



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

"MOTOCICLETAS DE ALTO RENDIMIENTO"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO

INGENIERO MECATRÓNICO

PRESENTA:

JOSUE RAFAEL RODRÍGUEZ ZAMORA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. José Luis Fernández Zayas



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX.

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

- Quiero agradecer a mis padres, por su infinita paciencia, por estar siempre conmigo y por inculcarme y guiarme esta educación que recibí.
- Agradezco a todos mis profesores a lo largo de mi carrera los cuales me enseñaron todos los conocimientos que tengo hasta ahora.
- Gracias a mis hermanas, las cuales desde pequeño me apoyaron a lo largo de mis estudios y me pusieron el ejemplo de ser una mejor persona y de terminar mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

Introducción.....	6
Objetivos.....	7
Objetivo general.....	7
Objetivo particular.....	7
Alcance.....	7
Capítulo I. Antecedentes.....	8
Capítulo II. Principales tipos de motocicletas.....	11
2.1 Motocicletas deportivas.....	11
2.2 Motocicletas naked.....	14
2.3 Motocicletas chopper.....	16
2.4 Motocicletas enduro o cross.....	18
2.5 Motocicletas doble propósito.....	18
2.6 Motocicletas eléctricas.....	19
Capítulo III. Estructura de una motocicleta.....	20
3.1 Chasis de una motocicleta.....	21
3.2 Partes de un chasis de una motocicleta.....	21
3.3 Principales tipos de chasis de una motocicleta.....	23
3.3.1 Chasis tubulares.....	23
3.3.2 Chasis de simple cuna.....	23
3.3.3 Chasis de doble cuna.....	23
3.3.4 Chasis multitubular convencional.....	24

3.3.5 Chasis tubulares con triangulación.....	24
3.3.6 Chasis monoviga.....	25
3.3.7 Chasis de doble viga.....	25
3.3.8 Chasis con motor estructural.....	26
3.4 Subchasis (subcuadro).....	26
3.5 Motor de una motocicleta.....	27
3.6 Ciclos de trabajo de motores de cuatro tiempos de una motocicleta.....	28
3.6.1 Primer tiempo: Admisión.....	28
3.6.2 Segundo tiempo: Compresión.....	29
3.6.3 Tercer tiempo: Explosión.....	30
3.6.4 Cuarto tiempo: Escape.....	31
3.7 Ciclos de trabajo de motores de dos tiempos de una motocicleta.....	32
3.7.1 Primer tiempo.....	33
3.7.2 Segundo tiempo.....	33
3.8 Parámetros que caracterizan a los motores de combustión interna.....	34
3.8.1 Potencia y par motor.....	34
3.8.2 Consumo específico de combustible.....	36
3.9 Curvas características de los motores de combustión interna.....	36
3.10 Sistema de escape.....	37

3.10.1 Escapes homologados.....	38
3.10.2 Escapes no homologados.....	38
3.11 Neumáticos.....	39
3.11.1 Neumáticos lisos.....	39
3.11.2 Neumáticos deportivos.....	40
3.11.3 Neumáticos touring.....	41
3.11.4 Neumáticos trail.....	42
3.11.5 Neumáticos de clavos.....	42
3.12 Carenado.....	43
3.13 Materiales de carenado.....	46
Capítulo IV. Sistemas automáticos de control.....	46
4.1 Control dinámico de estabilidad.....	46
4.2 Control de tracción.....	46
4.3 Sistema de frenado ABS.....	46
4.4 Sistema CAN BUS.....	47
4.5 Sistema de gestión del motor.....	48
4.6 Tipos de sensores en las motocicletas.....	48
4.7 Actuadores.....	48
Capítulo V. Figuras de mérito.....	49
Conclusiones.....	51
Bibliografía.....	52

INTRODUCCIÓN

El tema escogido para este trabajo fue debido a que desde los ocho años de edad estoy involucrado en el mundo de las motocicletas, con mis estudios a lo largo de la carrera pude entender mejor el funcionamiento teórico y práctico de las mismas. Con ello el tema de las motocicletas se me hace muy divertido y fácil para su análisis.

Con este trabajo se va a poder entender y aprender el funcionamiento y varios aspectos sobre las motocicletas.

Una motocicleta de alto rendimiento se entiende por motocicletas capaces de desarrollar las mejores prestaciones de potencia, par, consumo específico de combustible, entre otras.

Las motocicletas cada día se convierten en una excelente opción de transporte en las grandes ciudades debido al excesivo tráfico, excelente movilidad y la menor contaminación que producen las hacen atractivas.

Entre los grandes inconvenientes para utilizar una motocicleta están:

- En tiempos de lluvias se puede derrapar si no se tiene la debida precaución.
- Debido a su tamaño es más probable sufrir un accidente.
- Se carece de protección para la lluvia, el viento y la suciedad.

Están compuestas por piezas similares, aunque con ligeras variaciones en la geometría del chasis, configuración del motor, frenos, carenados o equipamiento. Estas variaciones son las que hacen que una motocicleta pertenezca a un segmento u otro, es decir, que sea deportiva, chopper, doble propósito etc.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Entender y aprender distintos fundamentos de las motocicletas de alto rendimiento.

Objetivos particulares:

- Explicar cómo está constituida una motocicleta.
- Identificar los distintos tipos de motocicletas.
- Entender distintos sistemas fundamentales de las motocicletas, entre los más importantes, los sistemas mecánicos, electrónicos y automáticos de control.
- Describir los ciclos de trabajo de los motores de 4 y 2 tiempos.
- Mencionar los parámetros que caracterizan a los motores de combustión interna.

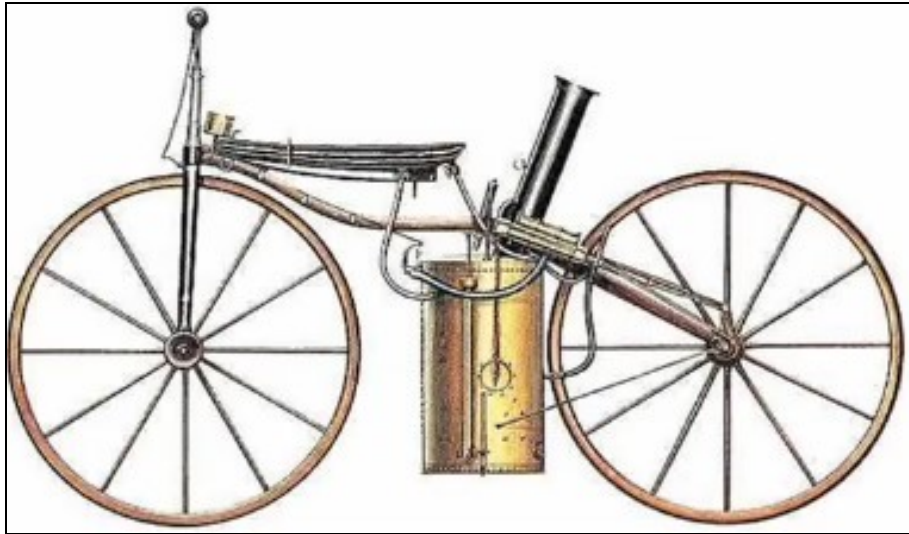
ALCANCE (Panorama general)

En este estudio lo que queremos lograr es entender de una manera práctica algunos aspectos de las motocicletas, para poder tener una mejor idea de su funcionamiento, construcción y los tipos más comunes que existen en el mercado.

Capítulo I. Antecedentes

La historia de la motocicleta está relacionada con el desarrollo de las primeras bicicletas.

En el año 1867 Sylvester Howard Roper inventó la primera máquina que se podría reconocer como una motocicleta, la cual tenía un motor a vapor de dos cilindros.



Wilhelm Maybach y Gottlieb Daimler construyeron en el año de 1885 una moto con cuadro y cuatro ruedas de madera, contaba con un motor de combustión interna. Su velocidad era de 18 km/h.



En el año de 1894 Hildebrand y Wolfmüller presentan en Múnich la primera motocicleta fabricada en serie y con claros fines comerciales.

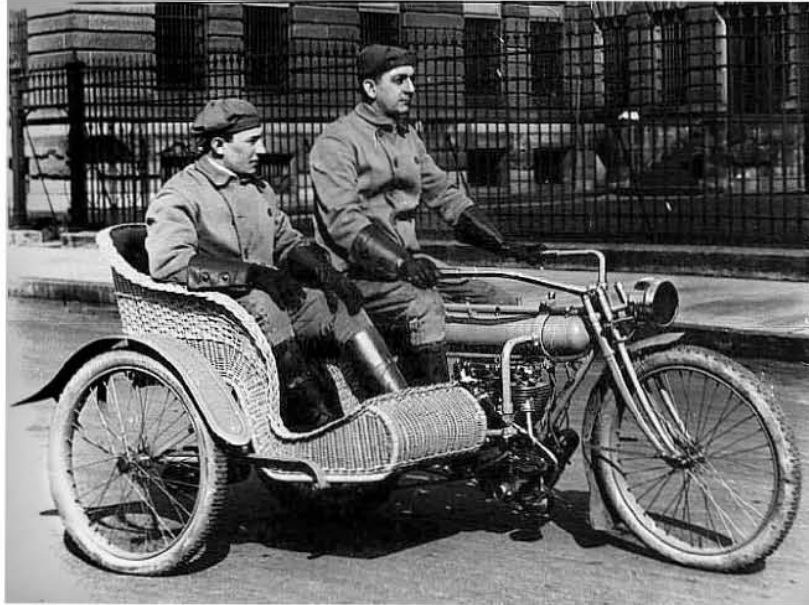


En el año de 1902 apareció en Francia el Scooter o ciclomotor con el nombre de Auto sillón, el cual fue inventado por Georges Gauthier.



[Escribir texto]

En el año de 1910 apareció el sidecar, un carrito con una rueda lateral que se incorpora al costado de la moto



[Escribir texto]

Capítulo II. Principales tipos de motocicletas

2.1 Motocicletas deportivas.

Son motocicletas de altas prestaciones destinadas al uso en la vía pública, con características de conducción agresivas.

Las motocicletas deportivas van equipadas en su mayoría de un carenado, que mejora su aerodinámica, con el fin de alcanzar altas velocidades, habitualmente por encima de los 250 km/h.

La posición de conducción de una motocicleta deportiva es usualmente muy agresiva, en el sentido de que obliga al cuerpo a estar muy adelantado. Con ello se gana estabilidad en la dirección y facilita la aerodinámica.

Habitualmente son las motocicletas de calle con mejor relación peso potencia. Esto se logra con motores de alta cilindrada y materiales ligeros.

Yamaha R1



Cilindrada	998 cc.
Potencia Máxima	147,1 kW @ 13.500 rpm
Par máximo	112,4 Nm @ 11.500 rpm
Longitud total	2.055 mm
Anchura total	690 mm
Altura total	1.150 mm
Peso	200 kg
Consumo combustible	7.2 l / 100 km
Precio	\$ 339,999.00
Capacidad del depósito de aceite	3.9 litros

Honda 1000 RR



Cilindrada	999.8 cc
Potencia Máxima	133 kw
Par máximo	114.0 N m
Longitud total	2080 mm
Anchura total	720 mm
Altura total	1141 mm
Peso	199 Kg.
Consumo combustible	17.2 km / litro
Precio	\$ 257,900
Capacidad del depósito de aceite	3.7 litros

[Escribir texto]

Kawasaki zx-10



Cilindrada	998 cc.
Potencia Máxima	138,3 kW
Par máximo	113 N·m
Longitud total	2110 mm
Anchura total	710 mm
Altura total	1135 mm
Peso	179 kg
Rendimiento combustible	6 l / 100 km
Precio	\$241,802
Capacidad del depósito de aceite	3.6 litros

Suzuki gsxr 1000



[Escribir texto]

Cilindrada	999 cc.
Potencia Máxima	134.226 kw
Par máximo	102.7 Nm
Longitud total	2045 mm
Anchura total	705 mm
Altura total	1130 mm
Peso	203 Kg.
Precio	\$ 254,000
Consumo combustible	5.5 l / 100 km
Capacidad del depósito de aceite	3.6 litros

2.2 Motocicletas naked.

Una motocicleta “naked” o desnuda es una motocicleta deportiva que carece de carenado, por lo que gran parte de su mecánica está al descubierto.

Kawasaki z1000 2015



Cilindrada	1043 cc.
Potencia Máxima	142 cv.
Par máximo	11 N m
Longitud total	2045 mm
Anchura total	790 mm
Altura total	1055 mm
Peso	220 Kg.
Capacidad del depósito de combustible	17 litros
Capacidad del depósito de aceite	3.8 litros

Suzuki gsr 1000 2015



Cilindrada	999 cc.
Potencia Máxima	146 cv
Par máximo	106 N m
Longitud total	2115 mm
Anchura total	795 mm
Altura total	1080 mm
Peso	209 Kg
Capacidad del depósito de combustible	17 litros
Capacidad del depósito de aceite	3.4 litros

[Escribir texto]

MV Agusta Brutale 800 RR



Cilindrada	798 cc.
Potencia Máxima	140 cv
Par máximo	86 N m
Longitud total	2085 mm
Anchura total	725 mm
Altura total	825 mm
Peso	168 Kg
Capacidad del depósito de combustible	16.6 litros
Capacidad del depósito de aceite	2.8 litros

2.3 Motocicletas chopper.

Una motocicleta chopper es un tipo de motocicleta modificada para tener un ángulo de lanzamiento mayor, con horquilla más larga, lo que le da un avance más grande que el resto de los tipos de motocicletas. Normalmente tiene un manubrio más largo a lo alto, lo que le da una posición a las manos más alta que los hombros del piloto.

Harley-Davidson 883 roadster 2015



Cilindrada	883 cc.
Potencia Máxima	78 cv
Par máximo	70 N m
Longitud total	2245 mm
Anchura total	812 mm
Altura total	775 mm
Peso	255 Kg
Capacidad del depósito de combustible	12 litros
Capacidad del depósito de aceite	2.6 litros

Yamaha XV 1300 STRYKER



Cilindrada	1304 cc.
Transmisión	6 velocidades
Precio	\$169,990.00
Longitud total	2530 mm
Anchura total	860 mm
Altura total	1130 mm
Peso	293 Kg
Capacidad del depósito de combustible	15 litros
Capacidad del depósito de aceite	3.6 litros

[Escribir texto]

2.4 Motocicletas enduro o cross

Yamaha WR 450F



Cilindrada	449 cc.
Tipo de motor	Monocilíndrico horizontal inclinado hacia delante, 4T, DOHC, 5 válvulas, refrigeración líquida
Transmisión	5 velocidades
Longitud total	2165 mm
Anchura total	825 mm
Altura total	1280 mm
Peso	123 Kg
Capacidad del depósito de combustible	8 litros
Capacidad del depósito de aceite	1.2 litros

2.5 Motocicletas doble propósito.

Las motocicletas doble propósito pueden funcionar en caminos o pistas pavimentadas y no pavimentadas. Estas motocicletas están diseñadas para competir en un segmento donde las motos destacan por sus diferentes prestaciones.

Bmw gs 800 2015



[Escribir texto]

Cilindrada	798 cc.
Potencia Máxima	85 cv
Par máximo	83 Nm
Longitud total	2320 mm
Anchura total	945 mm
Altura total	1350 mm
Peso	207 Kg
Capacidad del depósito de combustible	16.1 litros
Capacidad del depósito de aceite	2.8 litros

2.6 Motocicletas eléctricas.

Emflux One

Es el primer modelo de dos ruedas con inteligencia artificial, para desarrollar esta tecnología el fabricante se basa en un procesador SoC NVIDIA Jetson TK1. Cuenta con avances tecnológicos como: cámaras frontales, traseras, GPS, conectividad 4G y WiFi.



Velocidad Máxima	200 km/h
Autonomía	300 km
Capacidad batería	9.7 km/h
Potencia motor	60 kw (80 CV)
Recarga al 80%	36 minutos
Peso	169 kg
Pantalla táctil	6.8 pulgadas

Motocicleta eléctrica: Wattman



Peso	350 Kg
Aceleración 0-100 (km/h)	3.4 s
Aceleración 0-160 (km/h)	5.9 s
Velocidad máxima	170 km/h
Batería litio	12.8 kw h
Autonomía	180 km
Recarga al 80%	30 min

Capítulo III. Estructura de una motocicleta

En la siguiente imagen podemos observar las partes principales de las motocicletas:



[Escribir texto]

- **Chasis y subchasis:** Son las partes en las cuales están unidos todos los componentes eléctricos y mecánicos, así como también son los encargados de soportar la mayoría de esfuerzos ocurridos durante el movimiento.
- **Basculante:** Parte estructural encargada de sujetar la rueda trasera, que proporciona tracción y a la vez el recorrido de suspensión.
- **Motor:** Es la parte donde se desarrolla la combustión para conseguir el trabajo mecánico, comúnmente existen motores de cuatro y de dos tiempos.
- **Transmisión secundaria:** Transmite la energía mecánica a la rueda trasera.
- **Suspensión delantera y trasera:** Amortigua las posibles imperfecciones del terreno.
- **Sistema de escape:** Regula los decibelios emitidos hacia el medio ambiente.
- **Sistema de frenos:** Son los encargados de detener a la motocicleta.
- **Sistema de dirección:** Da maniobrabilidad a la motocicleta.

3.1 Chasis de una motocicleta.

El chasis de la motocicleta es la estructura que aporta, integra y sujeta los componentes mecánicos, como el motor, la suspensión, el sistema de escape y el sistema de dirección.

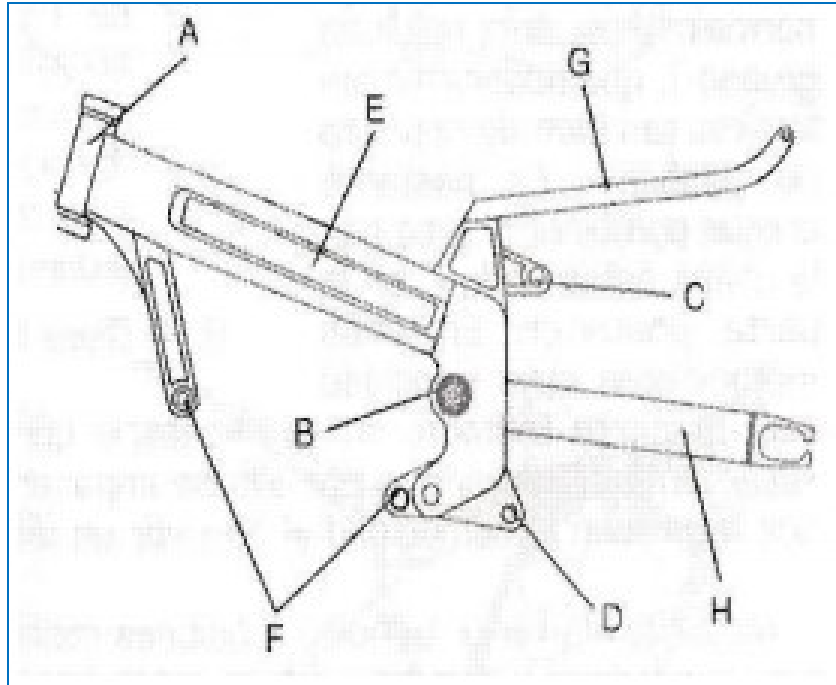
Se considera que el chasis es el componente más importante de una motocicleta, ya que aporta fortaleza y estabilidad en diferentes condiciones.

El chasis suele construirse en acero o aluminio, en casos más raros en magnesio, fibra de carbono o titanio, la estructura general de un chasis, independientemente de su tipo, es invariable en todas las motocicletas.

3.2 Partes de un chasis de una motocicleta.

En la siguiente figura podemos ver las distintas partes de un chasis de motocicleta.

[Escribir texto]



En donde:

“A” - Es la zona de unión de la suspensión delantera.

“B” - Es la parte donde se fija la suspensión trasera.

“C” - Es el soporte para el ó los amortiguadores traseros.

“D” - Es donde van ancladas las bieletas de la suspensión trasera.

“E” - Es la parte donde se unen la suspensión delantera, soportes del motor y subcuadro, además aquí es donde aparece la variedad, es decir, los distintos tipos de chasis que pueden unirse mediante tubos, chapas, vigas gruesas, doble viga etc.

“F” - Son los soportes para el motor, los cuales deben ser suficientemente resistentes como para que no afecte ni el peso ni las vibraciones.

“G” - Es la parte conocida como subchasis o subcuadro, aquí es donde se sujeta al conductor y a los diferentes elementos o accesorios como el tanque de gasolina y la carrocería en general.

“H” - Es la horquilla o basculante trasero.

[Escribir texto]

3.3 Principales tipos de chasis de una motocicleta.

3.3.1 Chasis tubulares:

Están basados en la soldadura, unión con pegamentos de alta resistencia de tubos de acero y aluminio que forman una red de soportes o travesaños alrededor del motor de la moto. Dependiendo de la cantidad de tubos que parten de la dirección delantera hacia el motor, existen varios tipos de chasis tubulares:

3.3.2 Chasis de simple cuna.

Es posiblemente el primer modelo de chasis utilizado en las motocicletas, copiado directamente de las bicicletas a las que se les unía un pequeño motor. Es un chasis de baja rigidez estructural por lo cual suelen ser montados en motocicletas de baja potencia, por ejemplo; Scooters o motocicletas que no necesiten de altas prestaciones para ser utilizadas.



3.3.3 Chasis de doble cuna.

Estos tipos de bastidores forman una estructura más sólida y sujetan a la motocicleta por sus laterales.



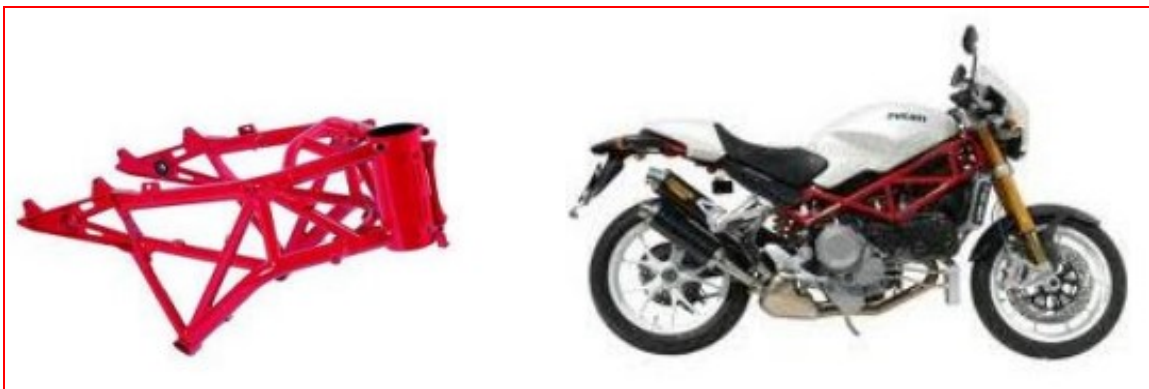
3.3.4 Chasis Multitubular convencional.

Consiste en un conjunto de tubos de medio tamaño, doblados alrededor del motor para conectar el tubo de dirección con el eje del basculante.



3.3.5 Chasis tubular con triangulación.

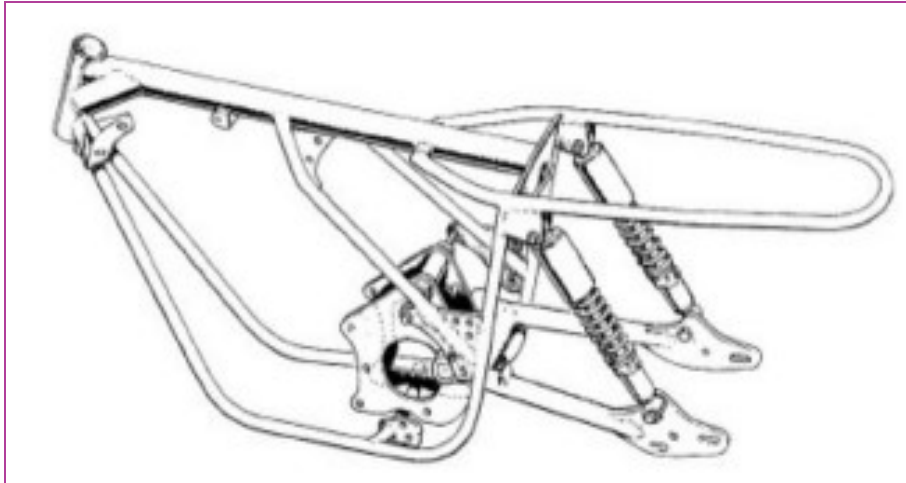
Este tipo de chasis es típico en motocicletas de media cilindrada.



[Escribir texto]

3.3.6 Chasis monoviga.

También conocido como chasis de espina central, el cual está dotado de una gran eficiencia estructural, pero tiene dificultades si se quiere dotar a la motocicleta de un motor voluminoso.



3.3.7 Chasis de doble viga.

Este diseño consiste en dos vigas, normalmente de aluminio, situadas a ambos lados del motor, uniendo la dirección delantera con el eje de la horquilla trasera.



[Escribir texto]

3.3.8 Chasis con motor estructural.

Este tipo de chasis utiliza el motor como base estructural de la motocicleta.



3.4 Subchasis (sub cuadro).

El subchasis es la estructura que va unida al chasis en la parte trasera por medio de tornillos, así como también es el encargado de soportar el peso del piloto y copiloto. Comúnmente es fabricado en aluminio o acero.

En el subchasis van situados elementos como:

- Asientos.
- Calavera trasera.
- Plástico de la parte trasera de la motocicleta.
- Elementos eléctricos (batería, fusibles, computadora, etc.).
- Portaplacas.
- Posapiés.
- Direccionales traseras.
- Posapiés.
- Alforjas.
- Cajas.
- Escapes.



3.5 Motor de una motocicleta.

Es el encargado de propulsar la motocicleta, suelen ser de combustión interna (que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible al arder éste dentro de una cámara de combustión) de dos o cuatro tiempos.

Actualmente se presentan en el mercado motocicletas que cuentan con motores eléctricos los cuales son más amigables con el medio ambiente. Los principales sistemas que conforman el motor son:

- ✓ **Sistema de distribución:** Se ocupa del trasvase de gases.
- ✓ **Sistema de alimentación:** Es el encargado de mezclar la gasolina y el aire.
- ✓ **Escape:** Extrae los gases quemados, provenientes del motor.

[Escribir texto]

- ✓ **Encendido:** Provoca la chispa que produce la combustión.
- ✓ **Refrigeración:** Disipa el calor para evitar un calentamiento excesivo de las piezas.
- ✓ **Lubricación:** Impide que las piezas entren en contacto directo.
- ✓ **Elementos eléctricos:** Estos elementos van desde iluminación a funciones accesorias.

Existen diversos tipos de motores de motocicletas los cuales pueden desarrollar elevadas cifras de potencia dependiendo de su configuración, tamaño, peso, estructura, número de piezas, complejidad de diseño, entre otras.

3.6 Ciclos de trabajo de motores de cuatro tiempos de una motocicleta.

Denominamos ciclo de trabajo a la sucesión de operaciones que se realizan en el interior del cilindro de un motor de combustión y se repiten con ley periódica. La duración de este ciclo se mide por el número de carreras del pistón necesarias para realizarlo. Así, se dice que los motores alternativos son de cuatro tiempos, cuando el ciclo completo se realiza en cuatro carreras del pistón; y de dos tiempos, cuando son suficientes dos carreras para completar el ciclo

En un motor se producen las cuatro fases o tiempos siguientes: a) admisión de la carga en el cilindro; b) compresión de la carga; c) combustión y expansión; d) expulsión o escape de los productos de la combustión.

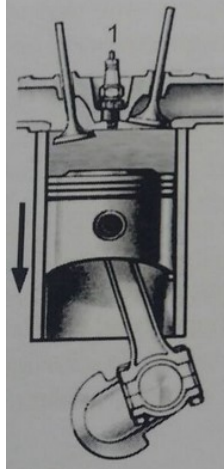
A cada una de estas fases o tiempos le corresponde una carrera del pistón y media vuelta de cigüeñal

3.6.1 Primer tiempo: Admisión.

Al comienzo de este tiempo el pistón se encuentra en el p.m.s y la válvula de admisión está abierta. El descenso del pistón durante esta fase crea una depresión en el interior del cilindro, que provoca la entrada de una mezcla de aire y combustible dosificada por el sistema de inyección. Estos gases van llenando el espacio vacío que deja el pistón al bajar.

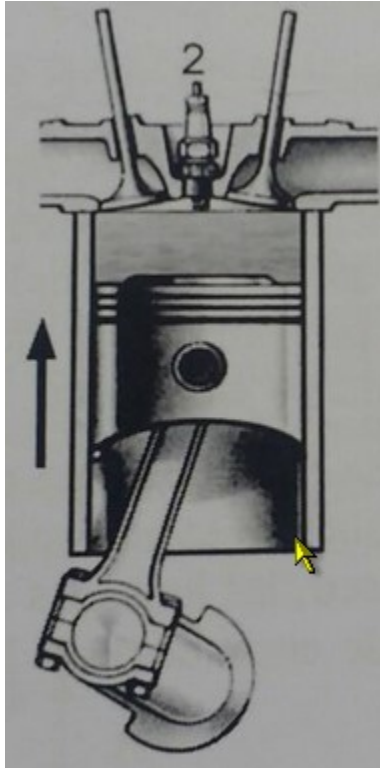
[Escribir texto]

Cuando ha llegado al p.m.i. se cierra la válvula de admisión, quedando los gases encerrados en el interior del cilindro. Durante este recorrido del pistón el cigüeñal ha girado media vuelta.



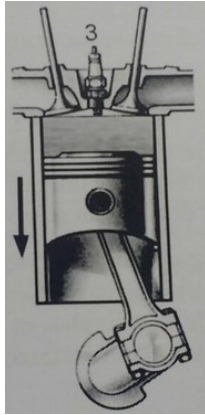
3.6.2 Segundo tiempo: Compresión.

Cuando el pistón llega al p.m.i. se cierra la válvula de admisión y comienza la carrera ascendente. La válvula de escape está cerrada también, haciendo que el cilindro sea estanco en este momento. Los gases encerrados en su interior van ocupando un espacio cada vez más reducido a medida que el pistón se acerca al p.m.s. alcanzando este nivel, están encerrados en el espacio formando en la cámara de compresión y se encuentra comprimido y calientes por efecto de la misma compresión. Al final de la carrera de compresión, los gases quedan sometidos a una presión aproximada de 15 bares y alcanzan una temperatura de alrededor de 450°C. Con la elevación de temperatura se logra una mejor vaporización de la gasolina con lo que la mezcla se hace más homogénea, resultando mejor el contacto con el aire. Durante esta nueva carrera del pistón, el cigüeñal ha girado otra media vuelta.



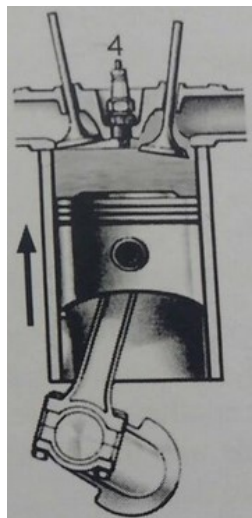
3.6.3 Tercer tiempo: Explosión.

Finalizada la carrera de compresión, cuando el pistón alcanza el p.m.s. salta una chispa eléctrica en la bujía que inflama la mezcla encerrada en la cámara de compresión, la cual se quema rápidamente por capas sucesivas desde la bujía. Esta combustión rápida recibe el nombre de explosión y provoca una expansión de los gases ya quemados, que ejercen una fuerte presión sobre el pistón (de 40 a 70 bares), empujándolo hasta el p.m.i. a medida que se acerca a este nivel, la presión en el interior del cilindro va descendiendo, por ocupar los gases un mayor espacio. En este nuevo tiempo, el pistón ha recibido un fuerte impulso que transmite al cigüeñal, el cual seguirá girando debido a su inercia, hasta recibir un nuevo impulso. Durante esta nueva carrera del pistón, el cigüeñal ha girado otra media vuelta. A esta fase se le llama motriz, por ser la única del ciclo en la que se produce trabajo.



3.6.4 Cuarto tiempo: Escape

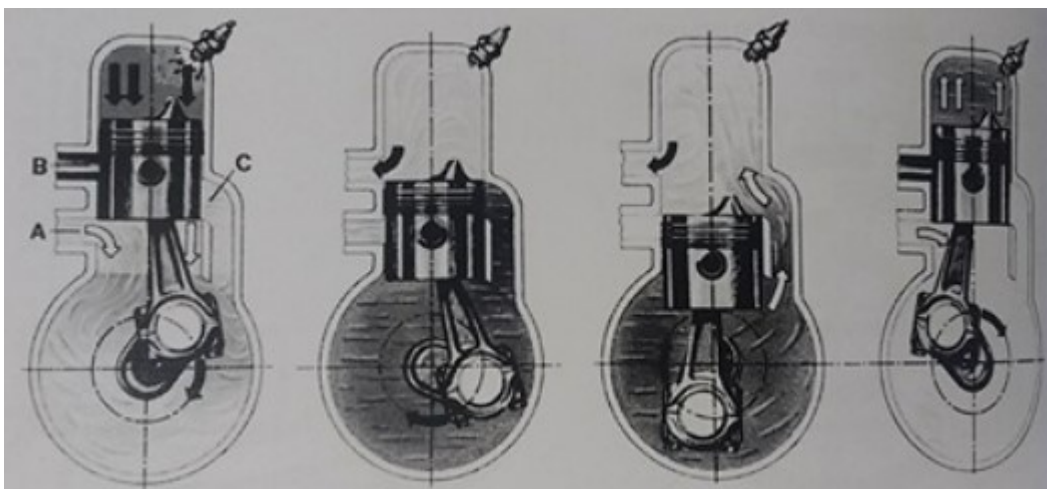
Cuando el pistón llega al p.m.i. finalizando el tiempo de explosión, se abre la válvula de escape y por ella escapan rápidamente al exterior los gases quemados. El pistón sube hasta el p.m.s. en esta nueva carrera, expulsando los restos de gases quemados del interior del cilindro. Cuando alcanza este nivel, se cierra la válvula de escape y se abre nuevamente la de admisión, con lo que en la siguiente carrera descendente se realizará nuevamente la admisión, cerrándose de esta forma el ciclo. Durante el tiempo de escape, el pistón ha realizado una nueva carrera y el cigüeñal ha girado otra media vuelta.



3.7 Ciclos de trabajo de motores de dos tiempos de una motocicleta.

Tanto los motores de explosión y combustión, puede funcionar en el ciclo operativo de dos tiempos, en el cual todo el proceso se realizan en dos carreras del pistón, es decir, una sola vuelta del cigüeñal, por lo que la admisión debe efectuarse durante una parte de la carrera de compresión y el escape durante una fracción de la carrera de trabajo. La característica más destacada de este tipo de motores es que no dispone de válvulas para regular la entrada y salida de gases del cilindro, sino de lumbreras posicionadas convenientemente, que son tapadas o abierta por el propio pistón en su movimiento.

La siguiente figura muestra las estructura de un motor de explosión de dos tiempos, donde puede verse el emplazamiento de las lumbreras, de las cuales, la de carga C comunica el cilindro con el cárter inferior; la de escape B está situada frente a la de carga y un poco más alta que ella; y la de admisión A se ubica debajo de la de escape. Con el pistón en las inmediaciones del p.m.s. quedan tapadas las lumbreras de escape B y de carga C, mientras que la de admisión A esta abierta. Con el pistón cerca del p.m.i. la lumbrera de admisión A esta tapada y las de escape B y carga C abiertas. El pistón está provisto de un saliente (llamado deflector) en su parte alta, que orienta convenientemente los gases que entran en el cilindro hacia su parte alta y le imprime un movimiento de torbellino.



3.7.1 Primer tiempo.

Cuando el pistón se acerca al p.m.s. finalizando la carrera de compresión, salta la chispa en la bujía y se produce la inflamación de la mezcla comprimida, generándose la presión que empujan hacia abajo al pistón en su carrera motriz. Al comienzo de esta carrera, las lumbreras de escape B y carga C están tapadas por el pistón, mientras que la de admisión A esta abierta y, por tanto, el cárter queda en comunicación con el conducto de admisión, del que llega una mezcla de aire y gasolina.

El pistón sigue bajando y poco más tarde destapa la lumbrera de escape (siempre en su recorrido descendente) y los gases quemados escapan por ella al exterior a gran velocidad. Seguidamente tapa las lumbreras de carga y admisión, por lo que el descenso del pistón produce la compresión de la mezcla de aire y gasolina que se encuentra encerrada en el cárter. A continuación, el pistón descubre la lumbrera de carga poniendo en comunicación el cilindro con el cárter, por lo que los gases presurizados en éste pasan al cilindro debido a esta presión y ayudados por la velocidad de salida de los de escape. El deflector del pistón les confiere la orientación adecuada para que no vayan directamente al conducto de escape. En esta carrera descendente del pistón se realiza la explosión y aparte de los tiempos de escape y admisión.

3.7.2 Segundo tiempo.

En el inicio de la carrera ascendente del pistón, la lumbrera de carga continua abierta y los gases frescos del cárter siguen entrando al cilindro, arrastrados por los de escape. Instantes después el pistón tapa la lumbrera de carga y seguidamente la de escape, finalizando los tiempos de admisión y escape. A partir de entonces, los gases que hay en el interior del cilindro van siendo cada vez más comprimidos. Al mismo tiempo, la subida del pistón provoca una depresión en el cárter, de manera que cuando el pistón destapa la lumbrera de admisión se ejerce una succión en el conducto de admisión que arrastra la mezcla fresca que va llenando el cárter. El pistón, a medida que se acerca al p.m.s. va comprimiendo más los gases del interior del cilindro y va

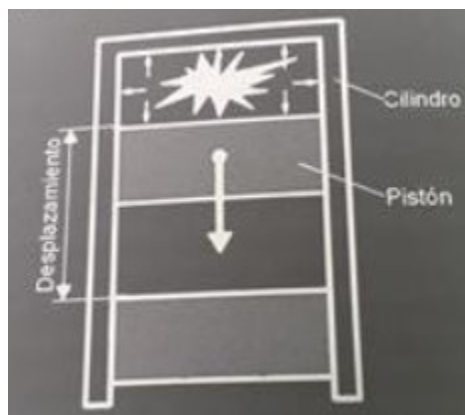
admitiendo más gases frescos en el cárter. Cuando alcanza el p.m.s se produce explosión y vuelve a repetirse el ciclo,

En esta carrera ascendente del pistón, se han completado los tiempos de admisión y escape (iniciados en la carrera anterior) y se ha efectuado el tiempo de compresión. Como vemos por su funcionamiento, en este tipo de motor se realiza una explosión en cada vuelta del cigüeñal.

3.8 Parámetros que caracterizan a los motores de combustión interna.

3.8.1 Potencia y par motor.

El calor producido en el cilindro con el desarrollo de la combustión, transforma la energía química contenida en el combustible en energía calorífica, mediante la cual se genera una elevada presión en el cilindro, con la dilatación del gas quemado, que aplica una fuerza al pistón que lo lanza hacia el p.m.i. Al producto de esta fuerza por la distancia recorrida por el pistón supone la realización de un trabajo mecánico, que es la consecuencia de la transformación de energía experimentada. A su vez, la fuerza actuante sobre el pistón es el producto de la presión (p) aplicada, por la superficie (S) del mismo: $F = (p) (S)$, siendo p la presión interna lograda en la cámara de compresión como consecuencia de la combustión del gas.

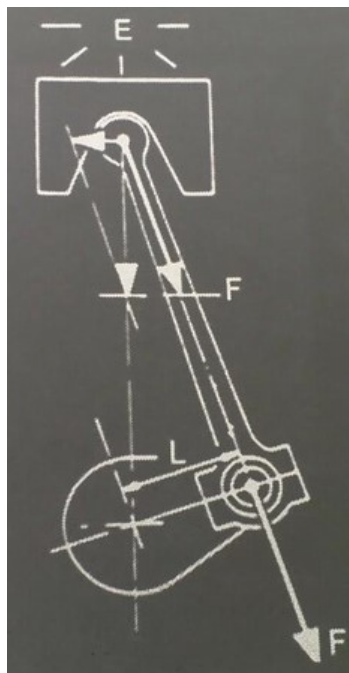


La potencia máxima que puede desarrollar un motor depende de diversos factores, de entre los que cabe destacar fundamentalmente la relación de compresión y la cilindrada, pues a mayores valores de estas les corresponden explosiones más potentes y, en consecuencia, mayor fuerza aplicada al pistón

[Escribir texto]

para impulsarlo en el tiempo motriz. También depende básicamente de la carrera, número de cilindros y régimen de giro del motor. La potencia desarrollada en el interior de los cilindros de un motor, no está aplicada íntegramente al cigüeñal, pues una parte de ella es absorbida por las resistencias pasivas (calor, rozamiento, etc.).

La fuerza de la explosión aplicada a biela y transmitida por esta al codo del cigüeñal para hacerle girar, produce un esfuerzo de rotación que se conoce con el nombre de par motor. Así pues, el par motor es un esfuerzo de giro y representa la capacidad del motor para producir trabajo. El cigüeñal de un motor gira debido a la fuerza E aplicada al pistón (figura 3.4) en el recorrido de potencia, la cual es transferida al cigüeñal por medio de la biela (esfuerzo F). De esta forma, resulta que el par motor es tanto mayor cuanto más lo sean la fuerza aplicada al pistón, es decir, la fuerza de la explosión y la longitud L de la muñequilla del cigüeñal, que a su vez determina la carrera del pistón.



Para la velocidad de rotación del motor, a la cual la presión obtenida en el cilindro por la combustión es máxima, se consigue el mayor esfuerzo de giro en el cigüeñal, que es producto de la fuerza F , por la longitud L de la

muñequilla. Debido a diferentes causas el mayor valor de la presión en el cilindro no se da al máximo régimen de giro del motor, sino a una velocidad mucho más reducida, en la que el llenado del cilindro es mejor y se obtienen explosiones más fuertes, por lo cual, el par motor máximo no se obtiene al régimen más alto, sino a una velocidad mucho menor. El par motor, multiplicado por el régimen de giro, da la potencia efectiva del motor.

El par motor representa la capacidad del motor para producir trabajo, como se ha dicho, mientras que la potencia es la medida de la cantidad de trabajo realizado por el motor en un tiempo determinado. El par motor se expresa en metro por Newton (m N) o metros por kilogramo (m Kg) y la potencia en kilovatios (KW) o caballos de vapor (CV). $1\text{Cv} = 0.736 \text{ KW}$.

Así pues, mientras que el par motor será menor que el máximo a las más elevadas revoluciones del motor, el factor de velocidad se traducirá en potencia, que será máxima o cercana a ella a las más elevadas revoluciones del motor. La potencia efectiva es generada por este par y se conoce también como potencia al freno, ya que se mide empleando un dispositivo frenante, que aplicado al eje del motor se opone al par motor permitiendo medir su valor.

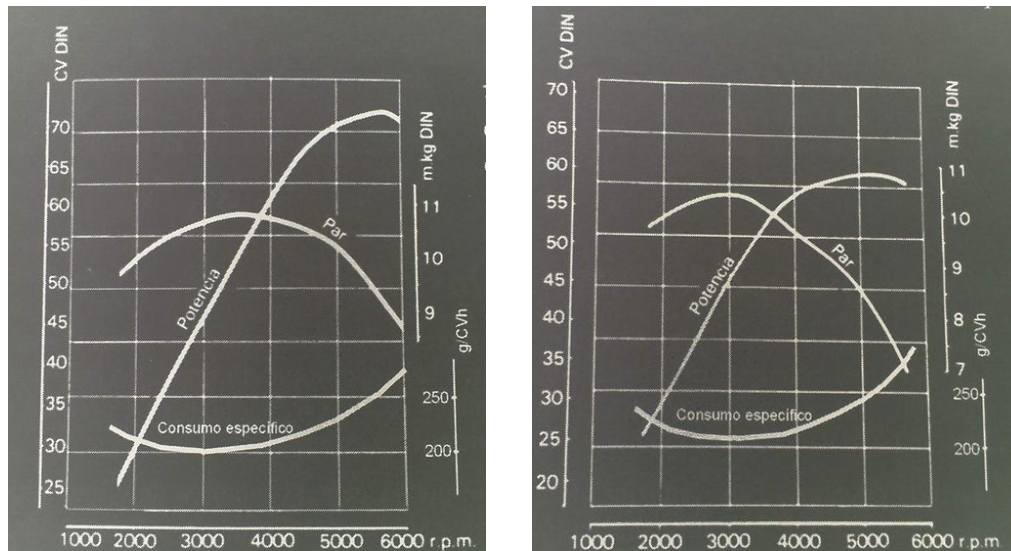
3.8.2 Consumo específico de combustible

El consumo específico de combustible representa la relación entre la cantidad de combustible consumida y la potencia entregada por el motor. Los valores del consumo específico se dan generalmente en gramos por caballo y hora (gr/CV h) o en gramos por kilovatio y hora (gr / Kw h).

3.9 Curvas características de los motores de combustión interna.

El trabajo que es capaz de realizar el motor está definido por sus curvas características de potencia, par motor y consumo específico de combustible. En la siguiente figura se ha representado las curvas características de potencia, par y consumo específico de dos motores, donde puede verse que el valor más alto del par motor se obtiene en ambos casos a un régimen

aproximado de 3.000 rpm, mientras que la máxima potencia se consigue por encima de las 5.300 rpm.



Entre los puntos de régimen de giro correspondientes al par máximo y a la potencia máxima, se obtiene el mejor rendimiento del motor, es decir, funcionando el motor en esta franja del régimen de giro, se consigue un funcionamiento estable del mismo para cualquier resistencia a vencer durante la marcha, lo que se pone en la práctica una capacidad del motor para mantener el régimen aun cuando aumente la resistencia de la marcha, como cuando se sube una pendiente, sin recurrir al cambio de marchas. Esta cualidad se denomina como elasticidad del motor.

3.10 Sistema de escapes.

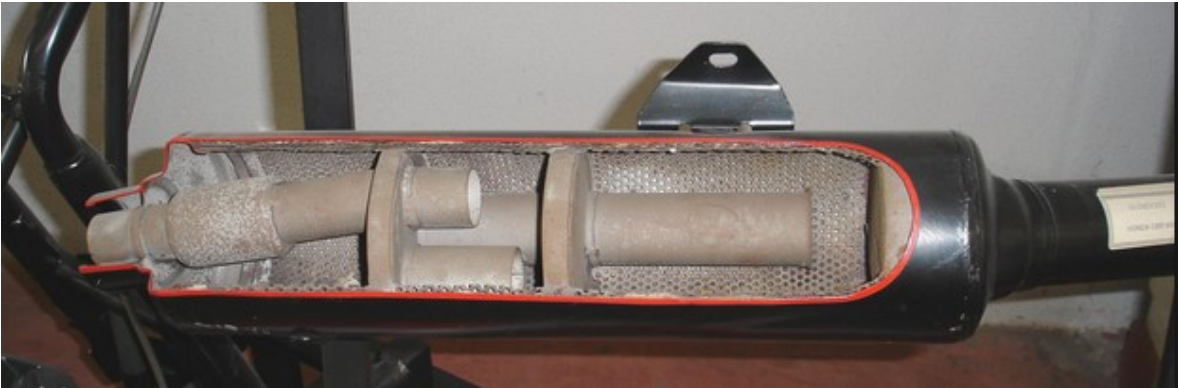
El tubo de escape es una pieza de la motocicleta cuyo fin es permitir la salida de los gases quemados en la combustión, enfriándolos para que terminen su expansión.

El tubo de escape está formado básicamente por unos tubos de conducción, silenciador y algunos accesorios. En el silenciador los gases de escape sufren desviaciones por medio de tabiques laberínticos que se traduce en una disminución del sonido, precisamente ahí está la principal diferencia entre un escape homologado y otro no homologado.

[Escribir texto]

3.10.1 Escapes homologados.

Los escapes homologados tienen esos laberintos.



3.10.2 Escapes no homologados.

Los escapes no homologados están huecos por lo tanto son más ruidosos al no disponer de ese laberinto que amortigua el sonido.



Los dos tipos de escapes están envueltos por su interior de fibra de vidrio que hace disminuir el ruido.

Los escapes tienen una estructura externa formada por una carcasa generalmente de aluminio, acero inoxidable, carbono o titanio. En su interior hay una malla agujereada de acero inoxidable la cual permite que se disipe el calor.

[Escribir texto]

3.11 Neumáticos.

Una motocicleta dispone de dos ruedas. La rueda delantera es la directriz, mientras que la trasera es la rueda motriz. Las ruedas están formadas por el rin y el neumático, son las responsables del contacto entre la motocicleta y el asfalto. El rin es la parte rígida de la rueda que se une al sistema de suspensión de modo fijo.

Los neumáticos son los elementos más importantes de la motocicleta, son altamente responsables de la seguridad del conductor y son los encargados de soportar el peso de la motocicleta, absorbiendo las vibraciones que las irregularidades del asfalto causarían a la motocicleta.

Existen diversos tipos de neumáticos dependiendo del tipo de motocicleta y el uso que le demos a la misma, entre los cuales están:

3.11.1 Neumáticos lisos (slicks).

Son neumáticos completamente lisos, es decir, carecen de dibujo. Son utilizados exclusivamente en carreras, para circular dentro de un circuito cerrado, y están pensados para desgastarse en un corto periodo de tiempo a cambio de ofrecer la máxima adherencia.

Existen tres tipos; seco, intermedio y mojado (para lluvia extrema). Respecto a los de seco, disponemos de un compuesto más blando y otro más duro. Para que los neumáticos sean más duros o más blandos se cambian las proporciones de ingredientes añadidos al caucho, que son tres principalmente; carbón, sulfuro y aceite. Normalmente, cuanto más aceite tenga un compuesto más blando será.

Generalmente asociamos el compuesto a las propiedades de los elastómeros y gomas que forman la superficie del neumático. Así se denominan compuestos blandos a aquellos de menor dureza superficial, que suelen ofrecer mayores valores de adherencia, en cortos intervalos temporales a costa de un mayor desgaste.



Coefficiente de rozamiento (μ) > 2.1.

Presión de inflado 1.0 – 1.2 bar.

La mezcla de aire con la que se inflan: Mezcla de gas comprimido (78% Nitrógeno, 21% Oxígeno, 1% Otros).

Los neumáticos de seco, duran entre 80 km y 200 km, dependiendo de su dureza.

Trabajan entre 80° y 100°C, por debajo de esa temperatura la adherencia disponible decrece rápidamente, y por encima además de perder adherencia se dispara la velocidad de desgaste del neumático.

Los de mojado, pueden durar hasta 300 km siempre que se circule sobre mojado, ya que están hechos para trabajar a unos 40°-50°C, como se rebase esa temperatura, duraran pocos kilómetros, debido a las enormes temperaturas que se alcanzarían por el rozamiento con el pavimento seco.

3.11.2 Neumáticos deportivos.

Los neumáticos deportivos son neumáticos creados para el público general que busca una goma de altas prestaciones y gran agarre en carretera. Están compuestos por componentes especialmente blandos pero que necesitan una menor temperatura que los neumáticos de circuito para trabajar correctamente.

Al estar compuestos por materiales blandos su vida es corta y cuentan con poco dibujo, con lo cual no podrían ser usados con agua en caso de lluvia.



Coefficiente de rozamiento (μ) < 1.2

Presión de inflado 2.2 bar.

3.11.3 Neumáticos “touring”.

Los neumáticos “touring” son neumáticos desarrollados para ofrecer un buen agarre a la vez que una buena resistencia con el paso de los kilómetros, y así ofrecer vidas especialmente largas. Suelen ofrecer una superficie con mucho dibujo, para incluso con lluvia seguir ofreciendo un comportamiento seguro.



Coefficiente de rozamiento (μ) = 0.9 – 1.0.

Presión de inflado 2.5 bar.

3.11.4 Neumáticos trail.

Son neumáticos con un dibujo muy profundo, un gran relieve para conseguir un buen agarre tanto en carreteras de asfalto como en caminos de tierra y están compuestos por materiales generalmente duros.



3.11.5 Neumáticos con clavos.

Son neumáticos exclusivos para uso sobre hielo y nieve, cuentan con pequeñas puntas metálicas, con las cuales se consigue agarre incluso sobre superficies congeladas.

Son neumáticos difíciles de encontrar pero se pueden adquirir las puntas metálicas por separado para ensamblar sobre los neumáticos convencionales.

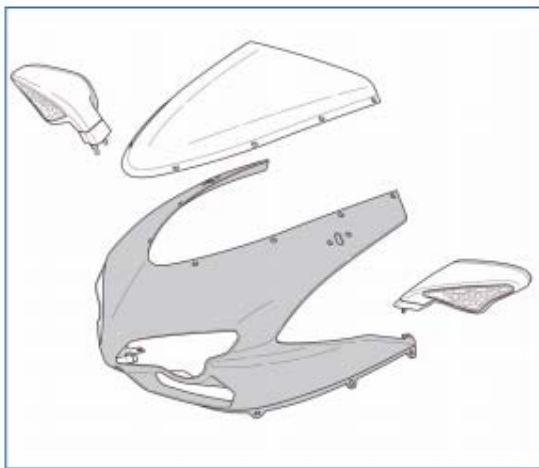


3.12 Carenado.

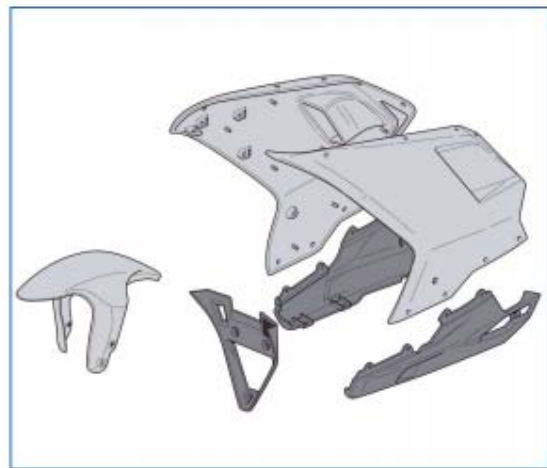
El carenado cubre a la motocicleta, se encarga de mejorar la penetración aerodinámica y proteger a los ocupantes del viento, a su vez tiene una alta importancia en la estética de la motocicleta otorgándole su personalidad.

La cúpula también llamada parabrisas, es una protección contra el viento para el conductor que suele ser transparente para permitir la visión a través de ella.

El carenado frontal cuenta con el faro, las direccionales delanteras, los espejos y sirve de soporte a la cúpula. El carenado lateral sirve de protección contra el viento para las piernas del piloto y sirve como respiración del motor.



Carenado frontal, cúpula y retrovisores.

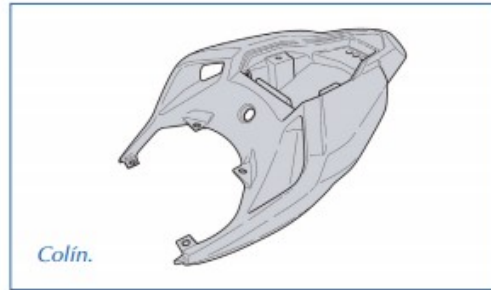
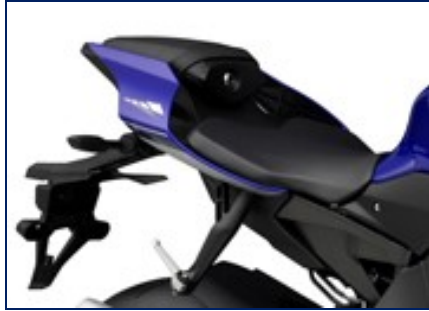


Carenado lateral, quilla y guardabarros delantero.

La quilla es el carenado cuya función es dirigir el viento por la parte inferior de la motocicleta, denominada de este modo por su similitud con la quilla del barco, está situada en la parte inferior de la motocicleta delante del motor y por detrás de la rueda delantera.

La tapa lateral trasera, es el carenado que está situado en los laterales de la parte trasera de la motocicleta, es del mismo material que el carenado frontal y su misión es la de cerrar los huecos laterales de la parte trasera de la motocicleta, debajo y detrás del asiento. Si las tapas de ambos lados están formadas por una única pieza se denomina colín.

[Escribir texto]



El guardabarros o salpicadera es el protector contra las salpicaduras de agua de la rueda.



El faro delantero tiene la función de alumbrar el camino.



Los retrovisores o espejos son utilizados para la visión trasera, disponen de una carcasa de plástico exterior, que en modelos chopper es cromada. Suele ir colocado sobre el manubrio o sobre el carenado frontal.

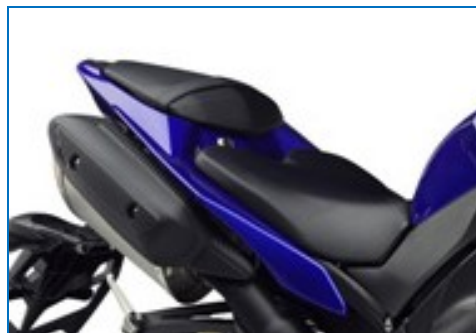
[Escribir texto]



El depósito de combustible es el recipiente que guarda la gasolina. Se encuentra en la mayoría de las ocasiones sobre el chasis, encima del motor. Otras veces, va colocado en la parte inferior del asiento. En algunas ocasiones el depósito se puede levantar sencillamente para permitir un fácil acceso al motor.



El asiento es el elemento de sustentación del conductor, puede ir en conjunto o por separado (asiento de conductor y asiento de pasajero).



3.13 Materiales de carenado.

Fibra de vidrio, fibra de carbono, tela marina y plástico.

Capítulo IV Sistemas automáticos de control

4.1 Control dinámico de estabilidad

Es una contribución esencial a la dinámica y a la seguridad de conducción, especialmente bajo condiciones cambiantes, en superficies con poco agarre y durante las pruebas de derrapaje, detecta una rueda que gira demasiado comparando las velocidades de las ruedas delantera y trasera medidas con los sensores de ABS y analizando los datos proporcionados por la caja de sensores (sensor de inclinación). En este caso, la unidad del motor inicia la correspondiente reducción de par retrasando el encendido, interviniendo en la inyección y modificando la posición de la mariposa del acelerador.

4.2 Control de tracción.

El control de tracción limita el par en función de las condiciones de la carretera y el resultado es que no existe un giro descontrolado de la rueda trasera, la transmisión de la potencia es más eficiente, y la seguridad se incrementa apreciablemente en situaciones límite, como cuando llueve.

4.3 Sistema de frenado ABS

Con el objetivo de hacer la frenada más eficiente y segura se ideó el llamado sistema de frenado antibloqueo ("Antilock Bracking System", o ABS).

Básicamente consiste un sistema que evita el bloqueo de las ruedas al frenar, y por tanto evita que se pierda el control direccional del vehículo. Esto es así porque sólo una rueda que gira, sin bloquearse, puede generar unas fuerzas

laterales que pueden cumplir con las funciones de dirección y control del vehículo.

Este sistema de regulación de la frenada comienza con unos sensores ubicados en las ruedas que controlan permanentemente la velocidad de giro de las mismas, por eso que también se les llama captadores RPM de ruedas. A partir de los datos que suministra cada uno de los sensores, la unidad de control electrónica (la ECU) es capaz de calcular mediante un algoritmo matemático una velocidad media, que se toma que corresponde aproximadamente a la velocidad del vehículo. Comparando las distintas velocidades que va adquiriendo una rueda con la media global se puede saber si esta rueda amenaza o no con bloquearse.

Si es así, el sistema ABS se activa reduciendo automáticamente la presión de frenado en la rueda en cuestión hasta alcanzar un valor umbral fijado de antemano y que queda por debajo del límite de bloqueo. Cuando la rueda vuelve a girar libremente se vuelve a aumentar al máximo la presión de frenado. Este proceso (reducir la presión de frenado / aumentar la presión de frenado) se repite hasta que el conductor retira el pie del freno o disminuye la fuerza de activación del mismo.

4.4 Sistema CAN Bus

Este sistema de electrónica de cable único (Single Wire System o SWS) proporciona muchas ventajas. Reduce el cableado, y su tecnología CAN (Controller Area Network) integra todos los controladores en una red para la generación muy simplificada de diagnosis exhaustivas. Además, elimina los fusibles convencionales porque el sistema desconecta automáticamente los componentes que no funcionen adecuadamente. Otras ventajas de este sistema eléctrico inteligente para motocicletas son la reducción de peso en el mazo de cables, mayor fiabilidad funcional y plena capacidad de diagnosis. La tecnología CAN bus es un concepto de red de datos que se sirve de una sola línea. Ésta conecta varias unidades de mando, como si fueran paradas a lo largo de una ruta de autobús (que es de donde toma su nombre la tecnología "bus"), que permite el acceso permanente a todos los datos del sistema. El principio básico de esta tecnología es que todas las unidades de control,

sensores y aparatos consumidores están unidos en una red vía un solo canal compartido a través del cual convergen todas las señales, independientemente de su función posterior. Esta red, por lo tanto, pone toda la información disponible en todo momento para todos los componentes conectados a ella.

4.5 Sistemas de gestión del motor.

Esta regulación se basa en la cantidad de aire aspirado, definido indirectamente en función del ángulo de la posición de la mariposa del acelerador y de las revoluciones del motor. Usando diversos parámetros adicionales del motor y del entorno (entre otros, temperatura del motor, temperatura del aire y presión atmosférica del ambiente), la unidad de mando calcula individualmente los valores específicos para la cantidad de inyección y el momento del encendido, basándose en los mapas característicos almacenados y en las funciones correctoras.

4.6 Tipos de sensores en las motocicletas.

- Velocidad: Velocímetro (Mecánicos, eléctricos analógicos y digitales)
- Desplazamiento: Cuenta kilómetros (Mecánicos y eléctricos analógicos)
- Nivel de líquido: Nivel de combustible.
- Presión: Presión de aceite.

4.7 Actuadores.

- Mecánicos: Frenos.
- Hidráulicos: Frenos.
- Eléctricos: Aceleradores.

Capítulo V. FIGURAS DE MÉRITO.

Yamaha R1

- Potencia entre precio:

$$Y_1 \frac{147.1 \text{ kw}}{\$ 339,000} = 0.0004326 = 43 \%$$

- Peso entre precio:

$$Y_2 \frac{200 \text{ Kg}}{\$ 339,000} = 0.0005882 = 59\%$$

- Par entre precio:

$$Y_3 \frac{112.4 \text{ Nm}}{\$ 339,000} = 0.0003306 = 33\%$$

Honda 1000 rr

- Potencia entre precio:

$$H_1 \frac{133 \text{ kw}}{\$ 257,900} = 0.0005157 = 51\%$$

- Peso entre precio:

$$H_2 \frac{199 \text{ Kg}}{\$ 257,000} = 0.0007716 = 77\%$$

- Par entre precio:

$$H_3 \frac{114 \text{ Nm}}{\$ 257,900} = 0.0004420 = 44\%$$

Kawasaki zx 10

- Potencia entre precio:

$$K_1 \frac{138.3 \text{ kw}}{\$ 241,802} = 0.0005720 = 57\%$$

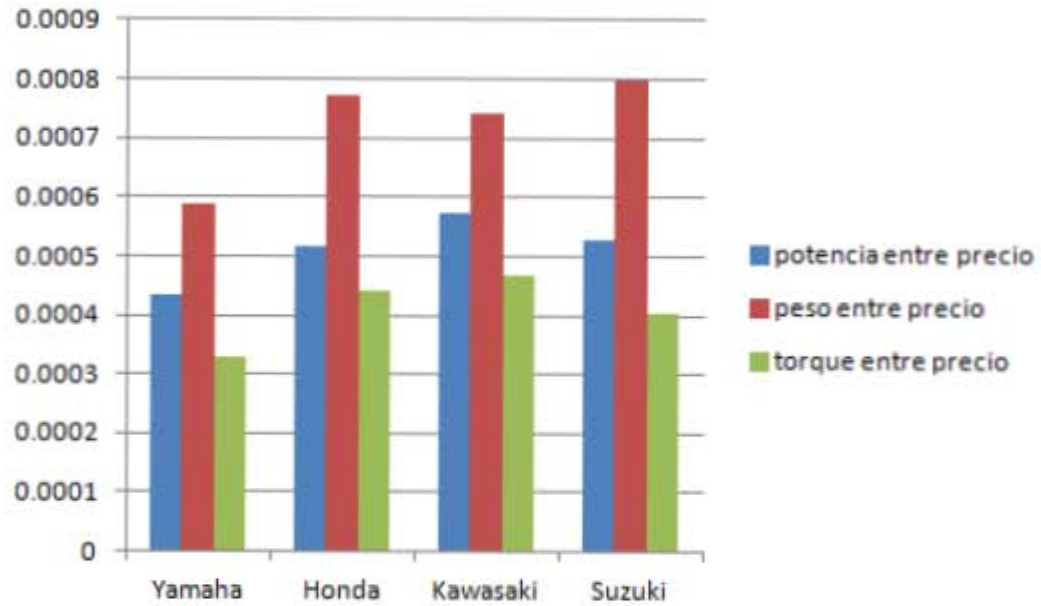
- Peso entre precio:

$$K_2 \frac{179 \text{ Kg}}{\$ 241,802} = 0.0007403 = 74\%$$

- Par entre precio:

$$K_3 \frac{113 \text{ Nm}}{\$ 241,802} = 0.0004673 = 47\%$$

Gráfica figuras de mérito



CONCLUSIONES.

Las motocicletas estas constituidas por un chasis, subchasis, basculante, motor, transmisión secundaria, suspensión delantera, suspensión trasera, sistema de escape, sistema de frenos y sistema de dirección.

Existen diferentes tipos de motocicletas como; Deportivas, "naked", chopper, enduro o cross, doble propósito y eléctricas.

Cuanto mayor sea la cilindrada de una motocicleta, el motor suministra más potencia, pero bien se comprende que a cilindros iguales, la potencia será mayor cuantas más explosiones motrices se consigan en el mismo tiempo, así pues, la potencia es en función de la cilindrada y de la velocidad de rotación del cigüeñal

Las motocicletas no podrían tener los altos niveles de rendimiento que ahora tienen si no fuera por los sistemas de inyección de combustible, aerodinámica, sistemas de gestión del motor, tecnología de materiales, los sistemas mecánicos, los sistemas electrónicos, sistemas autónomos, sistemas de software, todos estos sistemas cada vez son más sofisticados, complejos y cumplen las necesidades que se requieren.

Gracias al progreso de las tecnologías de diseño las motocicletas pueden alcanzar altos niveles de rendimiento como son:

Mayor velocidad.

Mejor estabilidad.

Menor peso.

Una mayor aerodinámica.

Electrónica más sofisticada.

Bajo consumo de combustible.

Una motocicleta de alto rendimiento se entiende por una motocicleta capaz de desarrollar las mejores prestaciones de potencia, par, aceleración, velocidad máxima, peso, adherencia.

BIBLIOGRAFÍA

Giani, Paolo et al. "Launch control for sport motorcycles: A clutch-based approach". *Control Engineering Practice*. México. December 2013. Volume 21. Issue 12. pp. 1756-1766.

Hagen, Katharina et al. "Recognisability of different configurations of front lights on motorcycles". *Accident Analysis and Prevention*. México. January 2012. Volume 44. Issue 1. pp. 82-87

Umar, Radin et al. "An experimental study of deformation behaviour of motorcycle front wheel-tyre assembly under frontal impact loading". *International Journal of Impact Engineering*. México. October 2006. Volume 32. Issue 10. pp 1554-1572.

Liu, Jing-Sin et al. "Design parameters study on the stability and perception of riding comfort of the electrical motorcycles under rider leaning". *Mechatronics*. México. February 2003. Volume 13. Issue 1. pp 49-76.

Hsu, Yuan-Yong y Lu, Shao-Yuan. "Design and implementation of a hybrid electric motorcycle management system". *Applied Energy*. México. November 2010. Volume 87. Issue 11. pp 3546-3551.

Nenner, Uri. "Robust feedback stabilization of an unmanned motorcycle". *Control Engineering Practice*. México. August 2010. Volume 18. Issue 8. pp 970-978.

Yang, Hsi-Hsien y Liu, Ta-Chuan. "Effects of ethanol-blended gasoline on emissions of regulated air pollutants and carbonyls from motorcycles". *Applied Energy*. México. January 2012. Volume 89. Issue 1. pp 281-286.

Rong-Fang, Horng et al. "Driving characteristics of a motorcycle fuelled with hydrogen-rich gas produced by an onboard plasma reformer". *International Journal of Hydrogen Energy*. México. December 2008. Volume 33. Issue 24. pp 7619-7629.

Tsai, Jiun-Horng et al. "The speciation of volatile organic compounds (VOCs) from motorcycle engine exhaust at different driving modes". Atmospheric Environment. México. June 2003. Volume 37. Issue 18. pp 2485-2496.

Cossalter, Vittore et al. "Experimental Identification of the Engine-to-Slip Dynamics for Traction Control Applications in a Sport Motorcycle". European Journal of Control. México. 2010. Volume 16. Issue 1. pp 113-114.

Wang , X.K. "Research on a dispersed networked CAD/CAM system of motorcycle". Journal of Materials Processing Technology. México. October 2002. Volume 129. Issues 1–3, 11. pp 658-662.

Spelta, Cristiano et al. "Experimental analysis of a motorcycle semi-active rear suspension". Control Engineering Practice. México. November 2010. Volume 18. Issue 11. pp 1239-1250.

Jones, Luke R. et al. "The effect of incentives and technology on the adoption of electric motorcycles: A stated choice experiment in Vietnam". Transportation Research Part A: Policy and Practice. México. November 2013. Volume 57. pp 1-11.

Asaei, Behzad y Habibidoost, Mahdi. "Design, simulation, and prototype production of a through the road parallel hybrid electric motorcycle". Energy Conversion and Management. México. July 2013. Volume 71. pp 12-20.

Corno, Matteo. "On optimal motorcycle braking". Control Engineering Practice. México. June 2008. Volume 16. Issue 6. pp 644-657.