UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Implementación de un sistema de frenado ABS en una motocicleta Honda Invicta CBF150M

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Autor:

PEDRO GENARO VÉLEZ TOBAR

Director:

EDGAR MAURICIO BARROS BARZALLO

CUENCA, ECUADOR

2016

DEDICATORIA

A todos aquellos que confiaron en la realización de este proyecto y han depositado en mí sus mayores fuerzas y anhelos para el desarrollo y culminación del mismo.

AGRADECIMIENTO

A mi familia que ha sido el soporte emocional y espiritual para la consecución de mi título profesional; amigos, profesores y compañeros de aula con los cuales se vivieron grandes experiencias y aprendizajes en mi etapa universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA ii

AGRADECIMIENTO iii

ÍNDICE DE CONTENIDOS iv

INDICE DE FIGURAS viii

INDICE DE TABLAS xi

RESUMEN xii

ABSTRACT xiii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO 1: EL SISTEMA ABS 2

1.1 Seguridad intrínseca en una motocicleta 2

1.2 Accidentes de tránsito en el Ecuador 3

1.3 Seguridad en las motocicletas 4

1.4 Función y necesidad de los frenos 6

1.4.1 Principios de funcionamiento de los frenos 6

1.4.2 Tipos de frenos 7

1.5 Dinámica de frenado 10

1.5.1 Dinámica en una motocicleta 10

1.5.2 Fuerzas de frenado 12

1.5.3 Física de frenado del ABS 13

1.5.4 Eficacia de los frenos 15

1.5.5 Transferencia de carga 16

1.6 Sistemas de frenos ABS 20

1.6.1 Funcionamiento básico 20

1.6.2 Presentaciones de sistemas ABS para motocicletas 20

1.6.3 Sensor de revoluciones 23

CAPÍTULO 2: SELECCIÓN DEL SISTEMA ABS 24

2.1 Fuerzas de frenado en la motocicleta 24

2.1.1 Fuerza de rozamiento estático 24

2.1.2 Fuerza de rozamiento dinámico 26

2.1.3 Distancia de Parada 27

2.1.4 Tiempo de Frenado 28

2.2 Componente del sistema de frenos convencional de la motocicleta CBF150M INVICTA 28

2.2.1 El disco de freno 29

2.2.2 Pastillas de freno 30

2.2.3 Mordazas de freno 31

2.2.4 Actuador Hidráulico 32

2.2.5 Tuberías o cañerías 33

2.3 Tipos de sistemas de freno ABS para motocicletas 33

2.3.1 Sistema de frenada combinada CBS 34

2.3.2 Sistema de frenos combinado DCBS 35

2.3.3 Sistema de Frenos combinado electrónicamente C-ABS 35

2.4 Constitución del sistema ABS 36

2.4.1 Diseño de Ruedas fónicas para los aros de la motocicleta Invicta 37

2.4.2 Sensores de rueda inducidos 41

2.4.3 Cañerías de Freno 42

2.4.4 Módulo Electrónico 43

2.4.5 Luz testigo 44

2.4.6 Base soporte módulo electrónico 45

2.4.7 Circuito eléctrico 46

2.5 Funcionamiento del sistema ABS 46

2.5.1 Aumento de presión en el sistema 47

2.5.2 Presión estable 47

2.5.3 Disminución de presión 48

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS ABS EN LA MOTOCICLETA CBF 150M INVICTA 49

3.1 Análisis del sistema convencional de frenos 49

3.1.1 Componentes del sistema de frenos 49

3.1.2 Disposición del circuito de freno. 51

3.2 Disposición de los elementos dentro de la motocicleta. 52

3.2.1 Análisis estructural de la motocicleta 52

3.3 Modificación de los elementos constructivos del sistema de frenos 55

3.3.1 Adaptación del módulo ABS 55

3.4.1 Implementación de los sensores de rueda 57

3.4.2 Implementación Sensores inductivos 59

3.4.3 Implementación circuito eléctrico 60

3.5 Implementación circuito hidraulico 63

CAPITULO 4: PRUEBAS DINÁMICAS DE FRENADO EN LA MOTOCICLETA 62

4.1 Autodiagnóstico del ABS 66

4.1.1 Prueba del autodiagnóstico en la motocicleta 67

4.1.3 Diagnóstico de averías del circuito del indicador del ABS cuando permanece encendido. 72

4.2 Pruebas de frenado dinámicas en la motocicleta 73

4.2.1 Límite de velocidad 74

4.2.2 Prueba de frenado 74

4.3 Prueba de frenado a velocidad en carretera 77

4.4 Cálculo de fuerza de frenado y eficiencia de frenos..... 77

4.4.1 Calculo de la fuerza de frenado ($\boldsymbol{Ff}$) 77

4.4.2 Calculo de la energía de frenado (E_f)..... 78

4.5 Calculo de eficiencia de frenado 79

4.6 Comparación de resultados 79

4.7 Costos incurridos en la aplicación del dispositivo 80

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 81

BIBLIOGRFÍA..... 83

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ejemplos de adherencia de neumáticos en calzada 7

Figura 1.2 Esquema de un sistema de frenos de tambor 8

Figura 1.3 Esquema sistema de freno por disco 9

Figura 1.4 Fuerzas en una motocicleta 10

Figura 1.5 Campos de regulación del ABS para diferentes condiciones en carreteras. 14

Figura 1.6 Efecto de transferencia de carga por frenado delantero..... 16

Figura 1.7 Carga estática en los muelles de la horquilla 17

Figura 1.8 Esquema levantamiento rueda posterior 18

Figura 1.9 Grado de anti-levantamiento en función de la longitud del basculante 19

Figura 1.10 Sensor de revolución..... 23

Figura 2.11 Fuerzas de frenado en una motocicleta..... 26

Figura 2.12 Disco de freno 29

Figura 2.13 Disco de freno ventilado 30

Figura 2.14 Pastillas de freno 31

Figura 2.15 Mordazas de freno 32

Figura 2.16 Diagrama actuador hidráulico..... 32

Figura 2.17 Cañerías de freno 33

Figura 2.18 Laterales izquierdo y derecho aro delantero 38

Figura 2.19 Diseño rueda fónica delantera 39

Figura 2.20 Laterales izquierdo y derecho aro posterior..... 40

Figura 2.21 Diseño rueda fónoca posterior 41

Figura 2.22 Disposición sensor inductivo sobre rueda delantera..... 41

Figura 2.23 Esquema cañerías ABS 42

Figura 2.24 Módulo electrónico por ABS 44

Figura 2.25 Referencia señal de luz testigo 45

Figura 2.26 Modelo de soporte para el módulo ABS 45

Figura 2.27 Circuito de frenado por ABS 46

Figura 2.28 Diagrama de aumentp de presión en el circuito hidráulico de freno 47

Figura 2.29 Diagrama de presión estable en el circuito hidráulico de freno..... 48

Figura 2.30 Diagrama descarga de presión en el circuito hidráulico de freno..... 48

Figura 3.31 Circuito de freno delantero 51

Figura 3.32 Circuito de freno posterior 52

Figura 3.33 Chasís Honda Invicta CBF150M 53

Figura 3.34 Sistema depurador de aire en despiece 54

Figura 3.35 Depurador de motocicleta armado 54

Figura 3.36 Depurador motocicleta desarmado 55

Figura 3.37 Depurador motocicleta desarmado 55

Figura 3.38 Soportes de sujeción colocados en el ABS 56

Figura 3.39 Rueda fónica delantera 58

Figura 3.40 Rueda fónica posterior 59

Figura 3.41 Sensor freno delantero 60

Figura 3.42 Sensor freno posterior 60

Figura 3.43 Diagráma eléctrico módulo ABS 61

Figura 3.44 Numeración bornes ECU del ABS 62

Figura 3.45 Terminal cableado ABS 62

Figura 3.46 Terminales armados para entrada modulo ABS 63

Figura 3.47 Circuito hidráulico en el módulo 64

Figura 3.48 Circuito Hidráulico bomba de freno posterior64Figura 3.49 Circuito hidráulico mordaza delantera 65

Figura 4.50 Diagrama funcionamiento autodiagnóstico 67

Figura 4.51 Diagrama prueba autodiagnóstico 67

Figura 4.52 Líneas de alimentación y señal del panel de instrumentos 69

Figura 4.53 Tablero de instrumentos con alimentación de corriente, sin señal del indicador ABS 69

Figura 4.54 Inspección luz indicadora en el tablero 70

Figura 4.55 Circuito de alimentación luz indicadora sin consumidor de luz indicadora 70

Figura 4.56 Circuito de un transistor BJT 71

Figura 4.57 Construcción circuito transistor BJT 71

Figura 4.58 Señal generada por parte de la luz indicadora. 72

Figura 4.59 Medición distancia de frenado 75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Estadística accidentes tránsito en el Ecuador..... 3

Tabla 2.1 Valores coeficiente de fricción estático μe 25

Tabla 3.1 Distribución y medida de cañerías 56

Tabla 4.1 Valores de distancias de frenado..... 76

Tabla 4.2 Valores de media aritmética de distancias de frenado 77

Tabla 4.3 Valores de fuerza de frenado calculados..... 78

Tabla 4.4 Eficiencia de frenado calculado 79

Tabla 4.5 Comparación distancias de frenado 79

Tabla 4.6 Comparación fuerza frenado……..79

Tabla 4.7 Costo de elementos implementados para el funcionamiento del ABS . 80

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENADO ABS EN UNA MOTOCICLETA HONDA INVICTA CBF150M

RESUMEN

El presente trabajo de grado consistió en la implementación de un sistema de frenado ABS en una motocicleta Honda Invicta CBF150M, con el propósito de mejorar la distancia de frenado y reacción del sistema en momentos de emergencia. Al principio se realizó el análisis del tipo de seguridad que viene proporcionado y el brindado por el sistema nuevo a implementar. La implementación del sistema ABS está conformado por elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que otorgaron resultados en pruebas experimentales para las conclusiones del proyecto. Al final se concluyó que el sistema implementado mejora la eficiencia del frenado y la maniobrabilidad para el conductor.

Palabras clave: ABS, seguridad activa, implementación, eficiencia de frenado, maniobrabilidad, distancia de frenado.

Ing. Edgar Mauricio Barros Barzallo
Director de tesis

Ing. Diego Francisco Torres Moscoso
Director de escuela

Pedro Genaro Vélez Tobar
Tesista

IMPLEMENTATION OF AN ABS BRAKING SYSTEM ON A CBF150M HONDA INVICTA MOTORCYCLE

ABSTRACT

This graduation work dealt with the implementation of an ABS braking system on a CBF150M Honda Invicta motorcycle, with the purpose of improving the braking distance and system's reaction in times of emergency. First, the analysis of the type of security it has and the one provided by the new system to be implemented was performed. The implementation of the ABS system is composed of mechanical, electrical and electronic elements, whose result from experimental tests sustain the conclusions of the project. Finally, it was concluded that the implemented system improves braking efficiency and maneuverability for the driver.

Keywords: ABS, Active Safety, Implementation, Braking Efficiency, Maneuverability, Braking Distance.

Ing. Edgar Mauricio Barros Barzallo
Thesis Director

Ing. Diego Francisco Torres Moscoso
School Director

Pedro Genaro Vélez Tobar
Author

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
Dpto. Idiomas

Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Vélez Tobar Pedro Genaro

Trabajo de Graduación

Ing. Edgar Mauricio Barros Barzallo

Abril 2016

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENADO ABS EN UNA MOTOCICLETA HONDA INVICTA CBF150M

INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado radica en la implementación de un sistema de frenado ABS (antibloqueo de frenos) en una motocicleta Honda Invicta CBF150, con la finalidad de mejorar la eficiencia, distancia y fuerza de frenado en la motocicleta en momentos de emergencia que se presente al transitar las diferentes vías y carreteras para el cual fue diseñado, ya que el riesgo que presenta durante su manejo disminuye su aceptación en el medio como una alternativa en la movilidad urbana.

Se desarrolló cuatro capítulos en los cuales se analizaron los elementos a considerar para la implementación, el sistema que brinda originalmente la motocicleta, las modificaciones que se realizaron, el funcionamiento del sistema de antibloqueo ABS y pruebas de campo que permitieron generar los resultados que conlleven a concluir con el objetivo final del proyecto.

Producto de estos análisis y estudios experimentales que se pusieron en ejecución se concluyó que la implementación mejora la maniobrabilidad de la motocicleta, disminuye la distancia de frenado y aumenta la seguridad activa de este tipo de vehículo.

CAPÍTULO 1

EL SISTEMA ABS

1.1 Seguridad intrínseca en una motocicleta

En la actualidad una motocicleta ha sido una nueva herramienta para la movilización de las personas, por lo que, debe tenerse en cuenta varios parámetros a considerar al momento de seleccionar un modelo para conducir. Esto viene en proporción de mejorar una movilización tranquila que permita al conductor llegar a su destino, de tal modo que la seguridad que implique tendrá que ser la mayor atribución al momento de escogerla.

La seguridad intrínseca de una motocicleta viene dado por los diseños que se han establecido, ya que al ser un vehículo de peso ligero y alcanzar velocidades en instantes cortos, además de no presentar elementos que protejan la periferia del conductor, lo conlleva a ser un vehículo con alto riesgo de accidentabilidad y mortalidad al momento de circular en diferentes vías.

El motociclismo se ha popularizado en países donde la falta de accesibilidad a un vehículo de 4 ruedas, por situaciones económicas o geográficas que represente más la alta demanda de tráfico en el parque automotor, se use como medio de trabajo o movilización. El Ecuador cuenta como uno de los países donde existe un gran incremento de motociclistas. La percepción de que son fáciles de maniobrar hace que la impericia sea el factor que influya directamente en un accidente, Las motocicletas son diferentes que otros vehículos ya que el tener solamente dos ruedas exige mayor equilibrio y coordinación de parte del conductor (Departamento de Seguros de Texas 2014). En las vías hay muchos motociclistas y automovilistas que no entienden cómo conducir y actuar en el tráfico junto a este tipo de vehículos. Dicha falta de comprensión ha resultado en el aumento de choques relacionados a las motocicletas.

1.2 Accidentes de tránsito en el Ecuador

Durante todo el año 2013 y parte del 2014 se ha generado en el país, una gran cantidad de accidentes de tránsito involucrando a vehículos motorizados (motocicletas). En el siguiente cuadro se detalla la cantidad de accidentes suscitados en los sectores de mayor afluencia de vehículos motorizados.

Tabla 1.1 Estadística accidentes tránsito en el Ecuador

CANTÓN	SUBCATEGORÍA	2013	Abril 2014
CUENCA	Moto accidentado	439	177
	Atropello moto	129	35
	Accidente de motocicleta	28	9
	TOTAL	596	221
LA TRONCAL	Moto accidentado	113	35
	Atropello moto	22	4
	Accidente de motocicleta	1	1
	TOTAL	136	40
AZOGUES	Moto accidentado	52	22
	Atropello moto	11	2
	Accidente de motocicleta	0	1
	TOTAL	199	25
GUAYAQUIL	Moto accidentado	5	0
	Atropello moto	1	1
	Accidente de motocicleta	0	0
	TOTAL	6	1
TOTAL		937	287

*Moto accidentada y Atropello de moto; corresponde a incidentes en los cuales se reportó víctimas ya sean heridas o mortales.

** Accidente de motocicleta donde no se reportaron personas heridas o víctimas mortales

Fuente: ECU911 (Consultado 22 de mayo de 2014)

Estos datos permiten revelar la cantidad de accidentes, los cuales ya sean por negligencia o impericia del conductor, se podrían disminuir con la introducción de un sistema de frenado por ABS, siendo un gran aporte para la sociedad, seguridad colectiva en las vías y apreciación de este tipo de vehículo.

1.3 Seguridad en las motocicletas

Existen diversos mecanismos diseñados para evitar posibles accidentes y otros para minimizar sus consecuencias si finalmente se produjera uno de estos. Los dispositivos que permite evitar (prevenir) un accidente son conocidos como dispositivos de seguridad activa y los encargados de minimizar las consecuencias (proteger), seguridad pasiva.

Podemos destacar como elementos que permitan evitar accidentes dentro de la seguridad pasiva al:

- Control de estabilidad y tracción automática
- Iluminación led
- Luces de día
- Faros de xenón
- Faros de inclinación variable
- Control dinámico de tracción
- ABS
- Ajuste electrónico de la suspensión
- Sistema combinado de frenos
- Control de presión de neumáticos.

La implementación de mejoras en este tipo de vehículos, que no sean elementos adicionales y si elementos de serie permitirá a futuro utilizar este medio de movilización con mayor seguridad para la población. “La Unión Europea trabaja para que las motocicletas salgan de fábrica con ABS a partir del 2017. Dicho reglamento debe ser implementado de igual forma en países como el nuestro

(Ecuador) en donde el alza de adquisición de motocicletas ha crecido sin ningún control que regule la seguridad de estos vehículos.

Los elementos de seguridad pasiva son los encargados de proporcionar la protección en caso de un accidente, en el caso de las motocicletas el principal elemento de seguridad pasiva es el casco, ya que hay que tener en cuenta que la cabeza sufre daños en el 50% de los accidentes donde estén presentes estos vehículos.

Podemos destacar los siguientes elementos que proveen una seguridad pasiva:

- Casco
- Casco con airbag
- Chaqueta airbag
- Guantes
- Pantalones
- Botas
- Protecciones (rodilla, espalda, etc.).

Los elementos de seguridad pasiva están más estrechamente asociados a la persona, las selecciones de estos elementos deben priorizar la calidad (Xenasegur 2014).
Existen circunstancias en las carreteras que pueden causar problemas con el correcto desenvolvimiento del tráfico; la motocicleta no debe ser un factor que provoque un accidente, de tal forma que se puede enumerar tres consejos para que una motocicleta no sea un factor más en la accidentabilidad que se presenta al conducir.

Tener presente que se debe circular con el equipo adecuado:

- Mantener la motocicleta en las mejores condiciones para su uso
- Evitar accesorios que perjudiquen la maniobrabilidad

1.4 Función y necesidad de los frenos

Para la mayoría de los conductores que no conocen los frenos en una motocicleta, son simplemente apreciados como una palanca y un pedal que se accionan cuando quieren detener dicho vehículo. Sin imaginar lo que conlleva la correcta forma de accionarlos.

Desde principios del siglo XX, cuando una sola palanca frenaba el vehículo en su totalidad y era el conductor el que tenía que usar toda su fuerza para detenerlo, hasta hoy, cuando un vehículo frena gracias a dispositivos y sensores de la más alta tecnología, el sistema de frenos ha sido el eje fundamental de los avances que se presentan en el mundo automotriz.

1.4.1 Principios de funcionamiento de los frenos

Por medio de la física, pueden explicarse muchos de los procesos que describen el sistema de frenado de un vehículo.

El principio de funcionamiento básico en los frenos es la fricción, que consiste en el momento que un cuerpo entra en contacto con el otro en diferentes direcciones, aparece una fuerza llamada fricción que se opone al movimiento del mismo cuerpo. Esta fuerza depende de dos grandes factores: El área de contacto entre los cuerpos y la fuerza aplicada entre los mismos.

El área de contacto que aparece entre los elementos de frenado (área de contacto entre discos y pastillas, zapatas y tambores), además del área de contacto entre las llantas y la superficie en la que circula el vehículo como se lo puede apreciar en la figura 1.1, según las características que puede presentar el neumático.

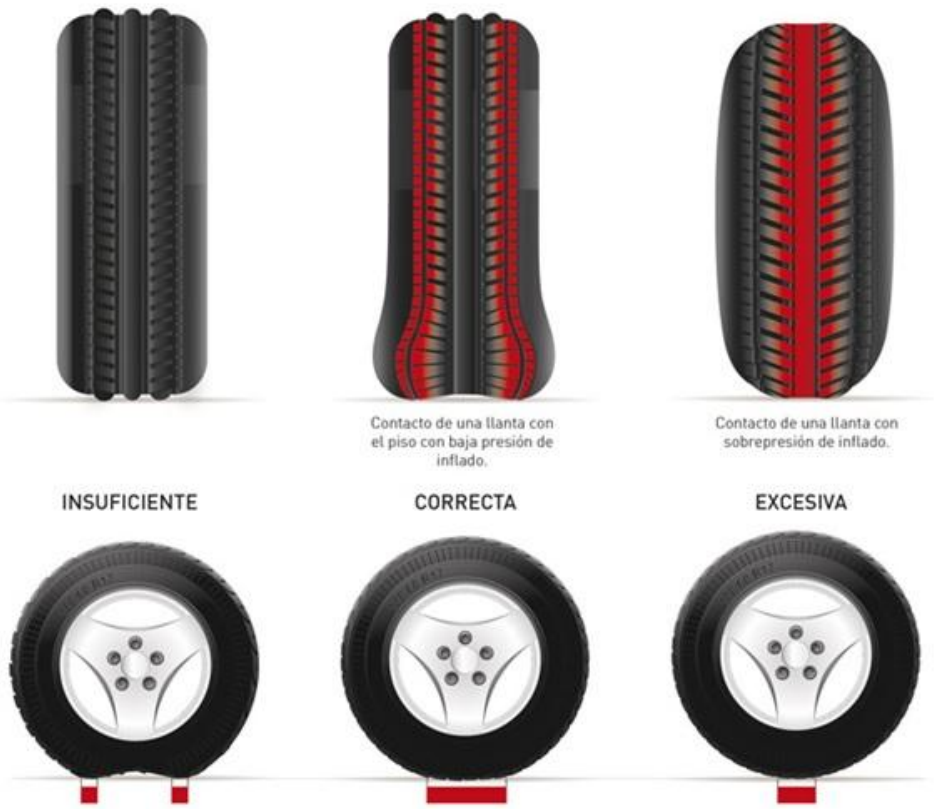


Fig. 1.1 Ejemplos de adherencia de neumáticos en calzada

Fuente: wikiseguros.com/6tips-para-prolongar-la-via-de-los-neumáticos.

1.4.2 Tipos de frenos

Básicamente, existen dos tipos de frenos, de tambor y de disco. Los frenos de tambor se ubican generalmente en la rueda posterior, aunque se han presentado de igual forma en la rueda delantera de ciertos modelos de motocicletas, tienen una elaboración más sencilla y permiten incorporar fácilmente el mecanismo de frenado de emergencia compuesto por cables o varillas. Es un sistema que no permite una disipación de calor rápida y la probabilidad que se recalienten es muy alta, reduciendo su efectividad de frenado. Está compuesto de zapatas, resortes, cilindros y bandas como se puede apreciar en la figura 1.2.

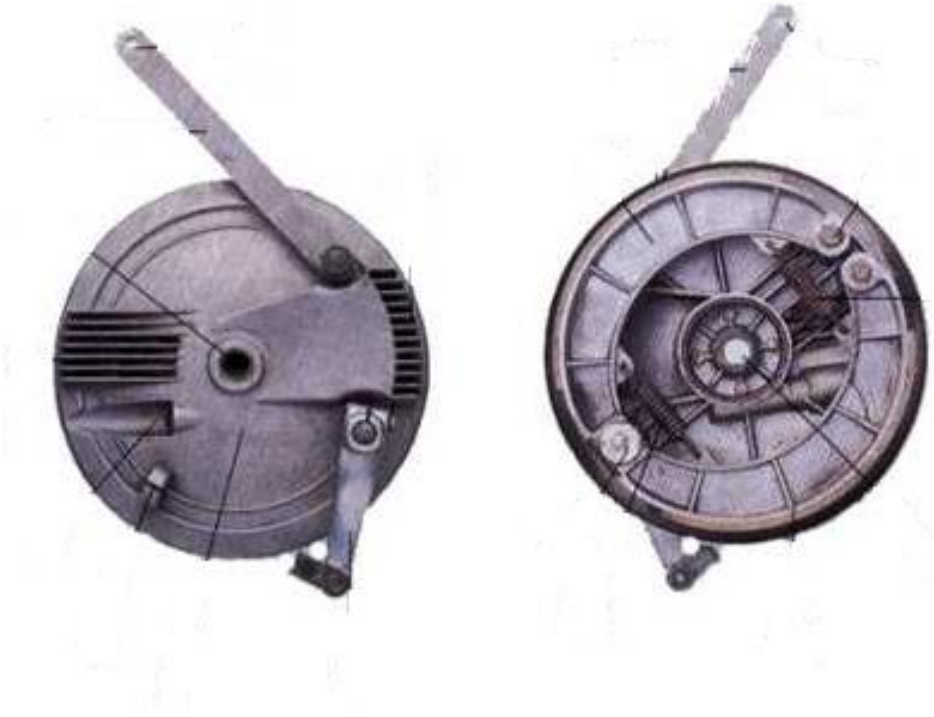


Fig. 1.2 Esquema de un sistema de frenos de tambor

Fuente: www.rgmbikes.com.ar/partes-de-la-moto/frenotambor.htm

Los frenos de disco (figura 1.3) suelen ubicarse en la llanta delantera o en las dos llantas de la motocicleta (dependiendo del fabricante y del costo) y funcionan por medio de presión hidráulica que permite el desplazamiento de los mecanismos móviles en el interior de los cilindros para luego oprimir las pastillas contra la cara del disco. Estas últimas son las encargadas de generar la fricción necesaria para detener el vehículo.

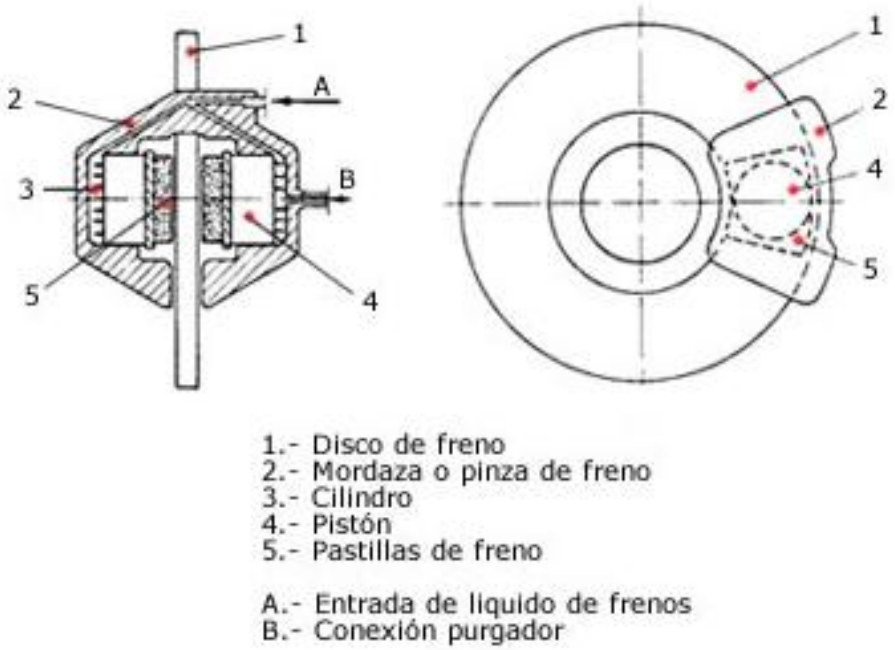


Fig. 1.3 Esquema sistema de freno por disco

Fuente: ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html.

A través del tiempo, el desarrollo de la ingeniería automotriz ha proporcionado adelantos tecnológicos que permiten mejorar constantemente los diferentes sistemas de frenos como los frenos hidráulicos (que funcionan por presión del líquido de frenos); los frenos neumáticos (que funcionan por presión de aire y es más utilizado en vehículos pesados); el dispositivo ABS (un sistema de frenado de última tecnología que, por medio de sensores instalados en las llantas, emiten señales que permiten frenar un vehículo sin que las llantas ni la dirección se bloqueen), sistemas de reparto electrónico de frenada (EBD), que determinan cuánta fuerza aplicar en cada rueda o eje del vehículo para detenerlo en una distancia mínima sin que se pierda el control, trabajan conjuntamente con los frenos ABS para aumentar ostensiblemente la eficiencia del frenado (Arroyo 1996)

1.5 Dinámica de frenado

1.5.1 Dinámica en una motocicleta

Las características dinámicas de una motocicleta vienen dadas por la variación de la carga vertical que se ejerza con respecto al punto de contacto en la carretera, suspensión y neumáticos. Por ejemplo al acelerar o frenar estos elementos interfieren con la dinámica que se ejerce en la motocicleta, produciendo fenómenos como el *hundimiento o squat*. Estos términos hacen referencia a cambios dinámicos en la motocicleta. El hundimiento es un fenómeno que ocurre al frenar, provocando un levantamiento o caída de la parte delantera y el squat es una rotación hacia atrás provocando que la parte delantera se levante y la posterior se hunda. Para una aclaración más técnica y respectiva se debe analizar cómo las fuerzas existentes en la motocicleta influyen en la generación de estos fenómenos, los mismos que pueden ser causantes de accidentes al momento de transitar.

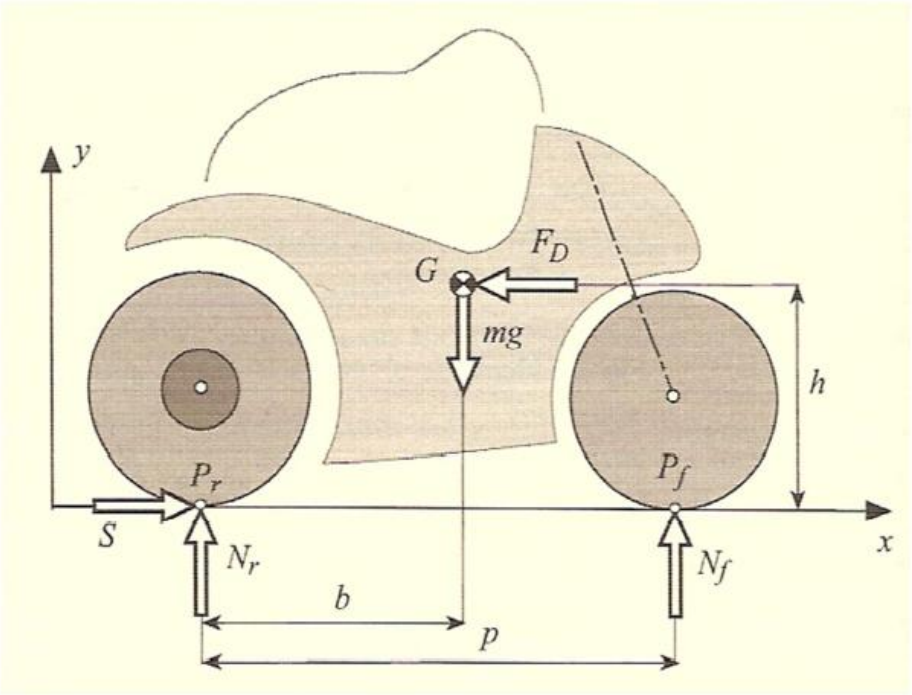


Fig. 1.4 Fuerzas en una motocicleta

Fuente: Estudio dinámico de un modelo de motocicleta/ SQUAT Y HUNDIMIENTO

En la figura 1.4 podemos apreciar las diferentes fuerzas en la motocicleta, las cuales generan los fenómenos anteriormente mencionados, donde:

S = La fuerza de tracción ejercida por los elementos motrices del motor (piñón, cadena y catalina)

Nr = Fuerza de reacción existente entre el pavimento y la rueda posterior

Nf = Fuerza de reacción existente entre el pavimento y la rueda delantera

mg = Peso del vehículo

FD = Fuerza resistente al movimiento

Podemos plantear que para tener un movimiento en equilibrio las ecuaciones de fuerzas y momentos deban ser iguales a cero, de tal modo que impedirá el hundimiento o squat, aplicado directamente en el centro de gravedad.

Equilibrio de fuerzas horizontales:

$$S - FD = 0 \tag{1}$$

Equilibrio de fuerzas verticales:

$$mg - Nr - Nf = 0 \tag{2}$$

Equilibrio de momentos con respecto al CdG:

$$S.h - Nr.b + Nf.(p - d) = 0 \tag{3}$$

En primera instancia sí el momento ejercido en el centro de gravedad (CdG) fuese mayor a Cero, se produciría el fenómeno de Squat o de Hundimiento, ya que la fuerza S está ligada por la tracción que genera el motor y analizado en el centro de gravedad producirá un momento torsor que conllevaría a levantar la parte delantera de la motocicleta. Al analizar la fuerza de rozamiento que se genera en la llanta delantera en el instante que se realiza un frenado, producirá un momento torsor

contrario al ejercido por S, ya que al accionar el sistema de freno delantero este aumentará la fuerza de rozamiento, provocando el hundimiento. El fenómeno de hundimiento es uno de los mayores causantes de desequilibrio en la motocicleta, ya que permitirá el levantar la parte posterior de la motocicleta, disminuyendo su contacto con la vía y ejerciendo todo el peso en un solo punto de contacto, el cual al ser un punto directriz por estar ligada al timón, causará la perdida de equilibrio y la acción de catapultado, aumentando en gran proporción la accidentabilidad para el conductor.

1.5.2 Fuerzas de frenado

El frenado hace relación a todas las fuerzas que se ejercen en un cuerpo en movimiento cuando se requiere disminuir la velocidad a la que se está sometiendo. Estas fuerzas son: **la resistencia a la marcha, retención del motor proporcionada por los elementos de frenado; la resistencia que se opone al movimiento dependiendo de lo que ocurra por la fricción del aire.**

La misión del sistema de frenos es transformar la energía cinética que se genera cuando el vehículo está en movimiento, por energía calórica que se irradia a la atmósfera por medio del rozamiento entre las partes que componen el sistema de frenado con el objetivo de disminuir o eliminar la velocidad que presente.

Un frenado eficaz se deriva en:

- Detención en distancia y tiempo mínimo
- Su cambio de trayectoria en la operación de frenado
- Los esfuerzos no necesarios realizados por el conductor al aplicar los frenos

1.5.3 Física de frenado del ABS

Teniendo en cuenta que la fuerza de rozamiento estático es mayor que la fuerza de rozamiento dinámico el ABS loga maximizar la fuerza de adherencia y minimizar la distancia de frenado manteniendo siempre el giro de las ruedas evitando que éstas patinen, el sistema mantiene el frenado mediante el coeficiente de rozamiento estático. En la figura 5 se enmarca la regulación del ABS manteniendo siempre el coeficiente de adherencia estático máximo que es el óptimo evitando el deslizamiento del vehículo. Un frenado hasta más allá de estos valores marcados (máximo coeficiente estático) significa sobre frenar el vehículo, hasta el punto de disminuir el coeficiente estático y aumentar el dinámico.

El deslizamiento por frenado es una medida del rozamiento dinámico; cuando el deslizamiento es igual a uno se bloquea la rueda y existe sólo rozamiento dinámico (Post- Dietsche, 2013)

En la figura 1.5 se muestra que el sistema de frenos ABS siempre mantiene el *if* entre los valores de 0.15 a 0.30

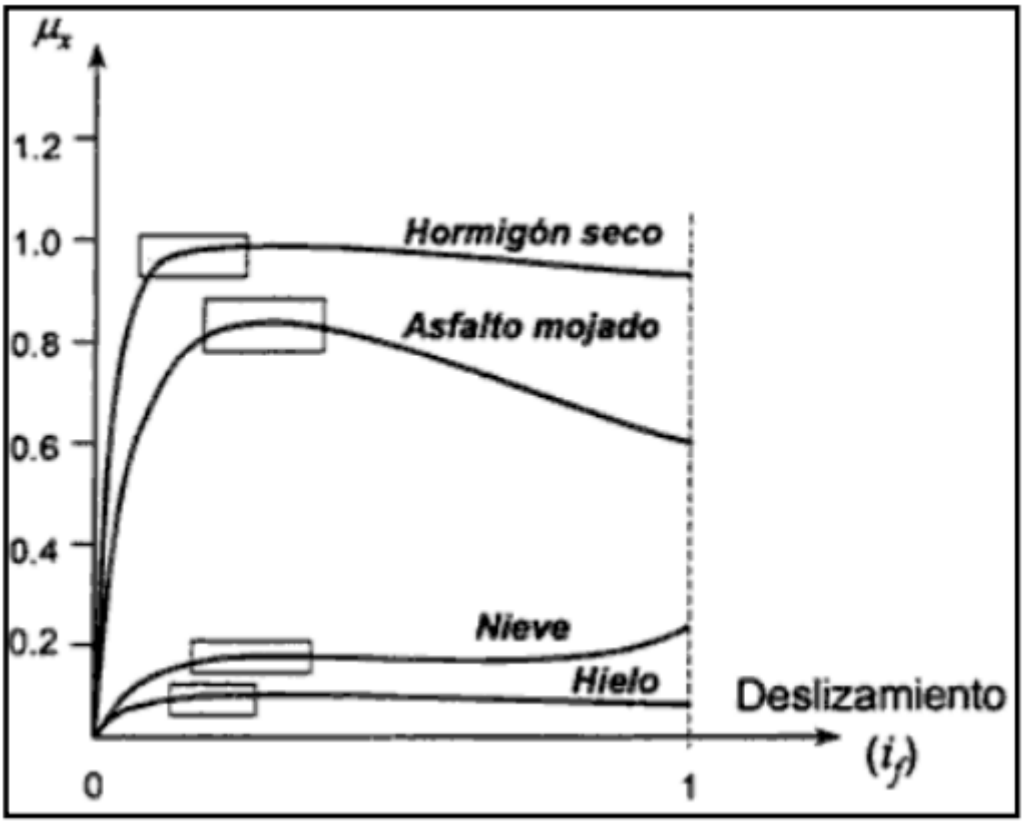


Fig. 1.5 Campos de regulación del ABS para diferentes condiciones en carreteras.

Fuente: Luque Rodríguez pablo, Álvarez Mántaras Daniel, Investigación de accidentes de tráfico, Universidad de Oviedo, 2013, pag 206

El ABS evita que el deslizamiento por frenado llegue a valores críticos, manteniendo siempre la fuerza máxima de frenado constante, en donde se concentra la zona de mayor estabilidad. En la zona inestable se presenta una reducción de la fuerza de frenado donde se da el bloqueo de las ruedas.

Como una excepción en carretera con nieve el bloqueo de la rueda (*if* = 1) provoca un aumento de la fuerza de frenada como se puede observar en la figura 1; ya que se crea una cuña delante del neumático que se opone al movimiento disminuyendo la distancia de frenado, esto en un vehículo sin un sistema ABS de frenado únicamente.

1.5.4 Eficacia de los frenos

La eficacia de frenado que posee una motocicleta viene dado en forma porcentual, y representa la máxima desaceleración a la que puede frenar, este valor depende del coeficiente de adherencia existente entre la rueda y el terreno en función de la fuerza que los frenos aplican y el peso del vehículo. La máxima eficacia de los frenos tiene un valor del 100% cuando la fuerza del frenado es igual al peso del vehículo. Normalmente se consideran buenos frenos a los que tienen una eficacia del orden del 80%.

$$E = \frac{d}{g} \tag{4}$$

Donde:

d = desaceleración del vehículo (m/s^2)

$g = gravedad\ \left(\frac{m}{s^2}\right)$

Multiplicando la desaceleración y gravedad por la masa del vehículo de la ecuación tres (3) se obtiene:

$$E = \frac{m \times d}{mxg} = \frac{Ff}{p} \tag{5}$$

Donde:

E = Eficacia de los frenos (%)

Ff = fuerza de frenado (N)

p = Peso del vehículo (N)

1.5.5 Transferencia de carga

El peso que soporta un eje es estáticamente diferente, el eje posterior siempre soporta más peso que el delantero, ya que el motor se encuentra ubicado en la parte central pero con mayor incidencia al posterior por la geometría del vehículo, y más considerando el peso de la caja de cambios, grupo de tracción y peso del conductor. Al momento de frenado se genera una fuerza de inercia que hace que el peso en los ejes varíe produciendo una transferencia de peso del eje posterior al eje delantero, aumentando el peso que soporta en ese instante (frenado delantero) (Ochoa-Calle 2004) como se puede verificar en la figura 1.6.

Fig. 1.6 Efecto de transferencia de carga por frenado delantero.

Fuente: www.taringa.net/posts/autos-motos/15414247/Introduccion-al-frenado-de-motocicletas.html

1.5.5.1 Frenado con la rueda delantera

La horquilla telescópica y aquellos otros tipos de suspensión que se hunden al frenar, presentan un extraño e indeseable efecto con el solo efecto de apretar la manigueta de freno. La carga vertical de la rueda delantera puede disminuir durante un periodo de tiempo muy corto, lo que aumenta la posibilidad de bloquear la rueda delantera de forma inadvertida. Contrariamente, cuando la fuerza de frenado

desaparece o se reduce, como por ejemplo cuando la rueda delantera se bloquea, produce una fuerza (fs) que puede impedir a restituir toda la capacidad de frenado. Puede dar la sensación de que esto está direccionado al fenómeno de transferencia de carga hacia adelante.

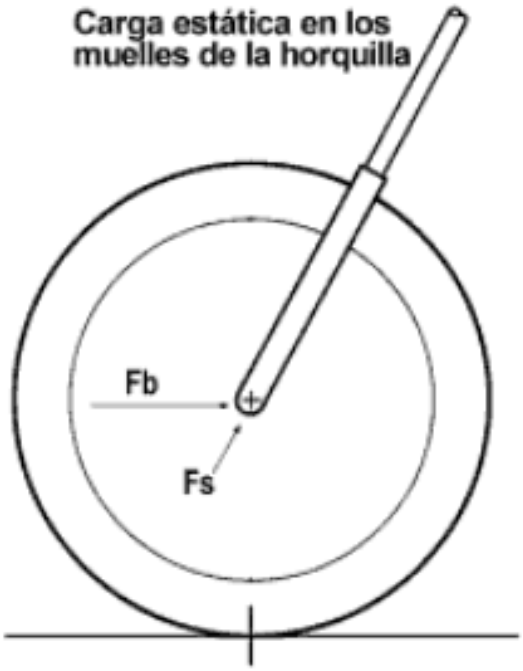


Fig. 1.7 Carga estática en los muelles de la horquilla

Fuente: Estudio dinámico de un modelo de motocicleta

En la figura 1.7 se aprecia las fuerzas existentes en el momento en el que accionamos la manigueta de freno. La fuerza de frenado FB aparece, generando la componente Fs, que actúa sobre los muelles, esta fuerza tiende a levantar la rueda posterior, reduciendo la fuerza que existe entre el neumático y la carretera. La transferencia de carga hacia el neumático delantero no es instantánea, llega al neumático a través de los muelles y el sistema de amortiguación de la horquilla, por lo que sólo puede aparecer conforme la horquilla va comprimiéndose. En el instante en que apretamos el freno, se crea una fuerza horizontal que va hacia atrás (Fb) y debido al ángulo de lanzamiento (inclinado hacia adelante), se produce una fuerza adicional en la dirección de los muelles de la horquilla (Fs). Así, hasta que no exista una transferencia de carga suficiente, esta fuerza adicional Fs intentará

comprimir la horquilla haciendo que la rueda posterior se levante y reduciendo la fuerza de contacto que existe entre el neumático y la carretera. (Foale 2006)

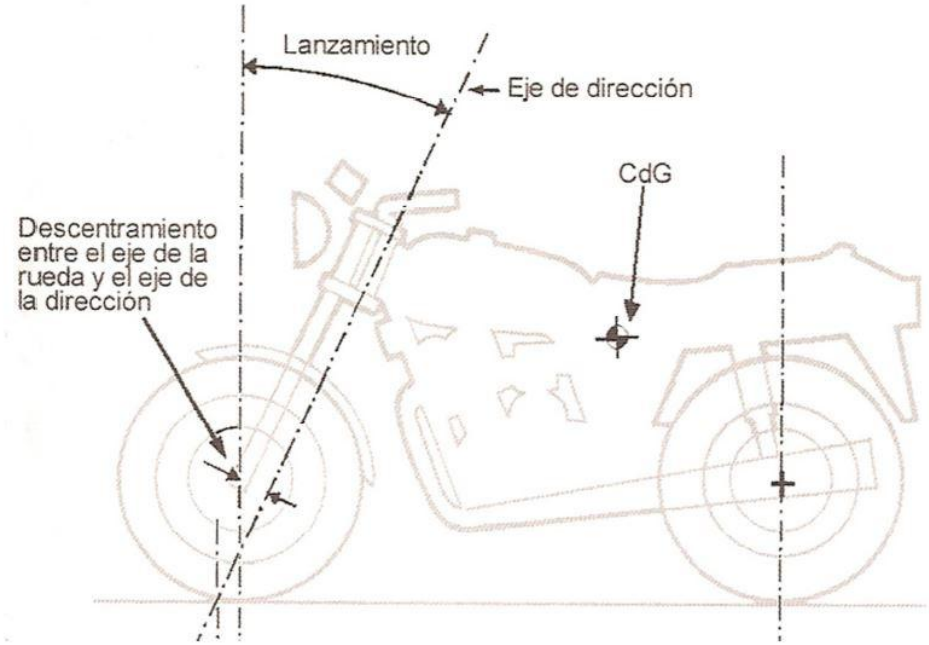


Fig. 1.8 Esquema levantamiento rueda posterior

Fuente: Estudio dinámico de un modelo de motocicleta.

La figura 1.8 nos permite apreciar los movimientos que existen por las fuerzas de frenado delantero, analizando los puntos de contacto y ejes de dirección. Al accionar el freno delantero a una velocidad baja la rueda delantera se inclina, provocando un desplazamiento del punto de contacto de la rueda con el suelo por el eje de dirección, lo que a su vez realiza la compresión de las horquillas telescópicas. Las horquillas al ser deformables para esfuerzos de tensión como de compresión generan grandes deformaciones en el puente delantero, si se sobrepasa los límites de compresión de las horquillas, toda la energía proporcionada por los frenos deslizara la motocicleta causando que el eje de dirección alcance el eje vertical de la rueda disminuyendo el ángulo existente entre los ejes, posteriormente al levantamiento de la parte posterior.

El ángulo de lanzamiento varía según el diseño de las motocicletas gracias a la gran aplicación significativa que existen. Este valor está comprendido desde 19º para

motocicletas de competencia, 21º a 24º modelos deportivos y 37º a 34º en modelos utilitarios. Por lo que un ángulo de lanzamiento muy pequeño producirá esfuerzos muy elevados en las horquillas telescópicas durante la frenada, haciéndolo más propenso a la perdida de maniobrabilidad y aumentando su accidentabilidad.

1.5.5.2 Frenado con la rueda posterior

Al accionar el mecanismo de freno para la rueda posterior por medio del pedal de freno ubicado en la parte baja del lado derecho de la motocicleta, se crea una fuerza que tiende a desestabilizar el eje posterior pudiendo provocar una inclinación que aumenta el grado de accidentabilidad para el conductor. La fuerza de inercia en el neumático posterior equilibra la transferencia de carga en el centro de gravedad ya que se encuentra más alejada del centro de masa. Este tipo de frenado actúa en la motocicleta con una eficiencia de frenado no tan efectiva para detenciones cortas, ya que solo se puede considerar el accionar el pedal de freno para equilibrar la transferencia de carga excesiva que se pueda generar por el sobre esfuerzo del freno delantero. Una frenada posterior correcta permitirá un anti-levantamiento en función de las dimensiones del basculante posterior (figura 1.9).

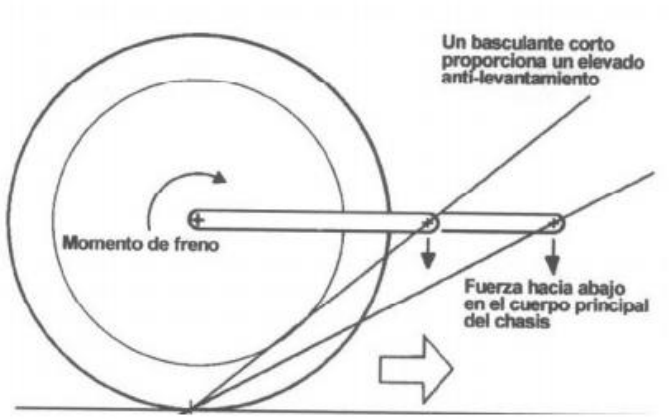


Fig. 1.9 Grado de anti-levantamiento en función de la longitud del basculante

Fuente: Estudio dinámico de un modelo de motocicleta

1.6 Sistemas de frenos ABS

El sistema frenos antibloqueo (ABS) es un sistema que evita que las ruedas se bloqueen y derrapen al frenar, con lo que el vehículo no solamente desacelera de manera óptima, sino que permanece estable y permite direccionar durante la frenada (poder maniobrar mientras se efectúa la frenada) (Área Tecnología 2014).

1.6.1 Funcionamiento básico

El sistema de frenos ABS comprende de un elemento sensor de revoluciones en cada rueda que está conectado con la unidad central de control electrónico, con esta información, la unidad de mando determina cuando una rueda está a punto de bloquearse o que esté completamente bloqueada y activa el módulo regulador de presión del sistema de frenado. La unidad central de control también detecta cualquier desperfecto presente en el sistema.

Los moduladores, uno para cada rueda, se encuentran adosados a dicha unidad de mando reduciendo, reteniendo o restaurando la presión en una o más vías, con independencia del esfuerzo del conductor sobre el pedal o la manigueta de accionamiento del sistema de freno

1.6.2 Presentaciones de sistemas ABS para motocicletas

Los sistemas de antibloqueo de frenado para motocicletas han avanzado hasta tener una gran incidencia en todos los vehículos de transporte desde aviones y hasta pequeños monoplazas, para mejorar las distancias de frenado, respuestas de los mismos y evitar accidentes que afecten la vida de las personas que se movilizan. Por tal razón desde su invención hasta la actualidad se ha presentado una clasificación de sistemas para motocicletas que permitan sobre guardar la integridad de los conductores.

1.6.2.1 ABS última generación (V 9.0)

Los sistemas antibloqueo de frenos generación 9 son modulares y escalables en el diseño. Esto significa que, al utilizar una estrategia de control único, estos sistemas pueden ser adaptados a cada tipo y tamaño de motocicleta. Desde una motocicleta liviana a una rutera resistente. Y el hecho de que están entre los sistemas más pequeño y ligeros, con un peso de 0,7 kilogramos, sonarían como el más eficiente para todos los motociclistas, ya que no influenciaría en la geometría o peso de la motocicleta.
Los sistemas generación 9 están disponibles en dos versiones:

1.6.2.1.1 ABS Base

La versión básica, con protección optimizada contra bloqueo de ruedas. Ideal para cualquier tipo de motocicleta con frenos hidráulicos delanteros y traseros.

1.6.2.1.2 ABS Plus

Con sensor de presión integrado para estabilidad mejorada del vehículo durante maniobras de frenado extremas. Especialmente adecuado para motocicletas deportivas y super deportivas

1.6.2.2 ABS enhanced

Este sistema permite que los frenos (delantero y posterior) comuniquen el uno con el otro. Los frenos delanteros y traseros de una motocicleta responden al comportamiento de frenado del conductor de formas completamente diferentes. Si bien el freno delantero se utiliza a menudo muy poco en el caso de una emergencia por temor de que la motocicleta se de vuelta, la rueda trasera se frena demasiado fuerte y se bloquea.

El sistema de ABS enhanced brinda la solución a este problema: gracias a un sistema de frenado combinado controlado electrónicamente (eCBS), la presión de frenado se distribuye de manera óptima entre las ruedas delanteras y traseras, independientemente de qué freno utiliza el conductor. Ya sea en un semáforo que cambia de forma repentina o para evitar un accidente en caso de emergencia: el ABS enhanced calcula la distribución de la fuerza de frenado óptima para cada escenario de frenado (Bosch 2014)

1.6.2.3 ABS delantero para pequeñas motocicletas (light)

La versión ligera (light) y económica de la generación 9 de Bosch del sistema de control de frenado para motocicletas. Proviene de un solo canal de freno hidráulico, que controla a la rueda delantera

La unidad hidráulica comprende dos válvulas de control, una cámara de almacenamiento y una bomba. Tal como sucede con los sistemas ABS más potentes, el motor eléctrico que acciona la bomba de retorno se monta en este lugar, ya que es la unidad de control, en este caso una placa de circuito. La velocidad de referencia específica de la rueda se calcula mediante el sistema sobre la base de información de la velocidad transmitida por un sensor en la rueda delantera. Para lograr la mayor estabilidad posible durante el frenado, la velocidad de referencia específica de la rueda se adapta continuamente a la velocidad real del vehículo.

1.6.3 Sensor de revoluciones

El sistema de sensor de revoluciones para ABS (figura 1.10), también llamados captadores de rueda mide la velocidad instantánea que presenta al girar, enviando constantemente esta información a la ECU. El conjunto está compuesto por el captador o sensor y un generador de impulsos o rueda fónica (dentada) que gira junto al aro de la motocicleta. El sensor debe ser instalado de tal forma que quede posicionado frente a la corona dentada, dejando un entrehierro de un milímetro entre ambos

Fig. 1.10 Sensor de revolución

Fuente: Sensor de revolución montado en una BMW K 1100 LT SE

CAPÍTULO 2

SELECCIÓN DEL SISTEMA ABS

Como se indicó en el capítulo anterior, la misión del sistema de frenos es disminuir o eliminar la velocidad que presenta un vehículo en movimiento cuando se aplique o trabaje el sistema de frenos. Mediante la eficacia y eficiencia de la detención con respecto a la distancia y tiempo mínimo que se produzca, se podrá obtener un alto porcentaje en la medición del frenado óptimo para garantizar la seguridad activa y pasiva del conductor. Por tal razón se debe seleccionar minuciosamente el tipo de sistema de frenos a ocupar según los fenómenos físicos presentes en el desarrollo de la detención de la motocicleta.

Para analizar estos tipos de fenómenos del frenado de una motocicleta, se deben realizar los siguientes cálculos:

2.1 Fuerzas de frenado en la motocicleta

En este capítulo se tendrá dos tipos de fuerzas de frenado a analizar, la fuerza de rozamiento estático y la fuerza de rozamiento dinámico

2.1.1 Fuerza de rozamiento estático

Como ya se vio en el capítulo anterior la fuerza de frenado estático es la fuerza de rozamiento que tiene un coeficiente de rozamiento igual a cero (μmax), este valor llamado coeficiente de fricción estático (μe) va aumentando a medida que la fuerza de frenado crece y viene representado por la ecuación

$$0 \leq \mu e \leq \mu max \qquad (6)$$

Donde:

μe = *coeficiente de rozamiento estático*

μmax = *coeficiente de rozamiento máximo*

“El coeficiente de rozamiento estático depende del tipo de neumáticos, de su estado de desgaste y de la presión de inflado (mayor presión menor contacto, menor presión mayor contacto con la calzada), al igual de la calidad del pavimento. En la tabla 2 se puede apreciar los valores referenciales de los diferentes materiales que intervienen en la fuerza de frenado estático, directamente con analizados en el coeficiente de rozamiento.

Tabla 2.1 Valores coeficiente de fricción estático μe

TIPO DE SUELO	ESTADO	NEUMÁTICOS NUEVOS	NEUMÁTICOS USADOS
Hormigón	Seco Mojado	1 0.7	1 0.5
Asfalto grueso	Seco Mojado	1 0.7	1 0.5
Asfalto normal	Seco Mojado Barro Hielo	0.6 0.5 0.2 0.05	0.6 0.3 0.1 <0.05
Asfalto Compacto	Seco Mojado	0.6 0.65	0.6 0.3

Fuente: Calculo y análisis dinámico de un automóvil, 2012

La fuerza de rozamiento estático existe siempre y cuando el vehículo no esté en movimiento o cuando esta fuerza es producida por el coeficiente de fricción estático y mantenga al vehículo sin movilidad como se indica en la figura 2.11. Este tipo de fuerza se la puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Fs = N * \mu e \tag{7}$$

Donde:

F_s= Fuerza de rozamiento estático

N= Fuerza que somete el neumático sobre el terreno

La fuerza de fricción que se produce por la adherencia de la rueda con el terreno permite que los neumáticos del vehículo puedan rodar o que el automóvil pueda desplazarse sobre el terreno, ya que la fuerza F aplicada al centro de gravedad del vehículo para que circule sobre el suelo tiene que ser mayor a la fuerza de frenado estático entre neumático-piso.

Es decir que $F > F_s$ el automóvil se mueve, en caso de que $F < F_s$ el vehículo no se mueve (Neira y Moncayo 2014).

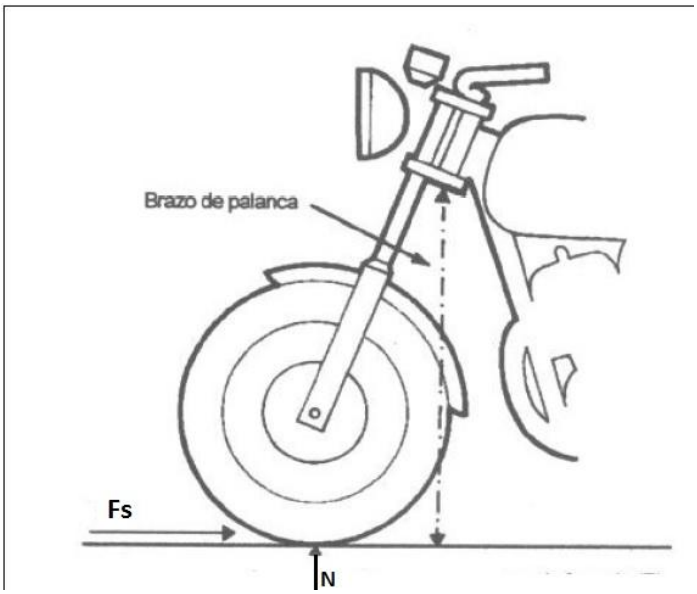


Fig. 2. 11 Fuerzas de frenado en una motocicleta

Fuente: Estudio dinámico de una motocicleta,

2.1.2 Fuerza de rozamiento dinámico

Como se analizó en el capítulo anterior, si la rueda patina sobre la calzada, la fuerza de frenado presente es la fuerza de rozamiento dinámica, que es el momento en que se supera el valor del coeficiente de adherencia máximo (μmax), y se convierte en un coeficiente de fricción dinámico (μd). El coeficiente dinámico es inferior al de adherencia y por tanto menor al estático.

Una frenada con coeficiente de rozamiento dinámico producirá el bloqueo de los neumáticos haciendo que la transformación de la energía cinética en la rueda provoque un aumento considerable de la temperatura produciéndose la fundición del caucho, quedando impregnada la marca producto del patinado de la rueda en la carretera.

2.1.3 Distancia de Parada

El espacio recorrido por el vehículo desde que se acciona el sistema de frenado hasta que se detiene por completo el vehículo se conoce como la Distancia de Parada. La distancia de parada depende de la presión que se ejerza en el mando de freno, de la fuerza de adherencia entre el neumático y piso, de la velocidad de marcha del vehículo en el momento de frenar, de la fuerza y dirección del viento.

Un cuerpo en movimiento genera una energía cinética representada por la fórmula:

$$Ec = \frac{m \,.\, v^2}{2} \tag{8}$$

Siendo la masa "*m*" del vehículo, que representa el cociente de dividir su peso total por la aceleración de la gravedad, y "*v*" la velocidad del mismo antes de accionar el sistema de frenado. Para detenerlo hay que aplicar una fuerza de frenado F_s entre neumático piso que se efectué en el espacio "e" que recorre el vehículo hasta pararse, un trabajo igual a la energía cinética que tiene que absorber. Así se puede describir:

$$e = \frac{m*v^2}{2} \tag{9}$$

De donde se puede despejar al espacio como:

$$e = \frac{v^2}{2*g*\mu e} \tag{10}$$

Como puede apreciarse, la eficacia de los frenos no está solamente en función de la velocidad del mismo, condiciones de adherencia entre los neumáticos con el piso y además la deceleración depende del coeficiente de adherencia y como el máximo valor de éste es de 1 entre piso y neumáticos en óptimas condiciones, entonces la deceleración máxima que se puede obtener es de 9.8m/s^2.

Otra manera de calcular la distancia de parada del automóvil luego de aplicar los frenos es utilizando la fórmula simplificada, sin tener en cuenta la resistencia del viento, suponiendo una buena adherencia del neumático con el suelo y ejerciendo la máxima presión al mando de frenado es:

$$e = \frac{v^2}{E*254} \tag{11}$$

En la que “e” es la distancia de parada en metros, v la velocidad del automóvil, y “E” la eficacia de los frenos; 254 es una constante para que las distancias vengan expresadas en metros.

2.1.4 Tiempo de Frenado

Es evidente que la detención de un vehículo consume un determinado tiempo, durante el cual se desplaza con velocidad decreciente. A continuación se examinan los conceptos relacionados con la cinemática del frenado.

Si a un automóvil se le aplica una fuerza de sentido contrario al movimiento, se producirá en él una deceleración (aceleración negativa); por tanto, si a un vehículo que está en movimiento se le aplica una fuerza de frenado F_s entre neumático con el piso, se origina una deceleración en su movimiento que será proporcional a la fuerza aplicada, al ser constante la masa “m” del mismo.

Según esto la desaceleración “d” producida en el vehículo es:

$$d = \frac{f_s}{m} \tag{12}$$

El tiempo de frenado T_f es:

$$T_f = \frac{v}{d} \tag{13}$$

Obteniendo el tiempo de frenado en función del coeficiente de adherencia entre neumático con el piso es (González 2007)

$$T_f = \frac{v}{\mu * g} \tag{14}$$

2.2 Componente del sistema de frenos convencional de la motocicleta CBF150M INVICTA

El sistema de frenos originalmente proporcionado en una motocicleta CBF150M INVICTA es de disco de frenos ventilados, tanto para la rueda posterior y delantera. Este sistema proporciona una mejor resistencia al sobrecalentamiento y no pierdan su eficacia al hacer contacto con el agua o humedad en el ambiente. Además de ser

más fiables que los frenos de tambor por su simplicidad mecánica, para el entretenimiento resulta más fácil y sencillo de realizar.

2.2.1 El disco de freno

Los discos de freno son la superficie sobre la cual interactúan las pastillas para detener el vehículo ya que el disco gira solidario con las ruedas. Ese rozamiento entre discos y pastillas produce la transformación de la energía cinética en energía calorífica, provocando una reducción de velocidad (BOSCH, 2012)

Los discos de freno no solo deben producir la transformación de energía sino que además deben conseguir que el calor producido sea transmitido al ambiente lo más rápido posible. El principio de funcionamiento está basado en que la energía cinética que lleva el vehículo debe dispararse en forma de calor, este calor se acumula principalmente en los discos; para luego ser disipado a la atmósfera de una forma eficiente. La propia geometría del disco permite la circulación de aire desde la campana hacia el exterior de la pista (Orellana y Songor 2007).

Fig. 2.12 Disco de freno

Fuente: Disco de freno, www.superbikeschoolsrs.com/discos-freno-moto

El disco de freno ventilado

El disco ventilado es la composición de dos pistas separadas por aletas en su interior; éstas garantizan la cohesión del disco permitiendo el paso de aire por su interior. Gracias a estas aletas, el enfriamiento del disco no solo se produce en la superficie exterior del disco sino que además se produce su enfriamiento por el interior. Este intercambio de energía depende en gran medida de la forma y de la orientación, ya que en algunos casos se oponen al movimiento del aire en su interior con lo cual su utilidad es negativa. Por ello debe existir un compromiso entre la eficacia y la orientación de las mismas. Generalmente son radiales y por lo tanto la colocación de los discos en la rueda delantera o posterior, no afecta a las propiedades de auto ventilación (Orellana y Songor 2007).

Fig. 2.13 Disco de freno ventilado

Fuente: FRENO DE DISCO VENTILADO, es.dreamstime.com/foto-de-archivo-freno-de-disco-ventilado-image41255449

2.2.2 Pastillas de freno

Estos elementos son los que están en contacto con el disco de freno para disminuir la velocidad del vehículo, están elaborados de una superficie metálica que soporta al forro y es el apoyo en la pinza. El forro se ajusta perfectamente en la superficie del disco de freno. Es importante que el material de los forros no sean conductores

altos de calor, por ejemplo los semi-metálicos presentan mayor conductividad térmica que los de amianto y pueden provocar una transferencia de calor excesiva hacia la pinza y así al líquido de freno que puede llegar a ebullición (Velásquez y Heras 2014)

Fig. 2.14 Pastillas de freno

Fuente: www.autonocion.com/frenos-disco-tambor-componentes-tipos-funcionamiento/

2.2.3 Mordazas de freno

También conocidas como pinzas de freno, son las encargadas de soportar y centrar a las pastillas de freno, además de contener a los actuadores hidráulicos de modo que empujen las pastillas contra el disco de freno, esta pieza soporta grandes esfuerzos durante el frenado, como vibraciones, temperaturas elevadas, y otros factores que estén presentes en el momento de la aplicación del sistema de frenos. Existen variedad de pinzas de freno, según la disponibilidad de espacio, marca de vehículo, y prestaciones, de manera que se puede encontrar pinzas con uno o más actuadores para cada pastilla. Todos los tipos se basan en el principio que después de liberar la presión en el sistema, continúe en contacto entre la superficie del disco y las pastillas, este contacto se garantiza por los retenes en el pistón de la pinza (Velásquez y Heras 2014).

Fig. 2.15 Mordazas de freno

Fuente: rafaelgarciatabas.blogspot.com/2015/04/unidad-11-el-sistema-de-frenos-i-8.html

2.2.4 Actuador Hidráulico

"La función primordial del actuador hidráulico es el de presionar a la pastilla contra el disco cuando se ejerce presión en el pedal de freno. Puede tener desde uno hasta 6 pistones dependiendo de la aplicación a la que se requiera

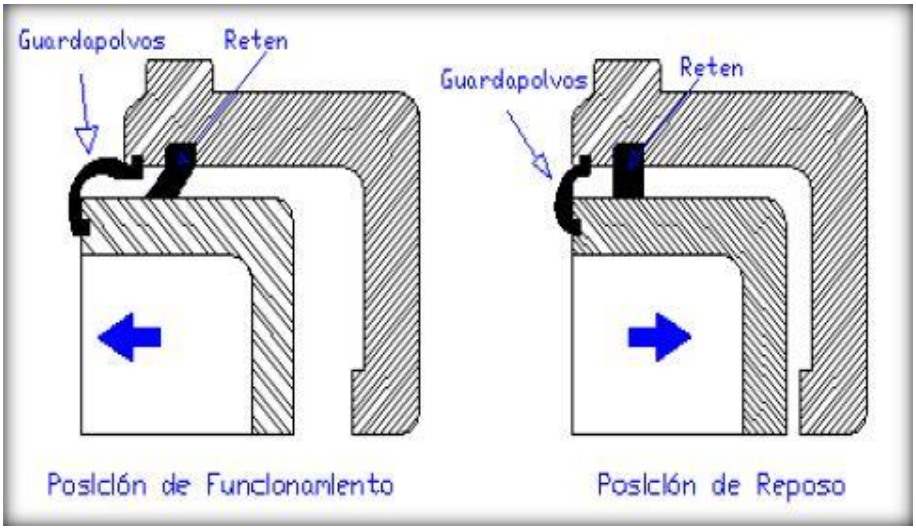


Fig. 2.16 Diagrama actuador hidráulico

Fuente: www.centro-zaragoza.com

2.2.5 Tuberías o cañerías

Las tuberías o cañerías se encargan de conducir el líquido de frenos desde el cilindro maestro hasta los bombines y actuadores de freno, estos deben soportar la presión interna del líquido así como las agresiones medio ambientales. Son generalmente fabricadas con un tubo de acero y recubiertas con un polímero. Se emplea telas de rayón de capas múltiples para las dos capas de refuerzo, que resisten la presión del tubo flexible diseñados para soportar la presión de 100bares (Velásquez y Heras 2014).

Fig. 2.17 Cañerías de freno

Fuente: www.mercadoracing.org/cañerias-freno

2.3 Tipos de sistemas de freno ABS para motocicletas

En la actualidad la marca que ha predominado en el desarrollo y mejora del sistema de frenado, con la inclusión de nuevas tecnologías ha sido la marca Japonesa Honda, pionera en la evolución de la seguridad activa de sus modelos de motocicletas y que ha impulsado a más motocicletas a desarrollar este tipo de sistemas, por tal razón es importante tener en cuenta todos los avances tecnológicos disponibles de que permitan disminuir la distancia de frenado e índices de accidentabilidad cuando se maniobre motocicletas en diferentes gamas de utilidad. A continuación veremos los diferentes tipos de sistemas de freno que se implementan en motocicletas.

2.3.1 Sistema de frenada combinada CBS

El sistema de frenada combinada o sistema de frenada integral CBS (Combinated Brake Sistem). Se ha empezado a utilizar en las motocicletas en los últimos tiempos para aumentar la seguridad de los motociclistas(Circula Seguro 2014). El sistema de frenos de una motocicleta permite frenar independientemente y en función de las necesidades que se encuentre, cada una de las ruedas, pero en algunos casos si no se tiene experiencia o destreza suficiente para accionarlos, puede llegar a producirse un bloqueo de las ruedas con lo que conllevaría a un incremento en la peligrosidad del manejo.

En una moto sin cambio de marcha mecánica o conocido comúnmente como automática, la manigueta de freno derecha controla el freno delantero y la izquierda el freno posterior. En el caso de las motos con cambio de marcha mecánica (con embrague múltiple), la manigueta izquierda hace las funciones de accionador para el sistema de embrague por lo que el accionamiento del freno posterior pasa a estar situado en el pie derecho por medio de un pedal. El freno delantero continúa en el mismo sitio. De esta forma, la parte derecha del cuerpo conjuntamente con sus extremidades (brazo y pierna) controla el freno y la parte izquierda el cambio de marchas.

A la hora de frenar, la máxima potencia se encuentra en el freno delantero. En algunos casos como las motos de turismo o pista no hay una excesiva transferencia de pesos sobre la rueda delantera por lo que el freno trasero puede ser utilizado también para ayudar en la deceleración, pero esto implica que la eficiencia del frenado no sea el adecuado si tan solo se ocupa un solo mecanismo para frenar.

El problema que existe en las motocicletas al frenar, es el peso que se traslada sobre la rueda delantera quedando la posterior con muy poco apoyo y siendo muy fácil de bloquear. Por otro lado, si frenamos sin tocar el freno delantero y usamos solo el posterior, la moto tardaría de tres a cuatro veces más en detenerse. Para evitar esto se desarrollaron los sistemas de frenada combinada o frenada integral. Lo que permite que nosotros solo accionemos uno de los frenos del sistema para trasladar cierta potencia de frenado a la otra rueda que no esté siendo activada, consiguiendo una frenada mucho más efectiva.

Esto se consigue haciendo que uno de los pistones situado en las pinzas o mordazas funcione de igual forma con el de la otra rueda. Por ejemplo, cuando frenamos solo

con la rueda posterior, un conducto que llega hasta la pinza delantera actúa sobre uno de los pistones, consiguiendo que automáticamente estemos frenando conjuntamente con la rueda delantera. Lo normal es que la frenada integral o sistema de frenada combinada actúe el mismo momento que se esté frenando con la rueda posterior aunque en algunas motocicletas también incorpora el sistema inverso, es decir, se acciona el freno posterior al accionar el freno delantero.

2.3.2 Sistema de frenos combinado DCBS

El sistema de frenado DCBS (Dual Control), similar a la del CBS, pero en este caso, accionando el freno delantero o el trasero, la fuerza de frenada se distribuye de forma óptima y combinada en ambos casos entre los dos trenes (Honda España 2014). Es decir que la válvula de control de presión actúa de igual forma para las dos ruedas en el instante que reciba una sobrepresión en el sistema interno de frenado. Este sistema al igual que su antecesor fue desarrollado por la marca Honda, ya que el impacto generado por el CBS podría generar una dificultad al manejar motocicletas por conductores no educados con este tipo de sistema.

2.3.3 Sistema de Frenos combinado electrónicamente C-ABS

En el 2009, Honda ha querido dar otro paso grande en sus sistemas de frenos y por primera vez habrá disponible un ABS Combinado controlado electrónicamente (C-ABS Electrónico). Las características particulares de una motocicleta de prestaciones altas, tales como una corta distancia entre ejes o un alto centro de gravedad que deben tenerse en cuenta y representan una de las mayores dificultades a la hora de instalar un ABS (Honda España 2014), han creado la necesidad de mejorar el sistema de frenos para esta gama de motocicletas, de tal forma que se desarrolló el sistema C-ABS.

Este sistema fue creado para no interferir en la conducción deportiva (altas velocidades) y es muy importante que el piloto no pierda el control en la conducción. Para una máquina de estas prestaciones, las frenadas extremas pueden considerarse como algo normal. Un sistema ABS debe permitir al piloto frenar muy

cerca de los límites antes de activarse, y cuando lo haga, la reducción de la fuerza de frenada debe ser muy suave para no perturbar a la máquina o al piloto.

El sistema C-ABS Electrónico proporciona todas las funciones básicas del ABS y el CBS, incluyendo la prevención del bloqueo de rueda, un mejor equilibrio y una frenada más fácil sin perder la efectividad del mismo. Esto se logra sin comprometer la estabilidad durante la actuación del ABS. El hundimiento delantero se minimiza de forma que la moto mantiene su posición normal. Su funcionamiento consiste al operar el pedal de freno, la unidad de control (ECU) analiza la entrada de información proporcionado por un sensor de presión hidráulica junto con la velocidad de la rueda. Según estos parámetros la ECU determina la presión a ejercer sobre la pinza (mordaza) del freno a través de uno de los dos moduladores que constan en el sistema.

A medida que se aplica más presión en el frenado o mayor esfuerzo en la manigueta o pedal de freno, aumentaremos la fuerza de frenado hasta el punto en donde el captador de velocidad de la rueda detecte el inminente bloqueo, de tal forma que la ECU activará la función CBS enviando la orden de aplicar presión hidráulica a las pinzas delanteras a través del modulador delantero con la finalidad de reducir la distancia de frenado. El sistema funciona de forma idéntica pero a la inversa al aplicar el freno delantero.

Como resumen, podemos decir que los moduladores actúan de forma independiente sobre ambos trenes y que la presión hidráulica viene dada por las órdenes de la ECU, que a su vez procesa los datos gracias a la información que proporcionan los diversos sensores que componen el sistema.

2.4 Constitución del sistema ABS

Un sistema de frenos ABS consiste en elementos mecánicos y electrónicos, los cuales no alteren o impidan el correcto manejo del vehículo y la funcionalidad del sistema. En lo común un sistema de frenos ABS está compuesto por:

- Ruedas Fónicas
- Sensores de rueda inductivos
- Cañerías de freno
- Modulo electrónico ABS

- Luz Testigo
- Base de soporte modulo electrónico
- Circuito eléctrico

2.4.1 Diseño de Ruedas fónicas para los aros de la motocicleta Invicta

Como se indicó en el tema anterior las ruedas fónicas deben estar asociadas con el giro de las ruedas, de tal forma que se analizó las diferentes posibilidades de adaptación de estos elementos mecánicos en la motocicleta. Dando como resultado el integrar dichos elementos en los aros de rueda tanto delantero como posterior según las medidas que presentan y la mejor adaptabilidad que presenten dentro de los parámetros de funcionamiento.

2.4.1.1 Rueda fónica delantera

La figura 2.18 visualiza la rueda delantera en su parte lateral derecha (figura A y B) y parte lateral izquierda (figura C y D); con lo que se puede apreciar de mejor magnitud posible para la ubicación de la rueda fónica. Si analizamos las medidas que se presentan en el lado derecho desde la Horquilla telescópica al disco de freno, existe un espacio menor a los 10mm, impidiendo que se pueda colocar un elemento adicional que gire con la rueda. Dejando como conclusión que el espacio más apropiado para la colocación de la rueda fónica sea el lado izquierdo correspondiente a las figuras C y D, con una medida mayor a los 20mm entre el Aro delantero y la Horquilla telescópica izquierda.

Bajo estos datos se puede establecer la necesidad de una Rueda fónica tipo disco para adaptarla en el Aro delantero. En la figura 2.19 se aprecia la rueda fónica delantera realizada en el programa de diseño AutoCad con las siguientes cotas según los siguientes análisis.

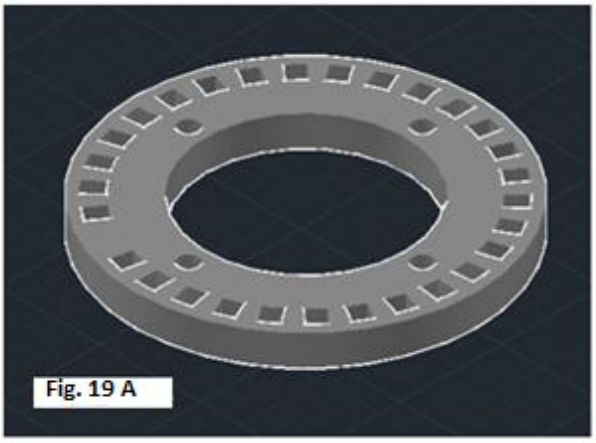
Diámetro Interior = 100mm; ya que el diámetro del cubo del aro de la rueda delantera es de 120mm y se necesita un espesor lo suficiente amplio para la sujeción de la rueda con el cubo.

Diámetro exterior = 170mm; con el diámetro del cubo de 120mm, se necesitará por lo mínimo de un desfase de dimensión en el diámetro exterior de la rueda fónica, ya que en este espacio se diseña los dientes de la rueda.

Número de dientes = 30; el captador de señal (sensor) necesita por lo menos de 28 señales por giro de la rueda para captar una señal correcta que luego será enviada al módulo electrónico.

Espesor diente = 8.64mm; una vez ya diseñado el número de dientes, se establece esta medida por los datos anteriormente recopilados. Ya que al no existir una fórmula que permita calcular este el número de dientes en este tipo de engrane. Se valoran las medidas según los parámetros obtenidos al diseñar la rueda fónica en el programa de AutoCad.

Fig. 2.18 Laterales izquierdo y derecho aro delantero



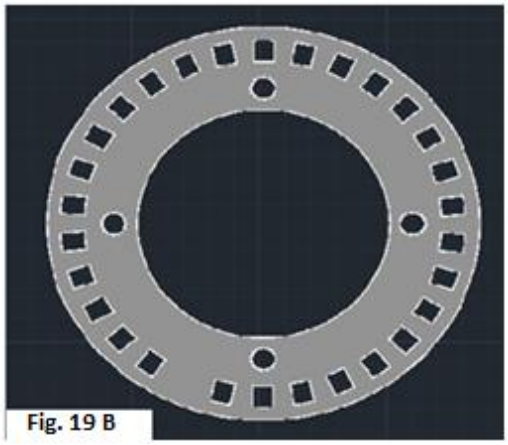


Fig. 2.19 Diseño rueda fónica delantera

2.4.1.2 Rueda fónica posterior

Analizando las características que presenta la rueda posterior en la figura 2.20, podremos analizar las medidas de la rueda fónica para el Aro y seleccionar el modelo a más correcto, ya que esta rueda es diferente a la delantera y presenta una superficie apta para incluir el tipo de rueda fónica de dientes rectos por el espesor que existe en el cubo del aro. El lado que permite una mejor funcionalidad para la colocación de la rueda, será el lado derecho (figura 2.20 C y 2.20 D), ya que coincide con la mordaza de freno posterior que permite adaptar el captador de señal. En la figura 1.21 se puede apreciar el diseño de la rueda fónica posterior con las siguientes cotas:

Diámetro interior = 152.8 mm; ya que el diámetro exterior del cubo de la rueda posterior es de la misma medida y la rueda el modelo de rueda fónica debe ir sobre la periferia del cubo.

Diámetro exterior = 175.8 mm; al ser la rueda fónica de dientes rectos, se recomienda tener una separación de como mínimo 5mm, para que la señal que capte el sensor no tenga interrupciones que dificulten la toma correcta de los datos.

Para este tipo de piñón se puede calcular el número de dientes y sus correspondientes medidas con las siguientes fórmulas:

$$z = \frac{De}{m} - 2 \qquad (15)$$

Z = número de dientes

De = diámetro exterior

m = módulo

Escogemos el valor del módulo por 3, que para su variación de 0.25 en 0.25 está normalizado desde 1 a 4. Con este valor y el del diámetro exterior podemos calcular el valor de Z, siendo igual a 56.6 dientes, por lo cual podremos redondearlo a un valor de 57 que está dentro de los parámetros para la captación de señales para la ECU.

El espesor que necesitemos de cada diente del piñón recto viene dado por la siguiente fórmula:

$$e = 0.5 \times P \qquad (16)$$

e = espesor diente

P = Paso circular = π x m (18)

Calculando el paso circular tenemos un dato de 9.4247, por lo cual nos entrega un valor de 4.71 para el espesor de diente, redondeándolo tendremos un valor de 5mm La altura del diente se calcula con la fórmula 2.25 x m (19), de tal forma que la altura del diente será de 6.75 mm.

Fig. 2.20 Laterales izquierdo y derecho aro posterior

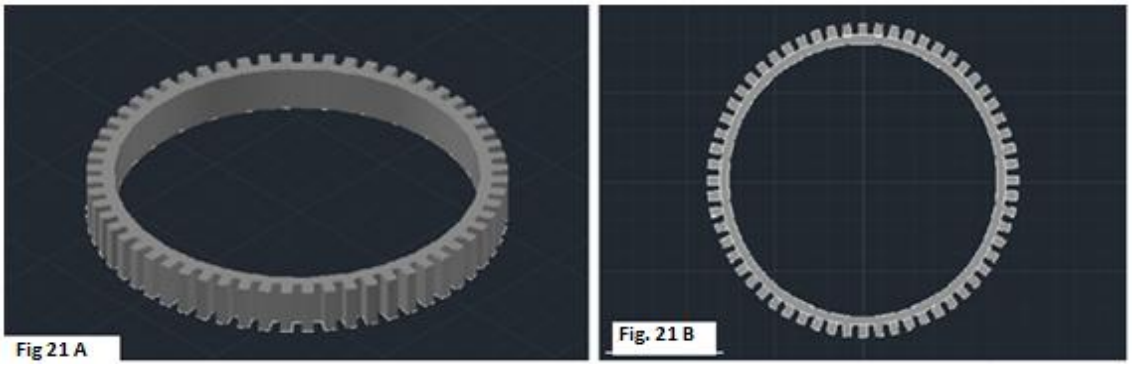


Fig. 2.21 Diseño rueda fónica posterior

2.4.2 Sensores de rueda inducidos

Los sensores de rueda inducidos, como dice su nombre inducen una tensión alterna al bobinado interno del sensor por medio de la variación del flujo magnético. Internamente el sensor está formado por una espiga polar la cual se encuentra arrollada (bobina), unido a la espiga polar se encuentra un imán permanente, este imán produce un campo magnético que afecta a los elementos del sensor hasta la rueda fónica frente al polo magnético (núcleo de hierro). La ubicación del sensor es perpendicular al de la rueda fónica por lo que la forma de montaje del sensor es polo plano (montaje radial) (Ortega y Bernal, 2012) como indica la figura 2.22.

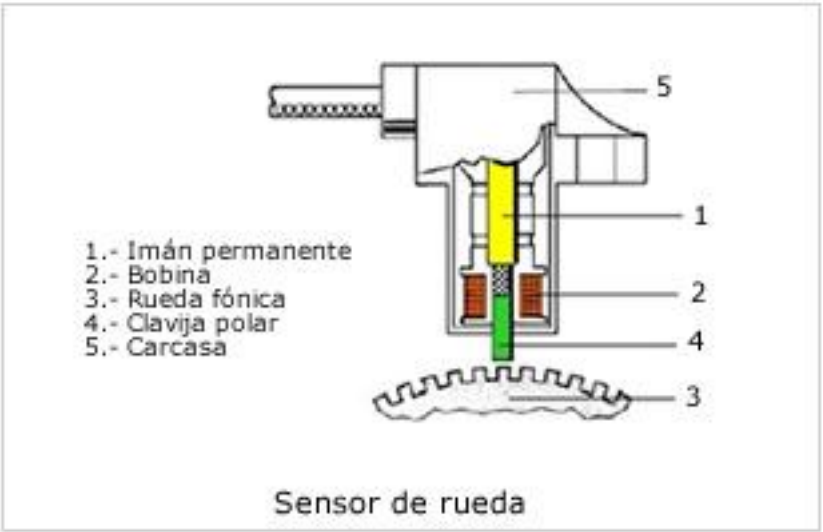


Fig. 2.22 Disposición sensor inductivo sobre rueda delantera

Fuente: Diseño de un sistema de inyección electrónico

2.4.3 Cañerías de Freno

La disposición de las cañerías para la implementación del sistema de frenos ABS debe de cambiar, considerando que ahora se tendrá un elemento que comande la presión y distribución del efecto de frenado (módulo ABS). Se debe considerar la distancia que deben tener ahora las cañerías, ya que irán desde los elementos de accionamiento de freno hasta el módulo electrónico, luego hacia los elementos de frenado como son las pinzas (mordazas) del sistema de frenos.

Para el sistema ABS se dispondrán de 2 cañerías desde los elementos de accionamiento como son la manigueta de freno (palanca de freno junto al mando del acelerador) y la palanca de freno (pedal de freno en la parte inferior derecha), hasta el módulo electrónico. De igual forma se dispondrá de dos cañerías que comuniquen el módulo electrónico con los elementos de frenado (pinzas) como se puede distinguir en la figura 2.23.

El material del cual deben estar hechas las cañerías y que permita la conducción del líquido de freno a los puntos de conexión; deben ser rígidos y metálicos. De igual forma los extremos de las cañerías deben de ser flexibles ya que estarán formando parte de los elementos móviles del vehículo.

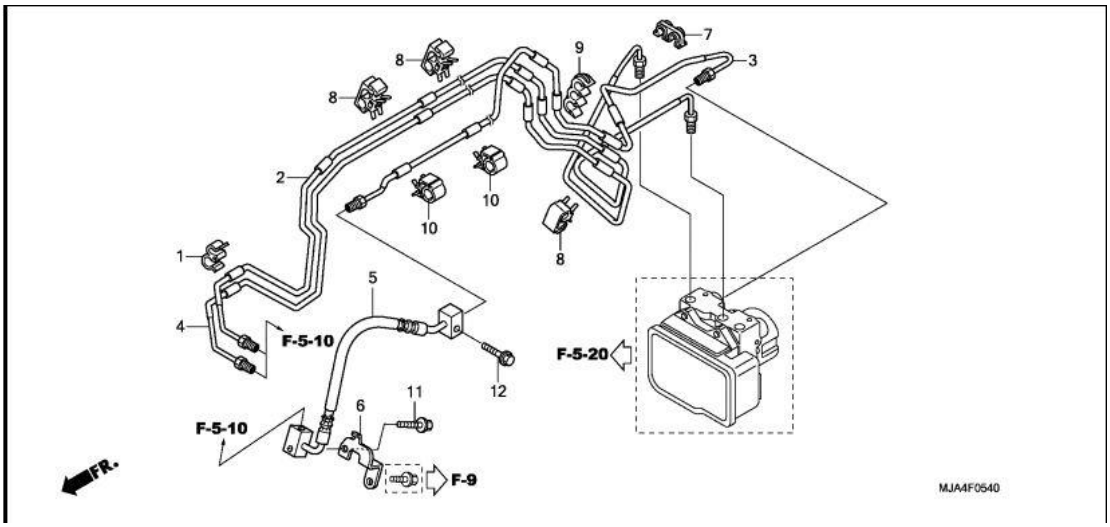


Fig. 2.23 Esquema cañerías ABS

Fuente: Catálogo partes, HONDA CBR250RA 2011

2.4.4 Módulo Electrónico

Este elemento es la pieza fundamental que permitirá el correcto desarrollo del sistema de frenado por ABS, ya que al ser instalado para un vehículo que disponga de dos ruedas en contacto con el asfalto y sean los principales ejes de estabilidad del vehículo. Se debe de considerar el ocupar un módulo que combine el frenado entre la manigueta de freno o el pedal de frenado, ya que la manigueta de frenado comanda directamente la fuerza de frenado hacia la rueda delantera y el pedal de freno la fuerza para la rueda posterior, se debe priorizar la eficiencia del frenado con estas dos ruedas. Si una rueda frenará más que la otra, el equilibrio y la disminución de la distancia del frenado no alcanzarán los niveles óptimos que lo justifiquen, por tal razón se debe escoger un módulo electrónico que garantice las necesidades de frenado mencionadas.

2.4.4.1 Módulo electrónico de 2 canales de entrada por 2 canales de salida

Durante el estudio de este trabajo de tesis y de la teoría anteriormente justificada, podemos concluir que el mejor y apto sistema de frenado por ABS, sea el que garantice la estabilidad y distancia de frenado. Al ser un vehículo que solo tenga 2 ruedas y las mismas estén equipadas por su elemento para el frenado, da por resultado la búsqueda y aplicación de un módulo electrónico de 2/2 vías.

2.4.4.2 Módulo electrónico NISSIN

Este módulo electrónico se compone de 2 sensores, 4 solenoides y 4 canales. Realiza pulsaciones de frenado entre 16 y 18 veces por segundo en la ECU. Al verificar todos estos datos que proporciona el módulo electrónico de la marca NISSIN, se puede tomar como punto de referencia la utilización de este mecanismo electrónico para la realización del sistema de frenos ABS en una motocicleta y disminuir el alto índice de accidentes de tránsito que se registran a nivel nacional. Esta unidad hidráulica posee en su interior un par de electro válvulas, dos para cada rueda, los acumuladores, los amortiguadores de presión y la bomba de presión del ABS en su interior (Manual Taller CBR250RA 2011)

Fig. 2.24 Módulo electrónico por ABS

2.4.4.3 Reseña del funcionamiento del módulo electrónico

El sistema de frenado por antibloqueo (ABS) está proyectado para ayudar a evitar el bloqueo de la rueda durante una frenada brusca o sobre una superficie resbaladiza. El sistema reduce la presión de fluido que ingresa a la mordaza cuando las ruedas están a punto de trabarse, repitiendo este ciclo según el desempeño del frenado para evitar que la rueda patine sobre la calzada. Cuando la unidad de mando del ABS detecta un problema en el sistema, el ABS detiene su función y vuelve al sistema convencional (Manual Taller CBR250RA 2011).

2.4.5 Luz testigo

Consiste en un sistema eléctrico ubicado en el tablero de instrumentos, en caso que la unidad electrónica de control detecte un desperfecto o avería en el sistema, enciende inmediatamente una luz de advertencia, donde inmediatamente el sistema deja de funcionar hasta que se corrija la falla presente. Cuando el sistema es cargado de energía (switch de encendido ON), la luz testigo se enciende para generar una prueba del sistema que toma alrededor de unos segundos. Cuando la prueba concluye la luz testigo desaparece del visor del tablero, de no ser de este modo y estar encendido cuando se da marcha al motor, esto significa que existe un percance en el sistema eléctrico del ABS.

Fig. 2.25 Referencia señal de luz testigo

Fuente: www.ro-des.com/mecanica/como-detectar-averias-sistema-electronico-frenos/

2.4.6 Base soporte módulo electrónico

La estructura encargada de anclar al módulo electrónico con el bastidor y soportarlo debe ser una base metálica resistente, antioxidante y debidamente estructurado para su debida aplicación. Este elemento deberá ser diseñado de tal forma que permita una adecuada colocación, correcta ergonomía al momento de verificar el módulo electrónico, distribución adecuada de las cañerías y sistemas eléctricos.

Fig. 2.26 Modelo de soporte para el módulo ABS

2.4.7 Circuito eléctrico

Para poder establecer de mejor forma los elementos sensoriales, se debe verificar la distribución del circuito eléctrico, capaz de permitir la optimación de espacio y evitar problemas a futuro.

Fig. 2.27 Circuito de frenado por ABS

Fuente: www.bolido.com/2010/12/podrian-obligar-a-colocar-abs-en-las-motos-de-la-union-europea/

2.5 Funcionamiento del sistema ABS

El sistema de frenos por ABS debe estar sujeto a los datos que procesen en la ECU, ya que estos permitirán un correcto desarrollo del funcionamiento del sistema. Este sistema debe realizar procesos que actúen de forma eficaz y rápida a las circunstancias que estén imperando.

2.5.1 Aumento de presión en el sistema

Durante una frenada con tendencia al bloqueo "la presión aumenta y la unidad de mando del ABS envía señales para cerrar la válvula selenoide EXT. y para abrir la válvula selenoide INT. El fluido de freno fluye desde la bomba hacia la mordaza permitiendo que las pastillas de freno no se traben con el disco y se realice el fenómeno de deslizamiento en la motocicleta.

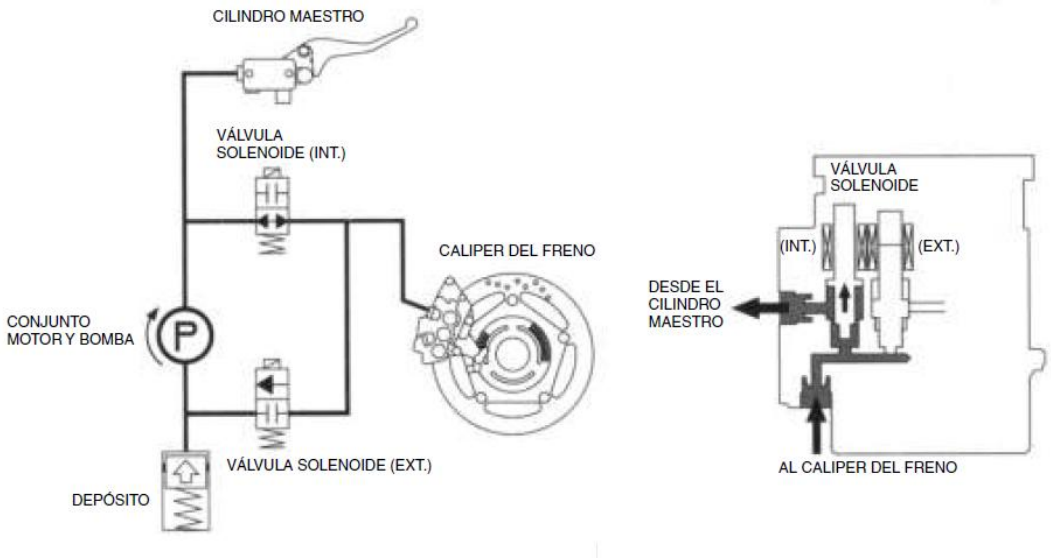


Fig. 2.28 Diagrama de aumento de presión en el circuito hidráulico de freno

Fuente: Manual Taller, HONDA CBR250RA 2011

2.5.2 Presión estable

Si al momento de frenar el vehículo, la fuerza del frenado es significativamente fuerte, capaz de bloquear alguna rueda, es posible entonces modificar la presión en ese cilindro de rueda excitando una de las dos electroválvulas. La unidad de mando del ABS envía señales para cerrar la válvula selenoide EXT. y para cerrar la válvula selenoide INT. El fluido de freno es conducido desde la bomba de freno hacia la mordaza.

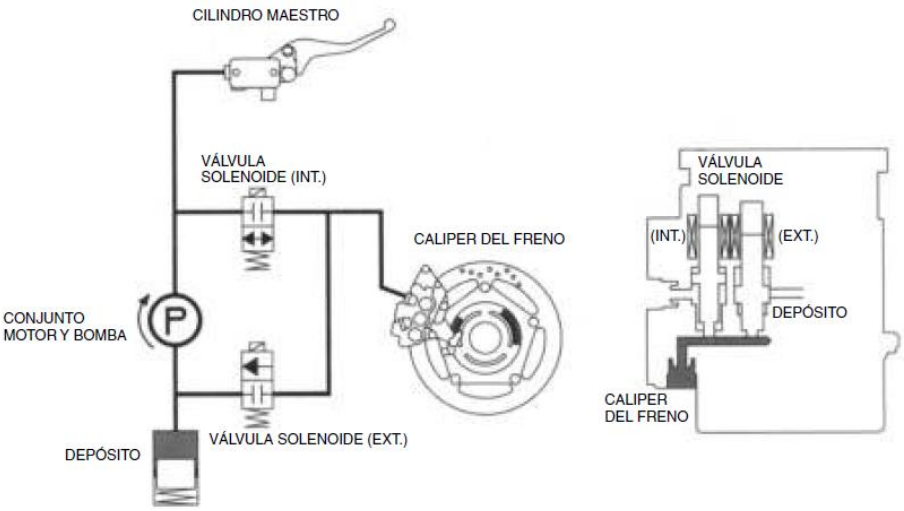


Fig. 2.29 Diagrama de presión estable en el circuito hidráulico de freno

Fuente: Manual Taller, HONDA CBR250RA 2011

2.5.3 Disminución de presión

Cuando el ABS detecta que una o las ruedas de la motocicleta se va a trabar, la unidad de mando del ABS envía señales para activar el conjunto motor y bomba para abrir la válvula selenoide EXT y para cerrar la válvula selenoide INT. El fluido de freno desde el la bomba de freno no puede fluir hacia la mordaza, permitiendo así que fluya hacia el depósito, comprimiendo el resorte bajo en el diafragma del depósito, lo que ocasiona que el motor y bomba del conjunto provoque la vibración de la bomba de freno (Mora y Gramal 2013).

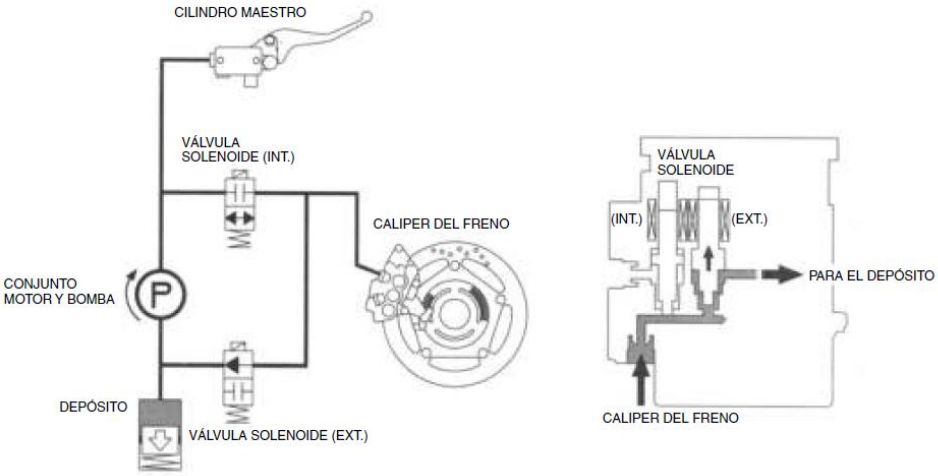


Fig. 2.30 Diagrama descarga de presión en el circuito hidráulico de freno.

Fuente: Manual Taller, CBR250RA 2011

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS ABS EN LA MOTOCICLETA CBF 150M INVICTA

3.1 Análisis del sistema convencional de frenos

3.1.1 Componentes del sistema de frenos

3.1.1.1 Pedal de freno.

Mando que consiste en una palanca accionada por el pie (MotorGiga 2015). Permitiendo el accionamiento del sistema posterior de frenado en la motocicleta al ejecutar un esfuerzo físico moderado con el pie derecho del conductor. El sistema funciona mediante la aplicación de una fuerza sobre el pedal que actúa como palanca o eje de cambio de dirección hacía el cilindro de freno posterior, donde la fuerza se transforma en presión gracias al sistema hidráulico, por lo cual se produce una transferencia de esfuerzo por la cañería de goma que conecta con la mordaza de freno posterior, permitiendo el accionar el mecanismo de frenado por parte de las pastillas junto al disco.

3.1.1.2 Manigueta de freno

Mando que consiste en una palanca accionada por la articulación de la mano, permitiendo el accionamiento del sistema de freno delantero de la motocicleta al aplicar una fuerza y la misma cambiando de dirección por parte de la manigueta y actuando en el cilindro de freno maestro, transformando la fuerza aplicada en presión hidráulica, transmitida por la cañería de goma hacía la mordaza delantera que permite ejecutar el frenado por parte de las pastillas de freno junto al disco.

3.1.1.3 Cañerías de goma

Son conductos de goma donde el líquido de freno es conducido desde los elementos hidráulicos hacía los mecánicos, permitiendo que fluya con normalidad. La importancia de este tipo de cañerías es su facilidad de acoplarse a distintas superficies de contacto y permitir que el líquido no cambie su trayectoria o se altere. Su principal característica es de soportar niveles altos de presión que se generan en el sistema (Aficionados a la mecánica 2015)

3.1.1.4 Bomba de freno

Este elemento es uno de los principales del sistema de freno hidráulico, ya que es el encargado de generar la presión que debe actuar sobre los pistones y bombines de freno ubicados en las mordazas (Aficionados a la Mecánica 2015). Transforma la fuerza generada del pedal o manigueta de freno en fuerza hidráulica para el accionamiento de los dispositivos de frenado para las ruedas. En la motocicleta, se trabaja con dos bombas de freno, una comandada por el pedal de freno para la rueda posterior y otro por la manigueta de freno para la rueda delantera.

3.1.1.5 Interruptores de Luz

Son elementos eléctricos generadores de pulsos eléctricos, con la misión de encender las luminarias de STOP en el vehículo. La importancia de este elemento es el permitir informar las acciones de frenado que realiza la motocicleta para los demás transeúntes que se movilizan por su periferia. Consiste en un pulsante eléctrico que comanda una señal hacía las guías iluminarias ubicadas en la parte posterior.

3.1.1.6 Mordazas o pinzas de frenado

Las mordazas constituyen el sistema rígido de freno en la motocicleta, consiste en un émbolo o pistón al cual se le aplica una presión hidráulica al accionar los elementos de frenado. Los émbolos presionan las pastillas de freno hacía el disco de freno. Este tipo de frenos presentan una alta resistencia y buena frenada por lo

cual es comúnmente utilizada en las motocicletas, por las velocidades que pueden llegar a comprender.

3.1.2 Disposición del circuito de freno.

El circuito de freno en la motocicleta Honda Invicta es de distribución diferenciada, existe un circuito para la rueda delantera y otro para la rueda posterior. Esto se debe a que el accionamiento de frenado para cada rueda viene dado por un elemento multiplicador de fuerza para cada uno; la manigueta de freno para el frenado delantero y el pedal de freno para el posterior.

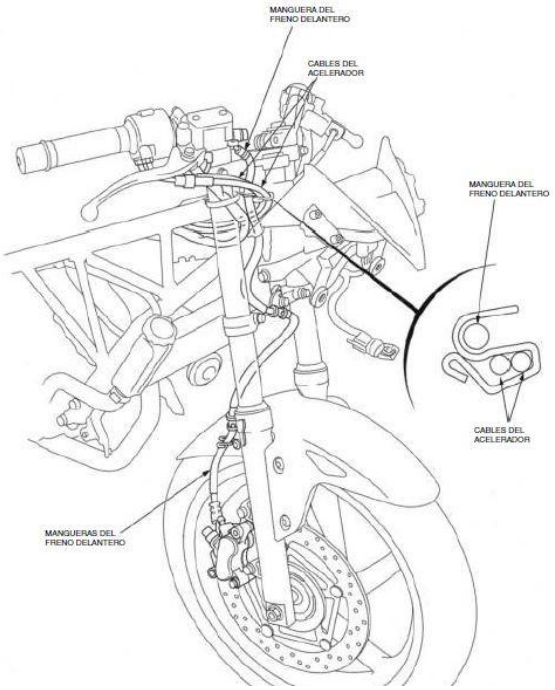


Fig. 3.31 Circuito de freno delantero

Fuente: Manual Taller, HONDA CBR250RA 2011

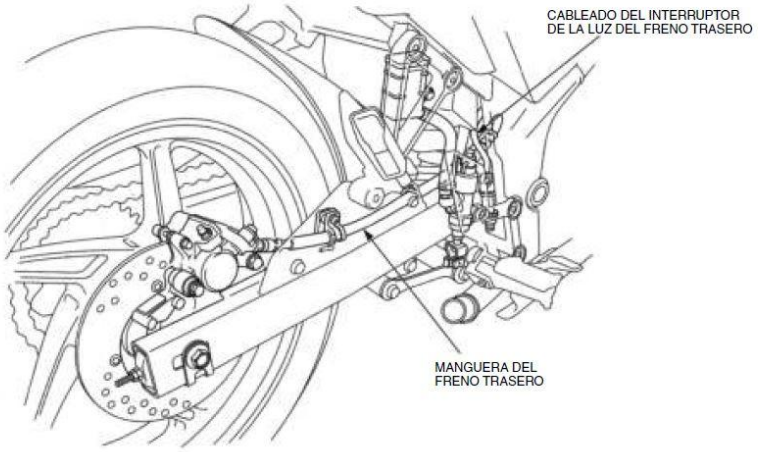


Fig. 3.32 Circuito de freno posterior

Fuente: Manual Taller, HONDA CBR250RA 2011

3.2 Disposición de los elementos dentro de la motocicleta.

3.2.1 Análisis estructural de la motocicleta

3.2.1.1 Chasís

El chasís es el conjunto de elementos que conforma la estructura básica de la motocicleta sobre la que irán montadas los componentes que forman el motor y caja de cambios (Cano 2013). La motocicleta Honda Invicta presenta un chasís tipo doble cuna, ya que desde la base de la columna de dirección descienden dos tubos estructurales pasando por debajo del motor, de tal forma que lo abraza por las partes laterales en su parte inferior hasta llegar a la unión del basculante. Este chasís es rígido ya que forman una estructura sólida.

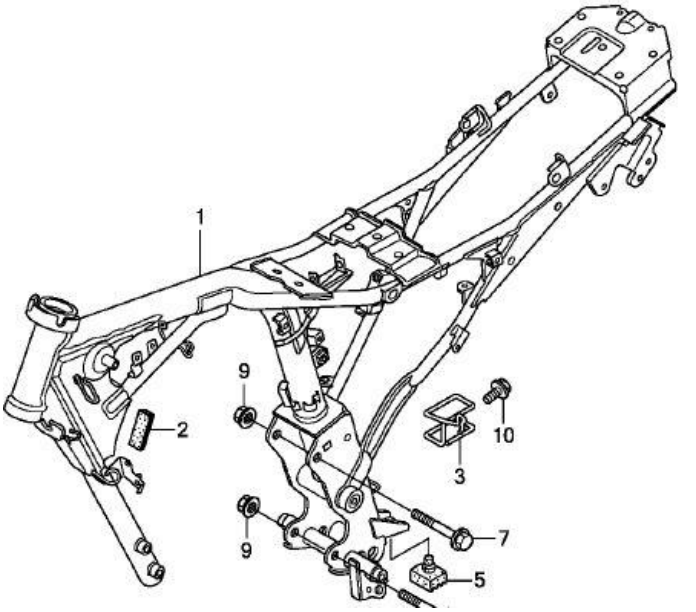


Fig. 3. 33 Chasís Honda Invicta CBF150M

Fuente: Catálogo partes, HONDA CBF150M

3. 2. 1. 2 Caja depurador

El depurador consiste en una pieza plástica formada por 6 tapas plásticas que lo determinan como caja capaz de albergar dentro de ella el elemento filtro de aire. Impidiendo de esta forma que ingrese al motor residuos sólidos grandes o polvo estacionario que se encuentra en el ambiente. Dentro de las medidas que presenta el módulo electrónico podemos apreciar que retirando los elementos de fábrica del sistema de depuración y filtrado del aire, se tiene un espacio adecuado para la colocación y sujeción del módulo en la motocicleta.

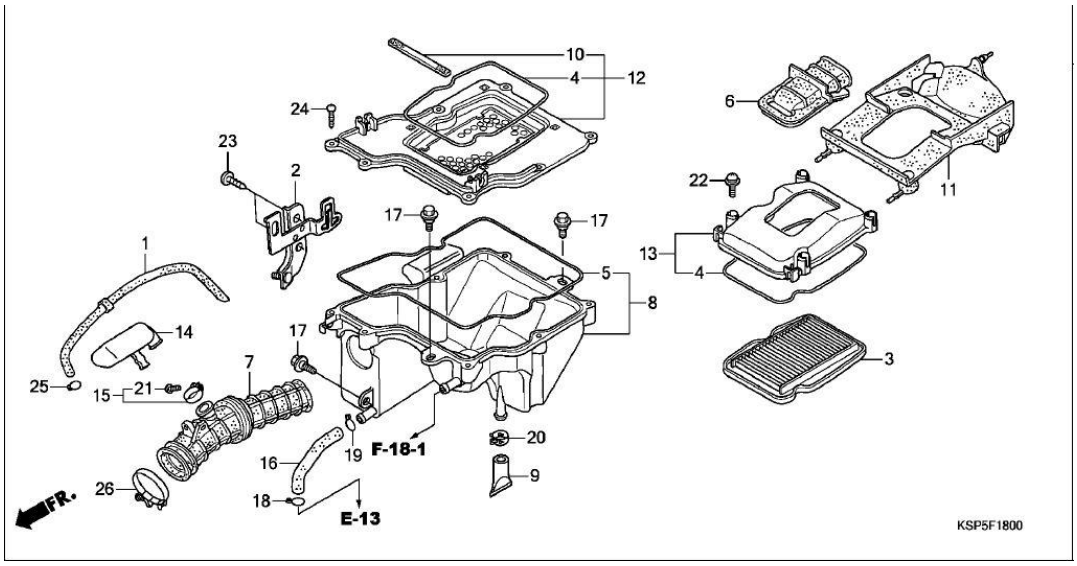


Fig. 3.34 Sistema depurador de aire en despiece

Fuente: Catálogo Partes, HONDA CBF150M

Fig. 3.35 Depurador de motocicleta armado

Fig. 3.36 Depurador motocicleta desarmado

3.3 Modificación de los elementos constructivos del sistema de frenos

3.3.1 Adaptación del módulo ABS

Para la adaptación del módulo ABS dentro de la motocicleta, consideramos dos fundamentos. Espacio y distribución del mismo con la misión de que cumpla sus características de toma de información por parte de la ECU y distribución del líquido hidráulico hacía los actuadores de frenado. Para tal objetivo se determinó el integrar dos platinas atornilladas, una en la estructura transversal del chasís y la otra en la base plástica del depurador para garantizar una estabilidad del cuerpo.

Fig. 3. 37 Depurador motocicleta desarmado

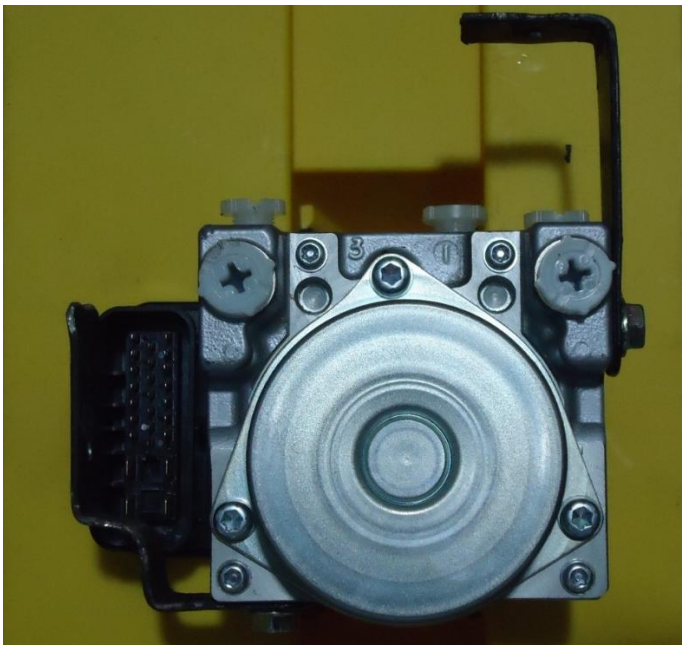


Fig. 3.38 Soportes de sujeción colocados en el ABS

3.3.2 Modificación del sistema Hidráulico por parte de las cañerías

Para garantizar la correcta fluidez del líquido de freno en el sistema hidráulico que corresponde desde el módulo ABS hacía los elementos de frenado, se realiza la fabricación de cañerías de goma con alma de aluminio para poder hermetizar el líquido y permitir la distribución de las cañerías dentro de una ordenada y segura colocación con los elementos de contacto. Para aquello se realiza a hacer la medida comprendida desde los accionado res del sistema de frenado hacía el módulo electrónico y desde las salidas de líquido a los elementos de frenado.

Tabla 3.1 Distribución y medida de cañerías

DISTRIBUCIÓN	MEDIDA
BOMBA DE FRENO DELANTERA – MODULO ABS	127 cm
MODULO ABS – MORDAZA DE FRENO DELANTERA	130 cm
BOMBA DE FRENO POSTERIOR – MODULO ABS	42 cm
MODULO ABS – MORDAZA FRENO POSTERIOR	85 cm

3. 4 Implementación de los elementos electrónicos del sistema ABS

3.4.1 Implementación de los sensores de rueda

Para la implementación de los sensores de rueda se debe primero realizar la adaptación de las ruedas fónicas, las mismas que permiten el captar la señal por parte de los sensores.

3.4.1.1 Implementación ruedas fónicas

Las ruedas fónicas implementadas son de material magnético, capaz de realizar un electromagnetismo con los sensores de tipo Hall. La adaptación se hace dentro de los espacios analizados en las ruedas de la motocicleta, capaces de permitir una correcta funcionalidad y entrega de datos que serán procesados por parte de la ECU del módulo ABS. Cada rueda se adaptó según la disposición que presenta cada rueda.

3.4.1.1.1 Rueda fónica delantera

La rueda fónica delantera fue adaptada entre la cavidad existente por parte del Disco de freno y el Aro delantero. La sujeción de la misma se realizó en el disco, ya que el disco se encuentra junto con el Aro delantero conectado, lo que permite a la rueda fónica girar conjuntamente con estos elementos y poder obtener los datos que el módulo ABS requiere del giro de la rueda delantera.

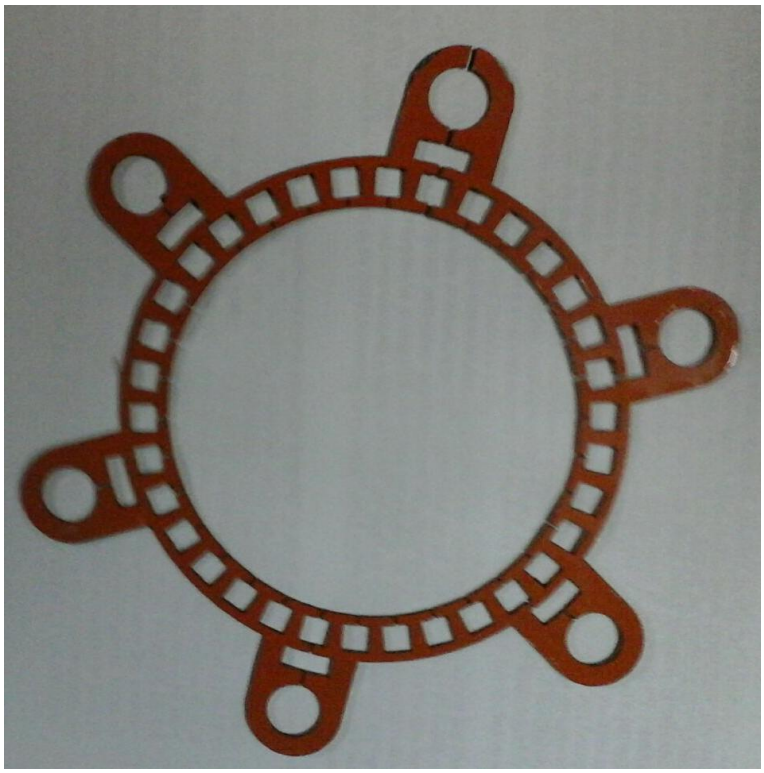


Fig. 3.39 Rueda fónica delantera

3.4.1.1.2 Rueda fónica posterior

La rueda fónica posterior fue adaptada entre la cavidad que existe en el aro posterior, bajo los pernos de apreté del disco de freno con el aro. La sujeción se realizó en el aro posterior, ya que presentaba las condiciones adecuadas para que la rueda gire alineadamente con el aro, permitiendo entregar el dato de giro de la rueda que el módulo ABS requiere.

Fig. 3.40 Rueda fónica posterior

Una vez ya instalado las ruedas fónicas se procede a instalar los sensores de freno, dejando una distancia de 3 mm entre sensor y rueda para que el electromagnetismo se genere. Esta adaptación se la hace junto a un elemento fijo que presente el sistema de frenos, por lo cual se lo realiza en las bases de sujeción de la mordaza de freno, adaptando platinas metálicas que permitan a los sensores estar fijos. El sensor de rueda captara la cantidad de veces que gire la rueda, permitiendo analizar por parte de la ECU y entregando la cantidad de presión hidráulica a la mordaza de freno, evitando el bloqueo de las ruedas.

3.4.2 Implementación Sensores inductivos

Los sensores inductivos ocupados son del tipo Hall, es decir un imán permanente conectado a un cableado, el mismo que enviará las señales de captación hacía la ECU del ABS. Para la adaptación se ocupó dos platina de 2mm de espesor, las mismas que fueron modificadas para que permita la correcta colocación de los señores y centrado con los agujeros de las ruedas fónicas. De esta forma se podrá obtener los resultados requeridos para el funcionamiento del sistema de antibloqueo de las ruedas, gracias al análisis del número de giro.

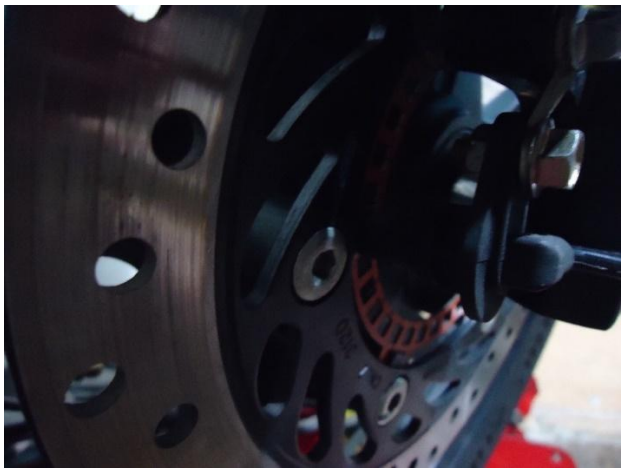


Fig. 3.41 Sensor freno delantero

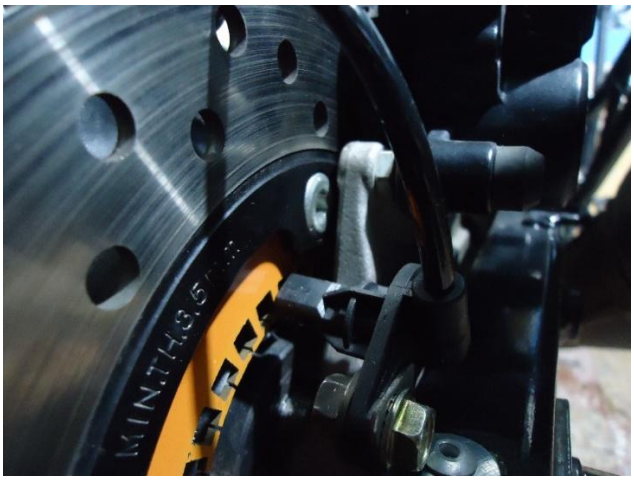


Fig. 3.42 Sensor freno posterior

3.4.3 Implementación circuito eléctrico

Para la implementación del circuito eléctrico se ocupó cable eléctrico número 22, del mismo tipo que se ocupa en los cableados de alambrajes principales de componentes electrónicos, para que la cantidad de tensión y corriente no se altere. Previamente a la adaptación del cableado se verificó los terminales de entrada del módulo ABS, con el fin de analizar las ubicaciones de los elementos de recopilación de datos y de actuación. El conector muestra 21 terminales de entrada de una misma medida y 4 más de una medida más grande, por lo que se realiza a colocar bornes del tamaño idóneo que calcen y se puedan conectar fácilmente con el alambraje.

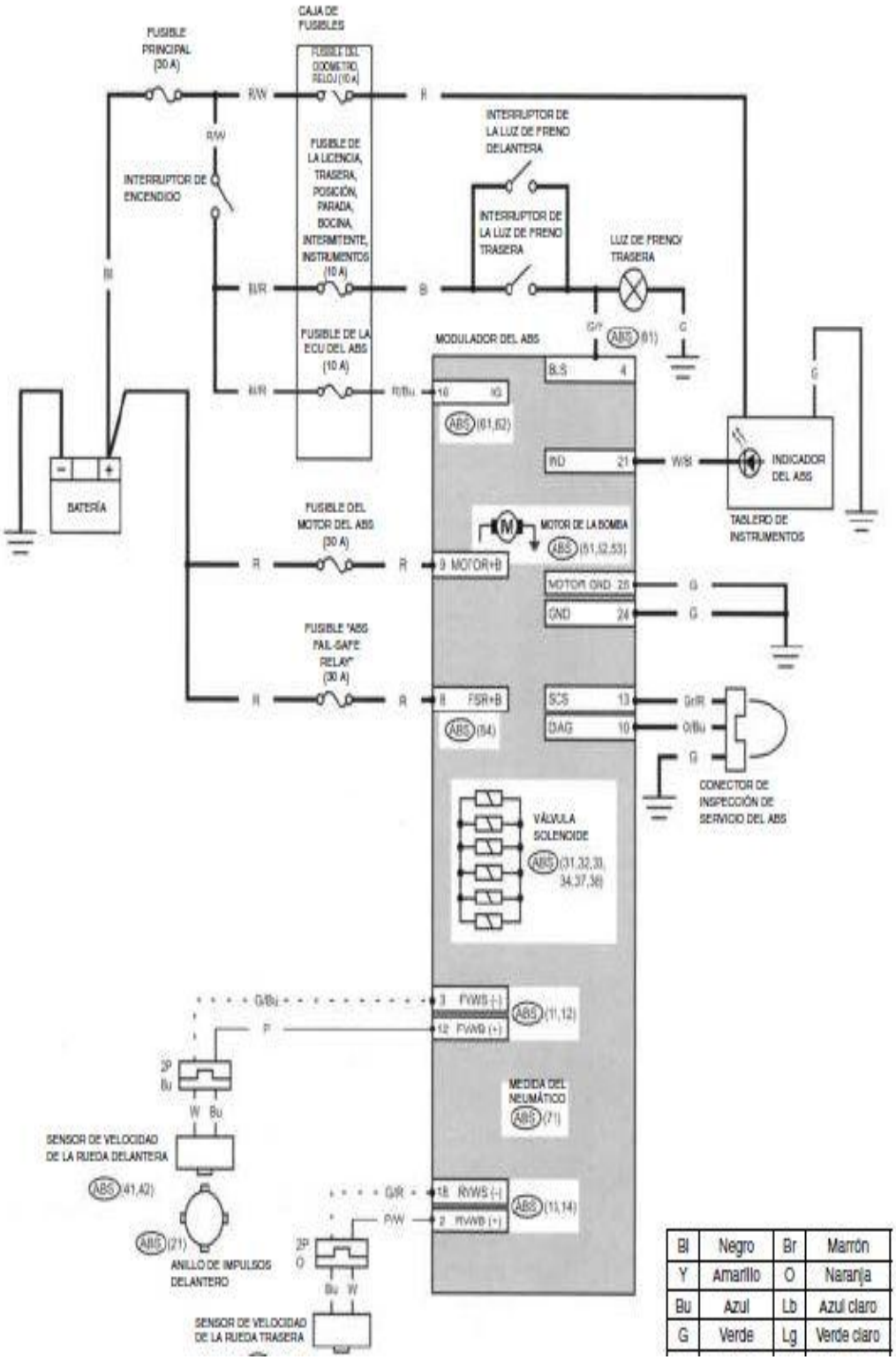


Fig. 3.43 Diagráma eléctrico módulo ABS

Fuente: Manual Taller CBR250RA 2011

Fig. 3.44 Numeración bornes ECU del ABS

Fuente: Manual taller cbr250ra 2011

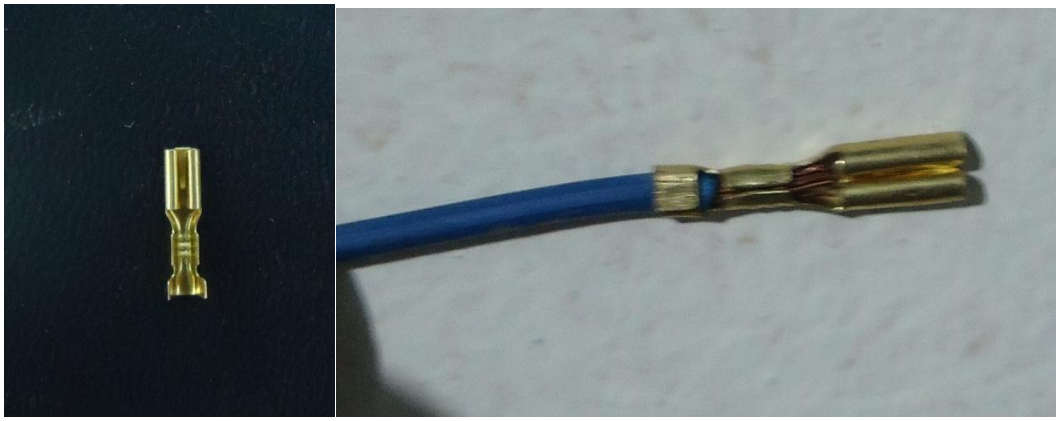


Fig. 3.45 Terminal cableado ABS

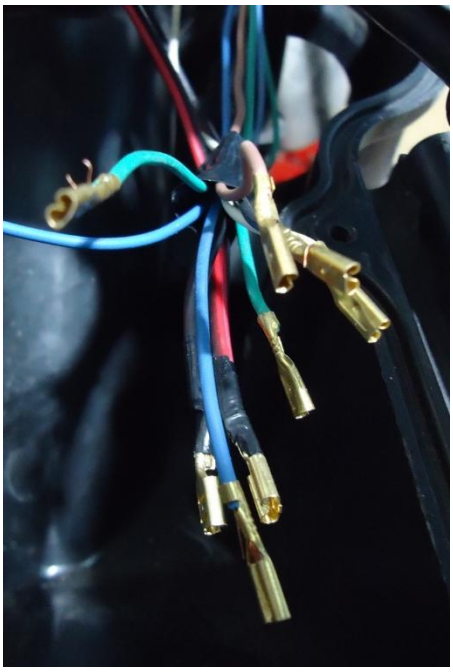


Fig. 3.46 Terminales armados para entrada modulo ABS

3.5 Implementación circuito hidraulico

Para la implementación del sistema hidráulico se verificó el tipo de cañeria que inicialmente viene en la motocicleta, la misma que consite en una cañeria flexible de neopreno. El circuito hidraulico original lleva la disposición Cilindros Maestros de freno (bombas de feno) hacía las mordazas correspondientes (pinzas). El sistema ABS cambia esté tipo de circulación, ya que el ABS será el elemento que comandará el liquido hidráulico hacía las mordazas de freno, previamente recibiendo la presión generada por los cilindros de freno. Siguiendo este tipo de información se realiza las modificaciones para que las cañerias que dirijan desde las bombas de freno al módulo ABS, y posteriormente a las mordazas de freno como se puede apreciar las fíguras 3.47, 3.48 y 3.49.

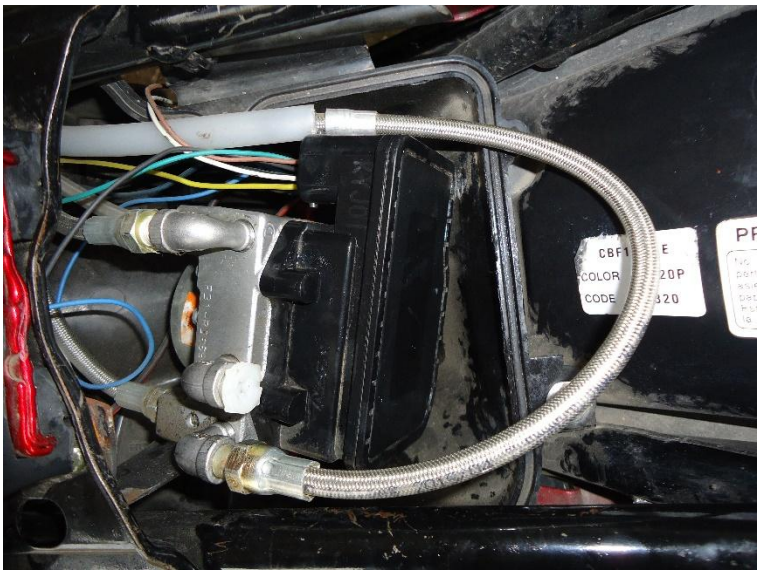


Fig. 3.47 Circuito hidráulico en el módulo

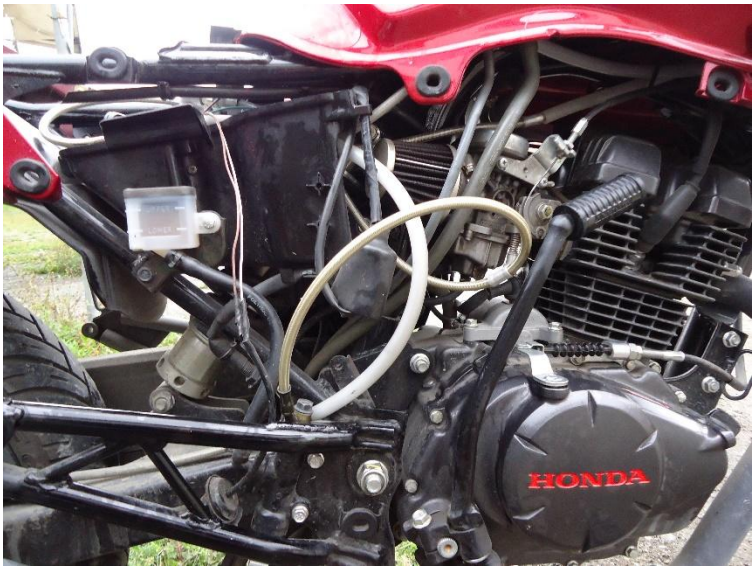


Fig. 3.48 Circuito Hidráulico bomba de freno posterior

Fig. 3.49 Circuito hidráulico mordaza delantera

CAPITULO 4

PRUEBAS DINÁMICAS DE FRENADO EN LA MOTOCICLETA

4.1 Autodiagnóstico del ABS

El sistema inicial del ABS efectúa el diagnóstico del sistema eléctrico y el del estado de funcionamiento del modulador. Cuando existe una anormalidad, la avería y el componente comprometido son detectados leyendo el código de averías.

Cuando la motocicleta está funcionando, señales de impulsos generadas en el sensor de velocidad de la rueda delantera y posterior son enviadas a la Unidad de Mando del ABS. Cuando la Unidad de Mando del ABS detecta que la velocidad del vehículo ha alcanzado los 6 Km/h, el motor de la bomba funciona provisoriamente para verificar si el sistema del ABS funciona normalmente. Si el sistema está normal, el autodiagnóstico inicial está completo en el momento que la velocidad del vehículo alcanza los 10 Km/h aproximadamente.

Si se detecta alguna avería, el indicador del ABS destella o se enciende para prevenir al conductor sobre la avería. El autodiagnóstico también se efectúa mientras la motocicleta está funcionando, y el indicador del ABS destella cuando se detecta una avería.

Cuando el indicador del ABS destella, la causa de la avería se puede identificar recuperando el código de la avería siguiendo el procedimiento de recuperación especificado. Si el indicador del ABS no se enciende cuando se conecta el interruptor de encendido, o si el indicador del ABS permanece encendido después de que el autodiagnóstico inicial esté completo, el indicador del ABS puede estar defectuoso.

Mediante la figura 50 podemos comprobar una simulación del autodiagnóstico generado por el ABS

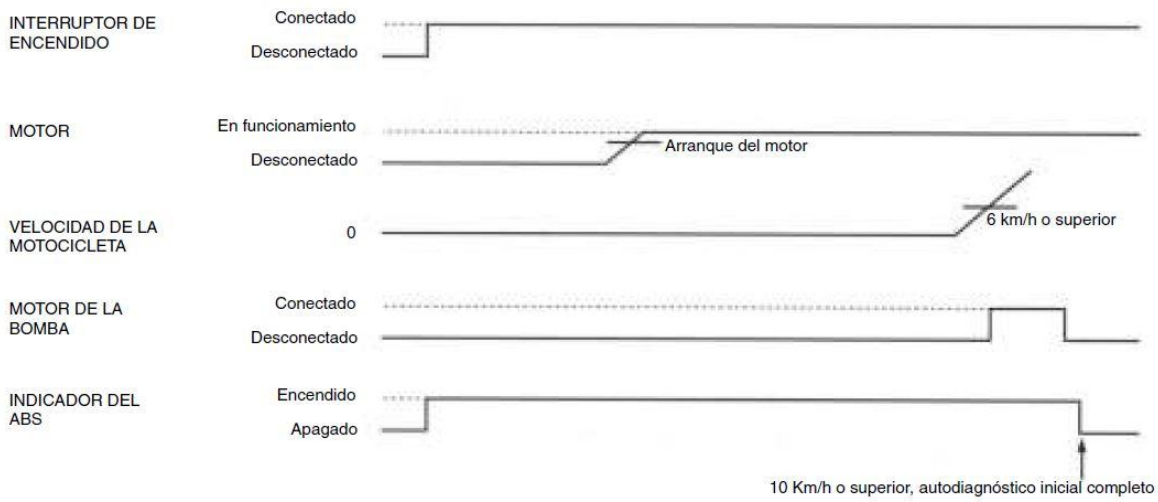


Fig. 4.50 Diagrama funcionamiento autodiagnóstico

Fuente: Manual Taller CBR250RA 2011

4.1.1 Prueba del autodiagnóstico en la motocicleta

Para la realización de la prueba del autodiagnóstico del ABS, verificamos la luz indicadora analizando los diferentes parámetros expuestos en el figura 51, con lo cual tenemos los siguientes resultados.

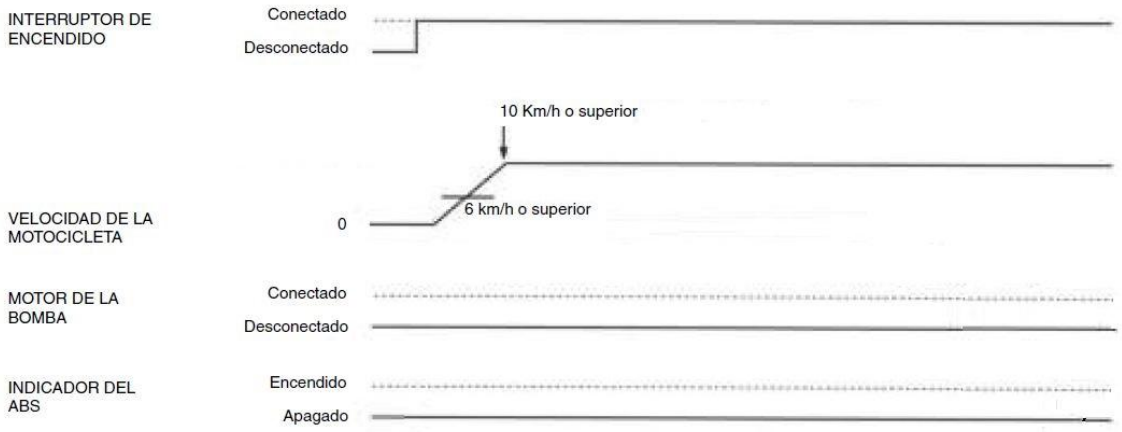


Fig. 4.51 Diagrama prueba autodiagnóstico

Según el análisis representado en la figura 48 tenemos una falla en la señal emitida por parte del indicador de luz led, el cual permanece apagado en el autodiagnóstico que realiza el ABS. Con este resultado obtenido verificamos el estado del ABS siguiendo los procedimientos del manual de taller de la motocicleta.

4.1.1.1 Diagnóstico de averías del circuito del indicador del ABS cuando no se enciende

1. Verificación de las líneas de tierra y de alimentación del panel de instrumentos para descartar un circuito abierto en los cableados.
2. Inspección del funcionamiento del indicador para comprobar el estado del modulador del ABS
3. Inspección de cortocircuito en la línea de señal del indicador para analizar el estado del panel de instrumentos. (Manual Taller Honda CBR250R, 2011)

Al realizar el paso número 1 y al no tener conectado la luz indicadora hacia el panel de instrumentos, comprobamos que los cables de alimentación se encuentran en perfectas condiciones y el paso de corriente con una sonda de prueba que garantice la fiabilidad de los mismos. Con lo cual descartamos que exista un circuito abierto en el cableado que alimenta la luz led.

En la realización del paso 2, el manual de taller indica que se debe desconectar el socket del módulo del ABS y conectar el interruptor de encendido para verificar la señal del indicador. El indicador del ABS se enciende con lo cual se descarta que el estado del modulador sea defectuoso.

En el paso 3 se realiza una prueba de continuidad del cableado que conecta el pin de la señal que emite el ABS hacia la luz led, con lo que se descarta un cortocircuito en la línea de señal del indicador y se concluiría que el tablero de instrumentos está defectuoso según lo explícito por parte del manual de taller. Como el sistema no puede integrar la señal del ABS al panel de instrumentos original del modelo de motocicleta que se está aplicando (CB150 INVICTA), procedemos a analizar el circuito del tablero de instrumentos que corresponde al modelo que usa el ABS (modelo CBR250RA).

4.1.1.2 Comprobación del panel de instrumentos que trabaja con el módulo ABS NISSIN para la motocicleta CBR250RA

Para comprobar el panel de instrumentos, identificamos los parámetros que señala el manual de taller, como, líneas de corriente de alimentación, de masa y la receptora de señal que emite el ABS (figura 4.52). Al ser identificadas estas líneas podemos realizar una prueba que simule la señal que entrega el ABS hacía panel

(figura 4.53, 4.54 y 4.55). Este análisis permitirá el diagnosticar que tipo de señal es la que emite o que componente electrónico permite que la luz LED se encienda para comprobar el autodiagnóstico del ABS y salir de dudas sobre el funcionamiento del mismo.

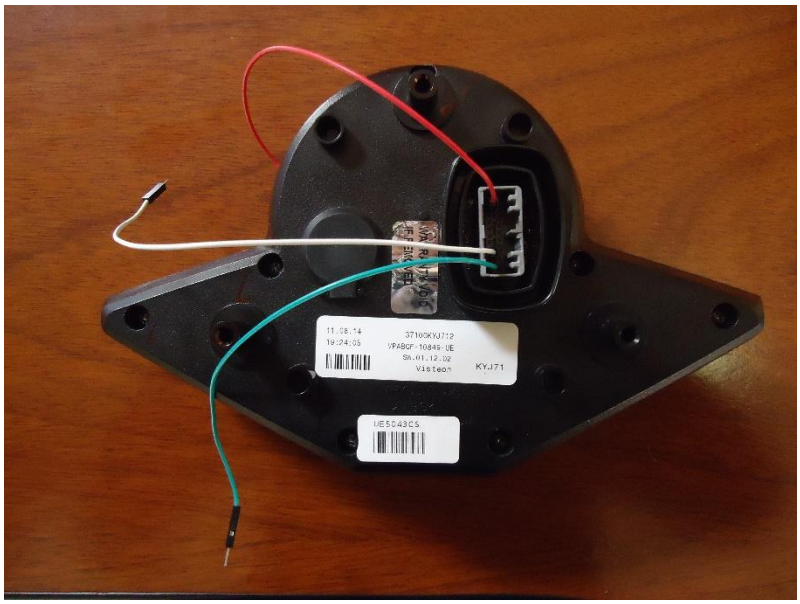


Fig. 4.52 Líneas de alimentación y señal del panel de instrumentos

Fig. 4.53 Tablero de instrumentos con alimentación de corriente, sin señal del indicador ABS

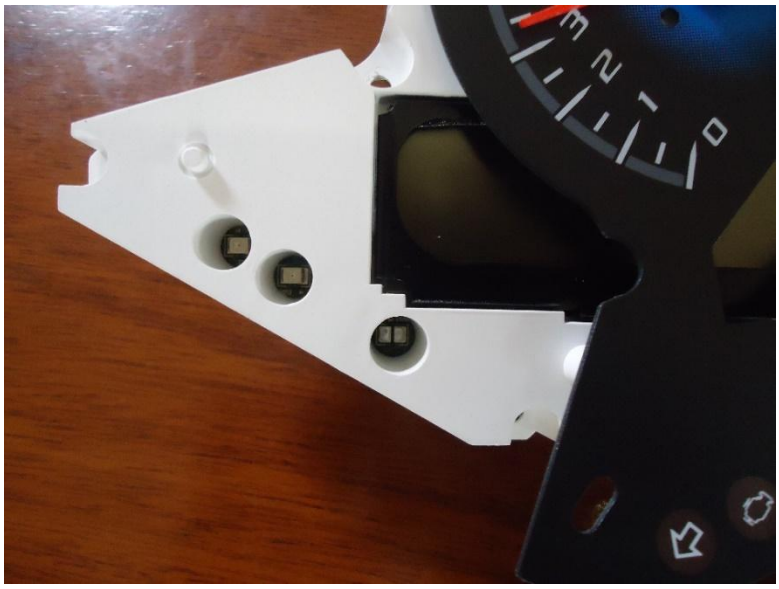


Fig. 4.54 Inspección luz indicadora en el tablero

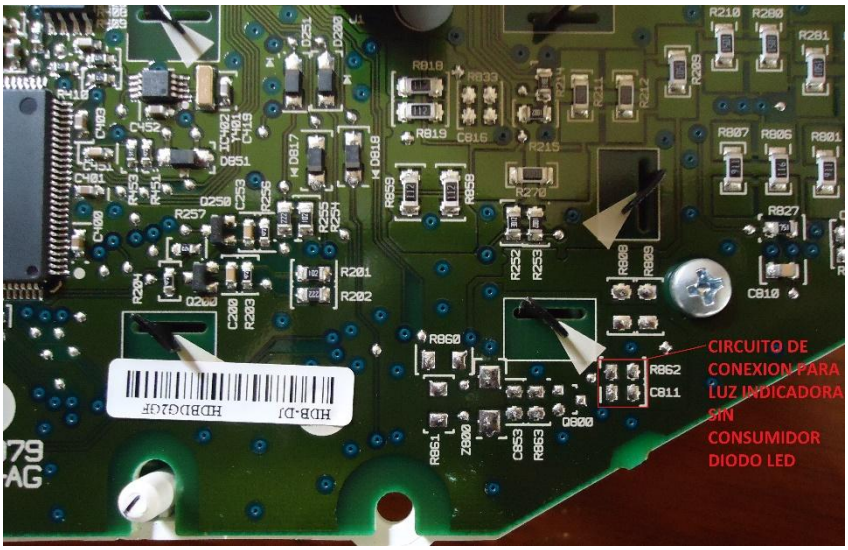


Fig. 4.55 Circuito de alimentación luz indicadora sin consumidor de luz indicadora

Al realizar las pruebas de simulación de señal que emite el ABS hacia panel de instrumentos, concluimos que se enciende todos sus componentes digitales de indicación pero no permite percibir una señal por parte del indicador del ABS, es decir existe un funcionamiento pero aún la prueba de autodiagnóstico no entrega un valor relacionado al establecido por el manual de taller, ya que no cuenta con la instalación de una luz led en el circuito electrónico. Como parte del análisis, se identifica que la luz LED que debe tener para emitir las señales está formado por

un transistor BJT función NPN. Por lo cual diseñamos un circuito electrónico que remplace esta señal y actué directamente como receptor para el ABS (figura 4.56).

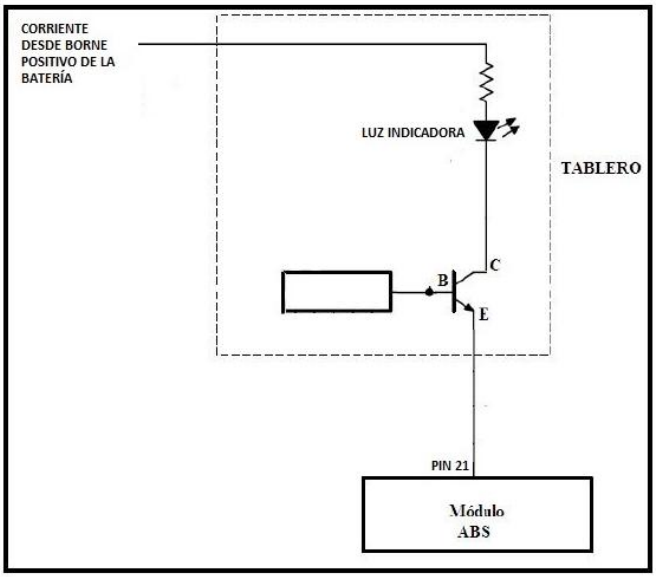


Fig. 4.56 Circuito de un transistor BJT

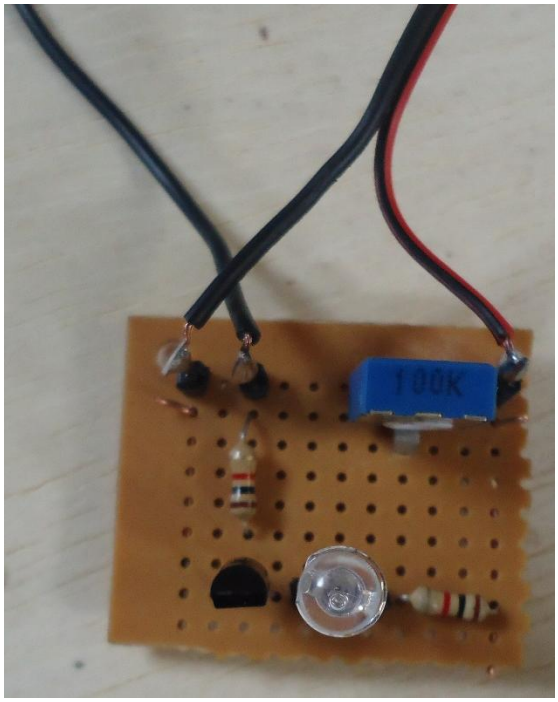


Fig. 4.57 Construcción circuito transistor BJT

Una vez realizado la construcción del circuito para el uso de un transistor BJT procedemos a realizar una nueva prueba de señal, que permitirá verificar el funcionamiento del autodiagnóstico del ABS y obtener las señales que el Indicador genere según anomalías y etapas de pruebas que se estén realizando.

Fig. 4.58 Señal generada por parte de la luz indicadora.

Una vez realizada la prueba (figura 4.58), en la que se coloca el switch de encendido en “ON”, se puede comprobar que la luz indicadora permanece encendida, lo cual nos da el parámetro para seguir con una nueva prueba de funcionamiento de la señal generada por el indicador. En este caso realizaremos el análisis cuando la luz indicadora permanece encendida.

4.1.3 Diagnóstico de averías del circuito del indicador del ABS cuando permanece encendido.

1. Inspección de cortocircuito en la línea de inspección de servicio, con lo que se descartara si existe un cortocircuito en el cableado.
2. Inspección de servicio del indicador, con lo que se podrá verificar si el tablero de instrumentos es defectuoso
3. Inspección de circuito abierto en la línea de señal del indicador, con lo que se descartara si el cableado que conecta la señal emitida por el ABS este abierta
4. Inspección de circuito abierto en la línea de tierra del módulo, con lo que se descartara que existe circuito abierto en el cableado de tierra.

5. Inspección de circuito abierto en la línea de entrada de alimentación, que descartará que el cableado que alimenta el modulo este abierto
6. Inspección del fusible del ECU del ABS.
7. Inspección de corto circuito en la línea de entrada de alimentación, para descartar una falla del fusible del ECU del ABS o corto circuito en el cableado de alimentación
8. Inspección de circuito abierto de la línea de entrada de alimentación, con lo que se comprobara si el modulador del ABS está defectuoso o existe un circuito abierto en los cables de alimentación.

Al realizar el primer paso establecido para identificar averías en el circuito del indicador, se realiza un cortocircuito en el cableado que une el pin 13(correspondiente al pin de inspección de servicio del ABS). Con lo cual se descarta un corto circuito por la continuidad existente.

En el segundo paso se realiza un cortocircuito en el cableado que une el pin 21 (envío de la señal del ABS) hacia la luz indicadora, con lo cual el indicador ABS sigue encendido y dando como resultado según el manual de taller una falla en el tablero de instrumentos.

Como ya se ha mencionado previamente, el tablero de instrumentos que la motocicleta CB150M Invicta dispone, varía en mucho con respecto al modelo CBR250RA que trabaja con el modelo ABS de NISSIN. Al verificar físicamente el tablero del modelo CBR250RA y comparando las diferentes pruebas que indica el manual de taller, se concluye en realizar las pruebas de frenado sin tomar en cuenta la verificación del autodiagnóstico que realiza el ABS. Con lo cual se probará el funcionamiento de las electroválvulas en condiciones de frenado brusco.

4.2 Pruebas de frenado dinámicas en la motocicleta

Para la obtención de datos acordes a la eficiencia de frenado en la motocicleta se procede a realizar las pruebas correspondientes según la norma SAE J1263, que recomienda la práctica del vehículo(motocicleta) en superficies secas y rectas, con velocidades menores a 113 km/h. La norma SAE J1634 que indica el estado en el

cual debe estar preparado la motocicleta en función de sus neumáticos, recorrido, instrumentos de medición y distancia de frenado.

Para la cantidad de pruebas a considerar nos basamos en la definición de muestra estadística, que refleja el número de elementos en una población. Este número de elementos los representamos por una población finita que permita tener un valor más aproximado a la media que se calcule y obtener una conclusión más concreta y definida.

4.2.1 Límite de velocidad

Dentro de la Ley Orgánica de tránsito del Ecuador, vigente desde el 16 de septiembre del 2012, en el Art. 191 del reglamento a LEY DE TRANSPORTE TERRESTRE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL publicada el 29 de Marzo de 2011. Estipula los siguientes rangos de velocidad permitidos en vías públicas para vehículos livianos, motocicletas y similares.
Urbana límite máximo de 50km/h y rango moderado de 50 a 60 km/h.
Sector perimetral límite de 90 km/h y rango moderado de 90 a 120 km/h.
Gracias a esta norma se tiene que regir las pruebas de velocidad en las diferentes calzadas que circule la motocicleta, con la que se obtendrá resultados de distintas distancias y tiempos de frenado.

4.2.2 Prueba de frenado

Para realizar esta prueba se dirige a un sector que contenga una superficie asfáltica de hormigón, que permite una mayor apreciación del efecto de frenado y mantenga la estabilidad de la motocicleta al ser un pavimento rígido (sin deformaciones). Con una distancia suficiente para la ejecución de la velocidad que se necesite y espacio para verificar el frenado realizado, de aproximadamente 150 metros.
El estado del neumático en esta prueba cumple un papel fundamental, es por tal necesidad que la labor tenga como mínimo un espesor de 2mm, con lo que garantice la fiabilidad del neumático al realizar el frenado.

Siguiendo con estos parámetros, se realiza las pruebas correspondientes en la calzada anteriormente mencionada (figura 4.59) para obtener los resultados experimentales que permitan verificar el correcto funcionamiento del sistema de frenado. Cada prueba medirá la distancia de frenado en la unidad métrica internacional, el metro.

Fig. 4.59 Medición distancia de frenado

4.2.2.1 Obtención de datos

Esta prueba tiene la finalidad de verificar la distancia de frenado en el momento en que se acciona el sistema de frenado en su totalidad hasta su detención total. La prueba inicial se realiza a una velocidad de 50km/h (límite de velocidad urbano) con el que se toma 20 datos experimentales (como número de elementos de población finita) para calcular la media de las mismas en condiciones con sistema de bloqueo desactivado y activado. Con estos resultados se podrá obtener una media que llegue a un valor más real y permita determinar una conclusión con mayor veracidad para la correcta defensa del objetivo general sobre el frenado en

la motocicleta. La unidad de medida para esta prueba es en metros y se la puede apreciar en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Valores de distancias de frenado

NÚMERO DE PRUEBA	ABS DESACTIVADO (mtrs)	ABS ACTIVADO (mtrs)
1	10,89	10,795
2	10,725	10,675
3	10,95	10,50
4	11,23	10,60
5	10,75	9,95
6	10,46	9,95
7	11,05	10,25
8	11,55	10,75
9	10,85	10,56
10	10,63	9,85
11	11,35	10,65
12	10,36	10,55
13	10,95	10,45
14	10,65	10,20
15	10,45	10,6
16	11,55	10,35
17	10,30	9,75
18	10,76	9,95
19	11,15	10,05
20	10,60	9,85

Una vez realizado la toma de datos por parte de las pruebas experimentales de frenado en la motocicleta con el ABS activado y desactivado correspondientemente, procedemos a realizar el cálculo de la media aritmética realizando la sumatoria de todos los datos obtenidos y dividiendo para el número de pruebas realizadas. De esta forma se calcula la media aritmética que servirá para el análisis final de la eficiencia del frenado en la motocicleta al usar el sistema de asistencia de antibloqueo ABS.

Tabla 4.2 Valores de media aritmética de distancias de frenado

	ABS DESACTIVADO	ABS ACTIVADO
MEDIA ARITMETICA	10,86	10,31

4.3 Prueba de frenado a velocidad en carretera

Para las pruebas correspondientes de frenado a velocidad en carreteras, nos regimos en los establecidos por la Ley orgánica de Tránsito, la misma que indica una velocidad de 90km/h para vehículos motorizados. Por cuestiones de seguridad y dentro de las primeras pruebas realizadas al ser ejecutada a esta velocidad la prueba de frenado, muestra una gran índice de peligrosidad para el piloto ya que al intentar detener la motocicleta instantáneamente a la velocidad en mención genera un derrape muy largo e inestabilidad en la calzada, por tal razón se omite está prueba y se regirá las conclusiones a las pruebas con velocidad de límite urbano 50km/h

4.4 Cálculo de fuerza de frenado y eficiencia de frenos

Como se indica en el capítulo 1, la eficiencia del frenado viene dado por la fuerza del frenado que se ejerce en la motocicleta; este dato nos permite apreciar si el valor obtenido de en las distancias de frenado están dentro de las normativas que permitan garantizar un correcto desempeño en las fuerzas y disminución de las distancias de frenado como se indica en los objetivos específicos.

4.4.1 Calculo de la fuerza de frenado (F_f)

Para el cálculo de la fuerza de frenado se utiliza la siguiente ecuación:

$$F_f = \frac{T}{d} \tag{17}$$

En donde T es el trabajo de frenado y d la distancia de frenado anteriormente obtenida.

Considerando la energía de frenado como el trabajo realizado por parte del sistema de frenos y del cual se puede despejar la fuerza de frenado, dividiendo la energía calculada con la media de la distancia de frenado obtenida en las pruebas anteriores.

4.4.2 Calculo de la energía de frenado (E_f)

La energía de frenado corresponde a la energía cinética que posee un cuerpo en movimiento y que el sistema de frenado debe disipar para detener el vehículo, en este caso la motocicleta. Viene dada por la siguiente ecuación

$$E_f = \frac{1}{2}\frac{P}{g}v^2 \tag{18}$$

Donde:

P = peso del vehículo (N)
g = gravedad de la tierra (9.8 m/s^2)
v = velocidad de la motocicleta (m/s)

Igualando la ecuación (18) en la ecuación (17), correspondiente a la energía de frenado como el trabajo generado por parte del sistema de frenado. Se puede despejar la fórmula (19) para el cálculo de la fuerza de frenado (F_f).

$$F_f = \frac{P.v^2}{2.g.d} \tag{19}$$

En la tabla 5 se puede apreciar los valores calculados para la fuerza de frenado, considerando una velocidad de 50km/h y la media aritmética de las distancias obtenidas en las pruebas de frenado.

Tabla 4.3 Valores de fuerza de frenado calculados

VELOCIDAD	Media de distancia calculada (metros)	Fuerza de frenado (Newtons)
50km/h SIN ABS	10,86	1126,46
50km/h CON ABS	10,31	1186,54

4.5 Calculo de eficiencia de frenado

En la tabla 4.4 se aprecia el valor calculado de la eficiencia de frenado según la ecuación número (5).

Tabla 4.4 Eficiencia de frenado calculado

SISTEMA ABS	EFICIENCIA DE FRENADO	PORCENTAJE
DESACTIVADO	0.9050	90.05%
ACTIVADO	0.9533	95.33%

4.6 Comparación de resultados

Una vez realizadas las pruebas experimentales de frenado y calculado las fuerzas que inciden en la motocicleta al accionar el sistema de detención se procede a comparar estadísticamente estos resultados, permitiendo tener parámetros que permitan generar las conclusiones respectivas sobre la aplicación del sistema de frenado con el módulo ABS. En las siguientes tablas se puede apreciar los valores obtenidos en las pruebas dinámicas y deducir la mejora alcanzada.

Tabla 4.5 Comparación distancias de frenado

	COMPARACION DISTANCIAS DE FRENADO		
VELOCIDAD	SIN ABS (metros)	CON ABS (metros)	% DE MEJORIA
50 Km/h	10,86	10,31	5,06

Tabla 4.6 Comparación fuerza de frenado.

	COMPARACION FUERZAS DE FRENADO		
VELOCIDAD	SIN ABS (Newton)	CON ABS (Newton)	% DE MEJORA
50 Km/h	1126,46	1186,54	5,06

4.7 Costos incurridos en la aplicación del dispositivo

En la tabla 4.7 se detalla los costos correspondientes a la implementación de los elementos que constituyen el sistema de frenado ABS en el vehículo en mención. Los mismos que no vienen integrados en el modelo descrito. Los valores están en dólares

Tabla 4.7 Costo de elementos implementados para el funcionamiento del ABS

ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	TOTAL USD
CAÑERIAS HIDRAULICAS	4	10,00	40,00
SENSORES INDUCTIVOS	2	12,5	25,00
RUEDAS FÓNICAS	2	90,00	180,00
SOPORTE HIDRO GRUPO	2	10,00	20,00
CONECTORES ELECTRICOS	40	0,15	6,00
CABLES ELECT. DELGADOS	20	0,35	7,00
FOCO LED 12v.	1	5,00	5,00
BASES SENSORES	2	10,00	20,00
MODULO ABS	1	1190,00	1190,00
COSTO TOTAL			1493,00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- La implementación del sistema antibloqueo de frenado en una motocicleta utilitaria deja las siguientes conclusiones considerando los objetivos específicos con los cuales fue desarrollado para su ejecución.

- La información recopilada para la aplicación de los conceptos teóricos que fundamenten los principios de funcionamiento de un sistema de frenado en una motocicleta, así como de la seguridad activa que brinda el sistema de antibloqueo, permitió la actualización y apertura a conocimientos en torno al tema tratado en la realización del proyecto.

- El estudiar los diferentes elementos que permitan la funcionabilidad del sistema de antibloqueo, generó la capacidad de interactuar conocimientos técnicos y mecánicos que permitieron agilitar y realizar los objetivos planteados en el desarrollo del tema.

- Las diferentes pruebas de frenado, considerando el tipo de calzada y velocidades en las que la motocicleta puede estar sujeta, permite comprender la dinámica de funcionamiento y comparar el comportamiento de la estabilidad y eficiencia en el frenado en momentos que se deba evitar una posible colisión (frenado brusco).

- Los costos en la implementación, considerando el valor de los elementos utilizados más el precio comercial de la motocicleta, reflejan un alto índice de gasto o inversión al sumar estos dividendos. Por lo que hace muy costosa la inserción de implementar el sistema, lo que sugiere que esté dentro de la seguridad activa ya equipada por parte del fabricante

Recomendaciones:

- En base a la implementación del sistema antibloqueo de frenado con módulo electrónico a una motocicleta utilitaria, la misma que no ha sido desarrollada para ser ocupada en este modelo, conlleva a sugerir que se deba hacer uso de este sistema en motocicletas que permita su adaptabilidad. El comprender el avance tecnológico en la seguridad activa para este tipo de vehículos que son vulnerables a colisiones y que permitan mejorar el desempeño del frenado en función de fuerza y distancia, genera una concientización del uso de los mismos y permita ser una opción alternativa para la movilización persona.

- Ya que estrictamente la inserción de este tipo de seguridad activa debe ser gestionada desde la producción de un modelo de motocicleta; por tal razón se debe tener una conceptualización apropiada de la importancia del sistema en los modelos comerciales de motocicletas, ya que la mayoría de accidentes registrados son por parte de estos modelos.

- Para que en un futuro, la implementación del modelo de ABS que se ocupó en este tema de grado tenga una mejor funcionabilidad, debe ser contemplado con el mismo modelo de motocicleta para la cual fue desarrollada, de esta forma se evitaría retrasos en el armado y pruebas de funcionamiento. Con lo cual se tendría datos más claros y que permitan garantizar la fiabilidad del objetivo principa.l

- Cualquier sistema que disminuya la accidentabilidad de una motocicleta, sea ejercido desde la seguridad activa o pasiva, no tendrá valor sustancial si no optamos por mejorar la educación vial en la que se rige este tipo de vehículos. Ya que la negligencia de conductores y transeúntes por la falta de conocimiento puede generar el mismo o mayor índice de vulnerabilidad y opacar el beneficio que genera este sistema que garantiza una mejor percepción del uso de este vehículo como una movilidad alternativa.

BIBLIOGRFÍA

Departamento de seguros de Texas. La seguridad en las motocicletas: http://www.tdi.texas.gov/seguridadmotocicletas>. Consulta: 10 de Mayo 2014.

Xenaseguros. Elementos de seguridad activa y pasiva en la moto: http://corredoresymediadores.xenasegur.es/consejos-xenasegur/elementos-de-seguridad-activa-y-pasiva-en-la-moto/>. Consulta: 24 de Mayo de 2014.

ARROYO SAN JUAN C. 2006 LOS FRENOS EN EL AUTOMÓVIL. Editorial CEAC. Barcelona, España

ZARATE, 2009. Simulación del comportamiento dinámico en 3d de una motocicleta en fase de aceleración y frenada durante la trazada de una curva. Tesis de Ingeniería Técnica Industrial Mecánica, Universidad Carlos III de Madrid, España

POST Wulf, DIETSCHE Karl-Heinz, Robert Bosch GmbH, 2003. SISTEMAS DE FRENOS CONVENCIONALES Y ELECTRÓNICOS, Editorial Reverte S.A. Alemania

Ochoa Calle, 2014. ESTUDIO DINÁMICO DE UN MODELO DE MOTOCICLETA, Departamento de Ingeniería y de Materiales. Universidad Politécnica de Valencia.

CASADO-GARCIA. 2007. Estructuras del vehículo, Editorial Paraninfo, segunda edición, España.

MANUAL TALLER CBR250RA 2011. HONDA

FONT-DOLS. 2006. Tratado sobre automóviles, la dinámica del automóvil, Tomo IV. Valencia, España

LUQUE-ÁLVAREZ. 2004. Ingeniería del Automóvil: Sistemas y comportamiento dinámico, Editorial Paraninfo.

OROVIO. 2012: Tecnología del automóvil; Editorial Paraninfo

GONZALEZ.2007. Tecnología de la Automoción. EDEBE. Barcelona, España.

MANUAL TÉCNICO DE LA BOSCH, edición 2012

VELASQUEZ-HERAS, 2012. Diseño, construcción e implementación de un sistema de ventilación para los discos de freno de un vehículo y sistema de control de temperatura. Tesis de Ingeniero Mecánico Automotriz. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

ARTEAGA-DELGADO-PANTOJA-PANTOJA, 2013. Diseño y fabricación de un chasis de una motocicleta de 125cc 2T para la I competición internacional Motostudent, Universidad Politécnica de Cartajena, Colombia

CALLE-CEDILLO, 2013. Implementación de un sistema de frenos ABS en un vehículo Toyota RAV4 2003. Tesis de Ingeniero Mecánico Automotriz. Universidad del Azuay, Ecuador

Paúl Nicolás Ordoñez Cordero, ECU911 (Consultado 22 de mayo de 2014)

FRENOS ABS, http://www.areatecnologia.com/ (Consultado 28 de junio de 2014)

TECNOLOGÍA DE AUTOMOCIÓN DE BOSCH PARA VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS, http://www.bosch-moto.com.br/, (Consultado 14 de julio de 2014)

CALCULO Y ANALISIS DINÁMICO DE UN AUTOMOVIL, http://dspace.ups.edu.ec/ (Consultado 15 de julio de 2014).

SEGURIDAD ACTIVA, http://www.circulaseguro.com (Consultado el 18 de julio de 2014)

SISTEMA COMBINADO DE FRENOS Y SISTEMA CBS-ABS, http://www.honda-montesa.es/ (Consultado 18 de Julio de 2014)

www.bolido.com/2010/12/podrian-obligar-a-colocar-abs-en-las-motos-de-la-union-europea/ (Consultado 14 de Agosto de 2014)