	<b>DETALLE</b>	<b>TOTAL USD</b>
1	Motocicleta	1500
2	Hidrogrupo	1380
3	Sensores	200
4	Ruedas Fónicas	70
5	Relay y Adaptador	8
6	Cañería y Manguera	30
7	Manual Kawasaki	80
<b>Total General</b>		<b>3268</b>

Fuente: Grupo de trabajo

## 5.3. FINANCIAMIENTO

El financiamiento se presentó por parte de los realizadores del proyecto: Jhonny Gramal y Braulio Mora.

### 5.4. CRONOGRAMA



## CONCLUSIONES

Al concluir el presente trabajo de investigación, ponemos a consideración las siguientes conclusiones y recomendaciones, a fin de que sean consideradas por quien utilice el presente como fuente de consulta.

- El sistema de frenos ABS a más de cumplir e impedir el bloqueo en las ruedas del vehículo, también permite mantener el control del mismo en situaciones de frenados extremos.
- El sistema de frenos en la actualidad se ha transformado en un componente esencial es por ello que se implementó el sistema de ABS en la seguridad y activa en las motocicletas de hoy.
- Se diseñó e implemento el circuito del sistema de frenos con tecnología de punta a un costo accesible, para elevar el nivel de seguridad en la conducción en este tipo de motocicletas.
- Los sensores de velocidad de la rueda funcionan en conjunto con los rotores para detectar las revoluciones de las ruedas. Estos sensores producen impulsos eléctricos al supervisar la rotación de los rotores de detección instalados en las ruedas.
- El módulo de control electrónico calcula y determina las condiciones de las ruedas en función de las velocidades de las ruedas y efectúa una decisión acorde a la situación actual que se requiera
- Cuando el sistema considera un fallo que pudiera afectar la respuesta durante el frenado, reacciona quitando en sistema ABS además un

indicador debe señalar al conductor que está conduciendo con el sistema de frenado convencional debido al fallo en el ABS.

- La fuerza de frenado aplicado en todo momento, inferior al límite de adherencia del vehículo. Cuando se superan este valor las ruedas se bloquean
- La utilización para poder obtener las señales del sensor se lo realizó con un osciloscopio automotriz, como también un multímetro para su respectiva utilización y conexión del sistema de cableado del módulo



## RECOMENDACIONES

- Realizar las conexiones correctas tanto en la parte hidráulica como en la parte eléctrica del módulo y los sensores.
- Se recomienda al usuario que este sistema de frenos ABS, en el momento de la frenada se siente unas pulsaciones son mínimas en los dos pedales tanto trasero como delantero eso significa que está en óptimo funcionamiento el modulo, eso es normal.
- Es importante revisar periódicamente el líquido de frenos en los dos depósitos tanto delantero como posterior para evitar problemas en el sistema
- Es importante recordar que primero se debe pisar el pedal posterior y luego la manilla delantera para un frenado optimo, precisó y seguro.
- Se recomienda que cuando el módulo esté en funcionamiento, mantener una prudente distancia en el momento de medir a los sensores de las ruedas ya que estos están en rotación de la rueda y podrían ocasionar lesiones graves.
- Leer el manual de operación del módulo de entrenamiento antes de ponerlo en funcionamiento ya que un mal manejo del sistema puede ocasionar averías,debido a que sus componentes son muy sensibles.
- Observar la señalización de seguridad que existe en el módulo, los nombres de los componentes y su ubicación, para tener una mejor familiarización en con componentes y con el módulo

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J.M.(1996). Sistemas de transmisión y frenado, ed. Paraninfo.
- Jhon Robinson (1992). Motocicletas-Chasis Madrid España.
- L. Charallave (1981). Soldadura Procedimientos y Aplicaciones
- MartiParera (1993). Frenos ABS, ED. Alfaomega, marcombo. Barcelona.
- Robert W. Fitterald (1982). Resistencia de Materiales. México 1982
- Singer (1982). Resistencia de Materiales. México D.F.
- Kawasaki, Ninja ZX-10R (ABS)(2010). Manual del usuario, Brakes: Kawasaki
- Kawasaki, Ninja ZX-10R (ABS)(2010). Manual del usuario, hidrolcunit: Kawasaki
- Kawasaki, Ninja ZX-10R (ABS)(2010). Manual del usuario: Kawasaki, Electric diagrams: Kawasaki.

## NETGRAFIA

- Sistemas ABS de BOSCH (2004).Extraído el 10 de enero del 2013 desde [http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema\\_abs2.htm](http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema_abs2.htm)
- Freno de Motocicleta (2009),Medellín, Institución Universitaria Pascual Bravo. Extraído el 8 de noviembre del 2012 desde <http://es.scribd.com/doc/32952399/FRENOS-DE-MOTOCICLETA>
- CAPÍTULO 1 SISTEMA DE FRENOS ABS,(2009), Quito, Universidad Particular Salesiana. Extraído el 15 de septiembre del 2012 desde <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/110/6/-Capitulo1.pdf>
- S/N (2012).CAPITULO1. Recuperado el 15 de Octubre del 2012, de <http://www.autopartners.net>

## **ANEXOS**

A - ENCUESTA

B - DISEÑOS

C – ESQUEMA HIDRÚLICO

D- ESQUEMA ELECTRÓNICO

E - ARTÍCULO DEL PROYECTO

**ANEXO A:**

**ENCUESTA**

## ENCUESTA DE FACTIBILIDAD DE PROYECTO

Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta para evaluar la factibilidad de una investigación acerca del sistema de frenos ABS en motocicletas dentro del campo de la Ingeniería Automotriz. Le agradeceremos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas encerrando en un círculo el literal de la opción más acertada:

1. ¿Conoce usted sobre el sistema de frenos ABS?

Sí                      No

2.- ¿Qué tanto conoces sobre las ventajas del Sistema de frenos ABS?

- 100%
- 75%
- 50%
- 25%

3. ¿Ha conducido usted algún vehículo con el sistema de frenos ABS?

Si                      No                      Tal vez

4.- ¿Cree Ud. necesario ser informado sobre los diferentes sistemas de frenos al momento de adquirir una motocicleta y su correcto uso?

No

Sí

5.- Cree usted que el sistema de frenos ABS es un sistema seguro?

Sí                      No

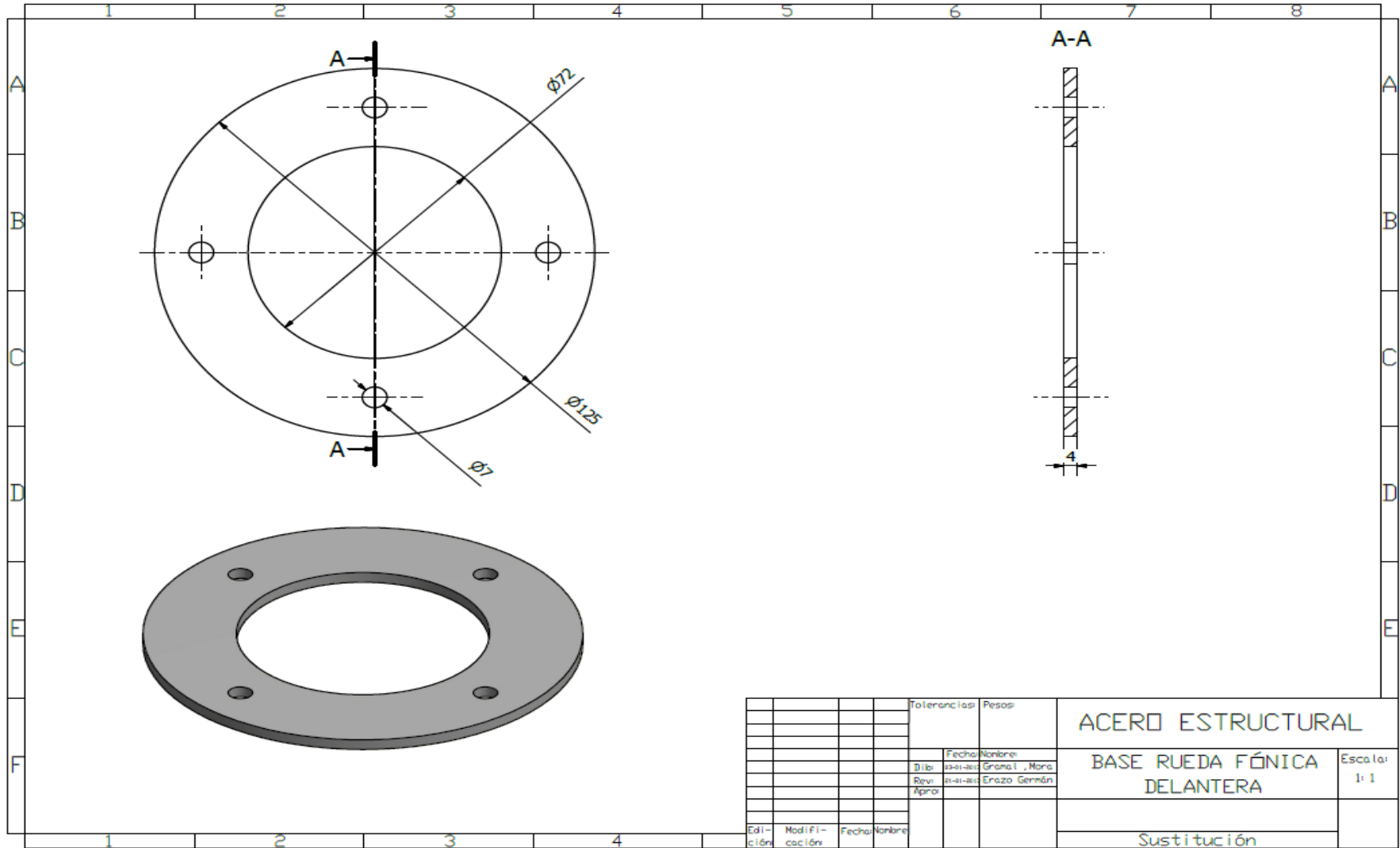
6.- ¿Al momento de adquirir una motocicleta ¿Qué porcentaje de importancia le daría al costo con respecto a su seguridad sabiendo que la motocicleta no posee el sistema de frenos ABS?

- 0%
- 25%
- 50%
- 75%
- 100%

7.- Cree usted que este tipo de sistema debería usarse en motocicletas de bajo cilindraje (125- 250 cc)

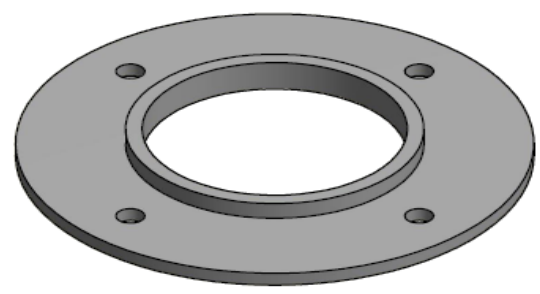
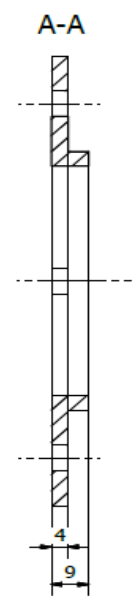
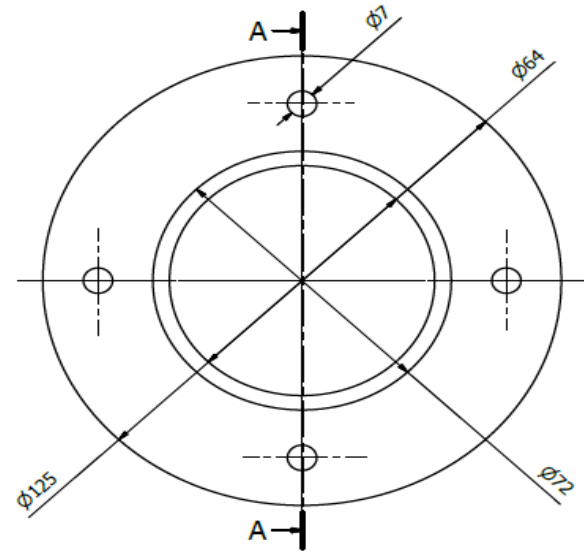
- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- Nada importante
- Indiferente

**ANEXO B:**  
**DISEÑOS**

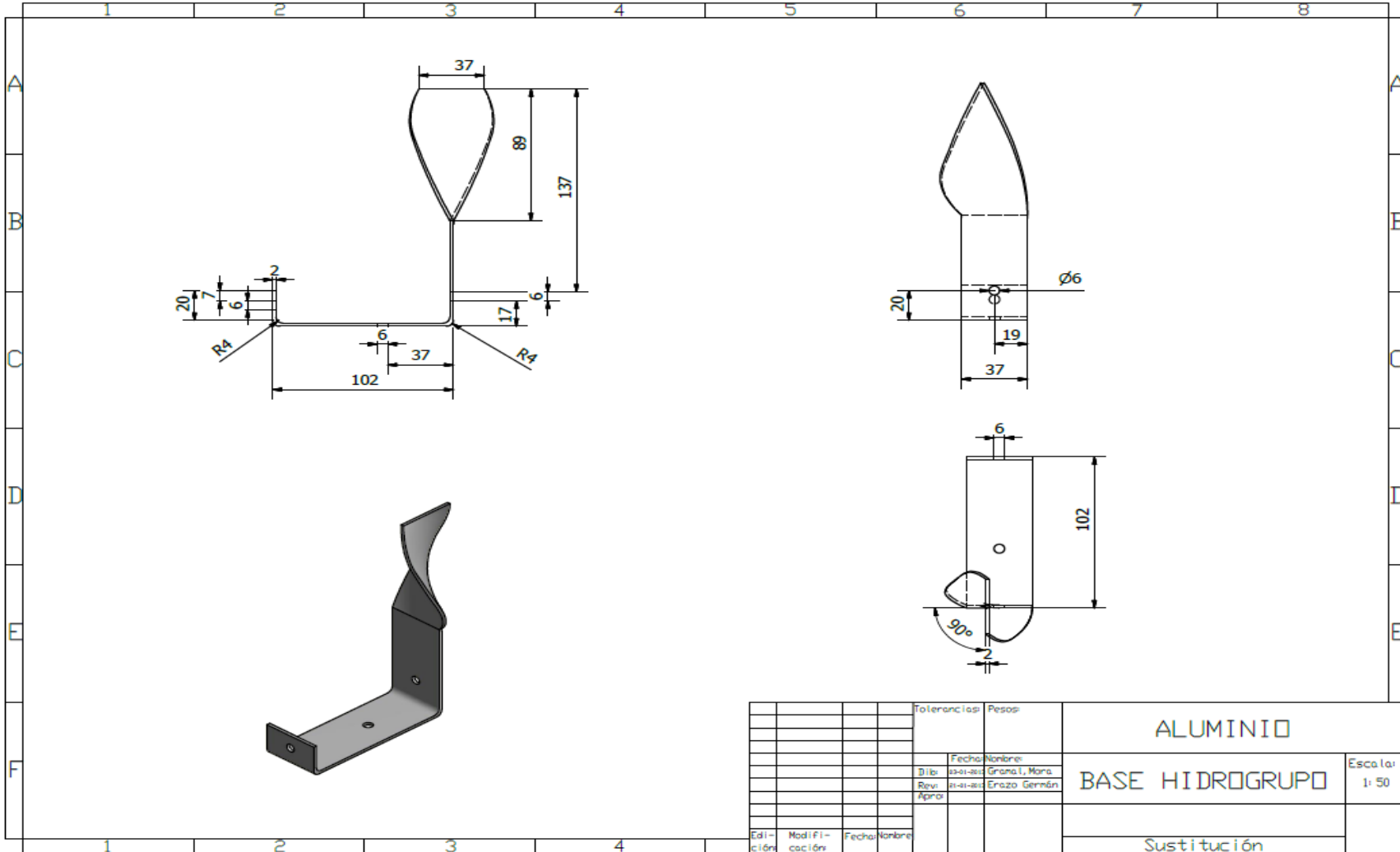


				Tolerancias:	Pesos:	ACERO ESTRUCTURAL	
						BASE RUEDA FÓNICA DELANTERA	
						Escala: 1:1	
						Sustitución	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Fecha	Nombre		
				12-ii-2010	Granda, Mora		
				21-ii-2010	Erozo Germán		





				Tolerancias:	Pesos:	ACERO ESTRUCTURAL	
						BASE RUEDA FÓNICA TRASERA	Escala: 1:1
				Fecha: Dib: Iba-ies Rev: Iba-ies Apro: Erazo Germán	Nombre: Gronal, Mora Erazo Germán		
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			Sustitución	



		Tolerancias:		Pesos:		ALUMINIO	
		Fecha:		Nombre:		BASE HIDROGRUPO	
		Dib:		Dib:		Escola:	
		Rev:		Rev:		1-50	
		Apro:		Apro:			
		Edi-		Fecha:			
		ción		Nombre:			
		Modifi-				Sustitución	
		cación					

**ANEXO C:**  
**ESQUEMA ELÉCTRICO**



**ANEXO D:**  
**ESQUEMA HIDRÁULICO**



**ANEXO E:**  
**ARTÍCULO PROYECTO**

## “Diseño e implementación de un sistema de frenos (ABS) para motos”



Jhonny José Gramal Chimarro  
Braulio Alfredo Mora Intriago Ing.  
Germán Erazo/Ing. José Quiroz



Departamento de Energía y Mecánica, Escuela Politécnica del Ejército extensión  
Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador.

Email: ppepe77@hotmail.com  
alfred\_chulita@hotmail.com

### RESUMEN

El diseño e implementación de frenos (ABS) para motocicletas se lo ha realizado pensando en la seguridad de los usuarios que utilizan este tipo de vehículo como medio de transporte, utilizando un sistema BOSCH 9.0 de última generación y elementos hidráulicos y electrónicos existentes en el medio local.

### INTRODUCCIÓN

La evolución electrónica y nuevas aplicaciones en sistemas de vehículos, ayudan de alguna manera a evitar o reducir la peligrosidad de éstos, muchos fabricantes de motos han diseñado sistemas que ayudan a la seguridad al momento de frenar. Cuando se utiliza una motocicleta se siente que es uno de los vehículos más emocionantes que existen, el problema que se encuentra en este medio de transporte, es al momento de frenar ya que dependiendo del terreno, la

Velocidad y la habilidad con la que se aplique el freno, hará que este vehículo sea inestable, permitiendo que las llantas resbalen, por ello es que las motocicletas son, como la mayoría de gente los llaman "peligrosas".

En algunas ocasiones, la velocidad de viaje supera a la fuerza de frenado, existiendo con esto derrapes o choques, que en automóvil se protege a los ocupantes con la carrocería del mismo evitando mayor daño, o con el simple hecho de tener cuatro ruedas permitirá corregir errores de conducción. Pero, en una motocicleta los errores se pagan con una caída que dependiendo de la velocidad, afectará al ocupante.

### 1. DISEÑO DE BASE DE LAS RUEDAS FÓNICAS

Para la implementación de las ruedas fónicas en las ruedas se tuvo que hacer una adecuación ya que originalmente al forma de



la rueda fónica no coincide con la de las ruedas de la moto.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.16 Base de la rueda fónica delantera



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.17 Base de la rueda fónica posterior



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.18 Pernos de fijación entre base y rueda fónica delantera



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.19 Fijación entre base y rueda fónica posterior

## 2. CONEXIONES Y ENSAMBLES HIDRÁULICOS

En las conexiones hidráulicas se utilizaron materiales como cañería y mangueras existentes en nuestro medio para de esta forma abaratar el costo de la construcción del proyecto.



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.24. Manguera de freno posterior



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.25. Manguera de freno delantero



Fuente: Grupo de trabajo  
Figura 4.26. Acoples de manguera



Fuente: Grupo de trabajo  
**Figura 4.27. Conjunto manguera y acoples**



Fuente: Grupo de trabajo  
**Figura 4.30. Holgura entre sensor y rueda fónica posterior**



Fuente: Grupo de trabajo  
**Figura 4.28 Unión manguera y cañería**

### CONEXIONES Y UBICACIÓN DE LOS SENSORES

Los sensores de velocidad según el fabricante deben estar en un rango de separación con la rueda afónica (0.4 ~ 1.6)mm.



Fuente: Grupo de trabajo  
**Figura 4.29. Holgura entre sensor y rueda fónica delantera**

Al no poseer un arnés y conector se procedió a soldar los pines del sensor a los cables de conexión.

Tomando como referencia los números indicadores correspondiente del manual de los pines de conexión procedemos a la instalación del sensor de velocidad posterior y delantero.

### Conexión de pines de sensores

3. Señal de Entrada del Sensor (B/N/R), 6. Señal de la luz de Switch (B), 14. Señal de entrada del sensor posterior (B/N/R).

### 3. CONEXIONES DE ALIMENTACIÓN Y MASA

1. Masa, (N) (86 relay), 4. Positivo de batería (R) (87 relay), 9. Positivo de batería hacia válvulas electroválvulas (R) (87 relay), 10. Masa (N) (86 relay), 12. Positivo de batería hacia alimentación sensor delantero (B/R) (87 relay), 13. Positivo de batería hacia alimentación sensor posterior (B/R) (87 relay), 18. Positivo de

batería hacia motor ABS(R) (87 relay).



Fuente: Grupo de trabajo Figura 4.35. Conexiones de pines

#### 4. CONEXIONES ELÉCTRICAS RELAY

Para protección del módulo ante cualquier anomalía eléctrica se utilizó un relay de 12 v y 30 A.

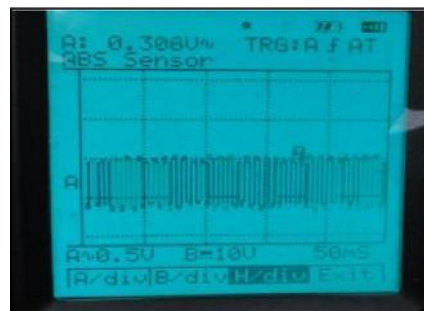


Fuente: Grupo de trabajo Figura 4.36. Relay



Fuente: Grupo de trabajo Figura 4.37. Relay y conector

#### 5. SEÑAL OSCILOSCOPIO



Fuente: Grupo de trabajo Figura 4.38. Lectura del osciloscopio

La imagen muestra la variación de tensión entre los terminales al girar la rueda, para un régimen de 2000 rpm.

#### CONCLUSIONES

- El sistema de frenos ABS a más de cumplir e impedir el bloqueo en las ruedas del vehículo, también permite mantener el control del mismo en situaciones de frenados extremos.
- El sistema de frenos en la actualidad se ha transformado en un componente esencial de seguridad activa en las motocicletas de hoy.
- Los sensores de velocidad de la rueda funcionan en conjunto con los rotores para detectar las revoluciones de las ruedas. Estos sensores producen impulsos eléctricos al supervisar la rotación de los rotores de detección instalados en las ruedas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J.M. (1996).
- Sistemas de transmisión y frenado Madrid: Ediciones Paraninfo S.A
- Bosch (2003). Sistema de frenos convencionales y Eléctricos España: Reveté.
- Jhon Robinson (1992). Motocicletas-Chasis Madrid: Paraninfo.
- Kawasaki, Ninja ZX 10R(ABS)(2010). Manual del usuario, Brakes Japón: Kawasaki Motor Co.
- Kawasaki, Ninja ZX 10R(ABS)(2010). Manual del usuario, Hidrolycunit Japón: Kawasaki Motor Co.
- Kawasaki, Ninja ZX 10R(ABS)(2010). Manual del usurario Electric diagrams Japón :Kawasaki Moto.

## BIOGRAFÍA



**Germán Erazo** nació en Latacunga, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Energías Renovables y Administración de Empresas, Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército desde 1993 imparte servicios de asesoramiento y capacitación en

mecánica y electrónica automotriz.



**José Quiroz** nació en Latacunga, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gestión para el aprendizaje universitario Proyectos, Energías Renovables y Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2007. Jefe del laboratorio de Autotrónica.

Latacunga. Marzo 2013

---

BRAULIO ALFREDO MORA INTRIAGO

---

JHONNY JOSÉ GRAMAL CHIMARRO

---

ING. JUAN CASTRO C.  
**DIRECTOR DE LA CARRERA  
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

---

DR. RODRIGO VACA CORRALES  
**SECRETARIO ACADÉMICO  
UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**