

Tabla de contenidos

I. BASICO MOTOCICLETAS 1

[1] Componentes 2

1. Sistema de motor..... 2
2. Bastidor 2
3. Sistema eléctrico..... 2

[2] Términos básicos 3

1. Ciclo 3
2. Punto muerto 3
3. Carrera 3
4. Diámetro 3
5. Angulo del cigüeñal 3
6. Capacidad de escape 4
7. Volumen cámara de combustión 4
8. Volumen del cilindro 4
9. Relación de compresión 4
10. Velocidad del pistón 4
11. Efectos de la carrera y del diámetro en el rendimiento del motor 5
12. Torque 5
13. Caballo de potencia (potencia) 6

[3] Curvas de rendimiento 7

1. Diagrama de curva de rendimiento del motor .. 7
2. Diagrama de curvas de rendimiento de la conducción 8

II. BASICO MOTOR 11

[1] Qué es un motor? 12

[2] Tipos de motores térmicos 12

[3] Clasificación de los motores de combustión interna 12

1. Clasificación por tipo de combustible 12
2. Clasificación por tipo de movimiento 12
3. Clasificación por sistema de encendido 12
4. Clasificación por ciclos de operación 13
5. Otros métodos de clasificación 13

[4] Principios de operación del motor a gasolina 13

1. Combustión y explosión de la gasolina 13
2. Principios de operación 13
3. Tres factores para la operación del motor 14

III. CONSTRUCCION BASICA DEL MOTOR Y OPERACION 15

[1] Construcción básica y características del motor de 2-Tiempos y de 4- Tiempos 16

1. Construcción básica y características del motor de 2-Tiempos 16
2. Construcción básica y características del motor de 4-Tiempos 17

[2] Operación y tipos de motores de 2- Tiempos 18

1. Operación básica de los motores de 2-T 18
2. Sincronización de las lumbreras 19
3. Fundamentos del sistema de barrido 19
4. Tipos y características del sistema de admisión, del sistema de barrido y sincronización de las lumbreras 20

[3] Construcción y funcionamiento de las principales partes del motor 2-Tiempos 28

1. Culata 28
2. Cilindro 28
3. Pistón 30
4. Aros de pistón 31
5. Cigüeñal y biela 33
6. Carters 34
7. Rodamientos y sellos de aceite 35

[4] Operación de los motores de 4- Tiempos 38

1. Operación básica del motor 4-Tiempos ... 38
2. Sincronización de las válvulas 39
3. Tipos y características de los trenes de válvulas 39

[5] Construcción y Funcionamiento de las principales partes del motor de 4-Tiempos

1. Culata	42
2. Tren de válvulas	43
3. Cilindro	46
4. Pistón	46
5. Aros de pistón	46
6. Cigüeñal	47
7. Biela	48
8. Cojinetes planos	48

[6] Sistema de Lubricación

1. Propósitos de la lubricación	49
2. Lubricación del motor de 2-Tiempos	50
3. Lubricación del motor de 4-Tiempos.....	54
4. Aceite lubricante	57

[7] Sistema de refrigeración

1. Sistema de refrigeración por aire	59
2. Sistema de refrigeración por agua	60

[8] Sistema de combustible

1. Carburador	61
2. Principios del carburador	61
3. Combustión y explosión	62
4. Relación de mezcla	62
5. Tipos de carburadores	63
6. Construcción y operación del carburador VM	65
7. Construcción y operación del carburador SU	70
8. Inspección del carburador	76
9. Gases de escape	81
10. Tanque de combustible	84
11. Tapa tanque del combustible	85
12. Llave de paso de combustible	86
13. Combustible	90

[9] Sistema de escape

1. Pulsaciones del escape	92
2. Métodos de reducción de ruidos	93

[10] Transmisión de potencia

1. Embrague	96
2. Tipos de embragues	96
3. Construcción y operación del embrague	98
4. Transmisión y mecanismos de cambios	101
5. Mecanismos de transmisión final	108
6. Mecanismos de puesta en marcha	110

IV. CONSTRUCCION BASICA DEL BASTIDOR Y OPERACION ...

[1] Bastidor

1. Funciones del bastidor	114
2. Clasificación y tipos de bastidores	114
3. Nombre de cada parte	117

[2] Sistema de dirección

1. Sistema de dirección (parte de la suspensión delantera)	118
2. Inclinación y avance	118
3. Manubrios (Manillares)	119

[3] Sistema de suspensión

1. Descripción del sistema de suspensión	120
2. Sistema de suspensión delantera	122
3. Sistema de suspensión trasera	124

[4] Sistema de frenos

1. Freno de tambor	130
2. Freno de disco	132
3. Líquido de frenos	136

[5] Ruedas

1. Tipos de ruedas (aros)	137
---------------------------------	-----

[6] Llantas

1. Llanta radial y llanta diagonal	138
2. Construcción de las llantas	140
3. Patrón de dibujo	141
4. Tamaño de la llanta	142
5. Llanta con neumático y sin neumático	144
6. Presión de aire	144

V. CONSTRUCCIÓN BASICA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO 145

[1] Fundamentos de la electricidad ... 146

Símbolos eléctricos 146

1. Conducción de la electricidad 147

2. Acción eléctrica de la corriente..... 147

3. Corriente alterna y directa 148

4. Flujo de la electricidad 149

5. Corriente eléctrica, voltaje, resistencia
y potencia 150

6. Circuitos eléctricos 151

7. Electricidad y magnetismo 152

8. Semiconductores 154

[2] Sistema de encendido 159

1. Tipos de sistemas de encendido 159

2. Bobinas de encendido, puntas de con-
tacto y condensadores 159

3. Construcción y funciones del sistema
de encendido 161

4. Bujía de encendido 166

[3] Sistema de carga 169

1. Principios de generación de potencia y
tipos de generadores 169

2. Generador AC 171

3. Generador DC 177

4. Batería 178

5. Batería sellada MF 181

[4] Sistema de arranque 184

1. Principios del motor y motor de arranque .. 184

2. Sistema de seguridad del arranque..... 185

[5] Sistemas de luces y señales ... 188

1. Sistema de luces 188

2. Sistema de señales 190

VI. APENDICE 193

[1] Inspección Pre-Entrega
(Inspección motocicleta nueva) 194

[2] Lista de chequeo de inspección . 196

[3] Materiales 198

[4] Elementos de máquina 202

[5] Principios fundamentales y
reglas 208

[6] Unidades 212

[7] Tablas de conversiones 217

[8] Símbolos usados en fórmulas .. 220

[9] Sistema internacional de unidades
(SI: Systeme International
d'Unites) 221



YAMAHA
TECHNICAL ACADEMY

I. BASICO MOTOCICLETAS



[1] Componentes

Los componentes de la motocicleta pueden ser divididos en tres categorías: sistema de motor, bastidor y eléctrico. Estas categorías se subdividen nuevamente y cada mecanismo es explicado brevemente.

1) Sistema de motor

- (1) Sistema de generación de potencia**..... El sistema de generación de potencia para la conducción consta de los siguientes sistemas:
- 1) Motor..... Convierte la energía calórica generada por la explosión de la combustión del combustible en energía mecánica (fuerza rotacional).
 - 2) Sistema de admisión..... Convierte el combustible en una mezcla de aire-combustible fácilmente explosiva y la entrega al motor.
 - 3) Sistema de lubricación..... Protege las partes metálicas en movimiento con una película de aceite, reduce la fricción y suministra refrigeración para una operación suave.
 - 4) Sistema de escape Descarga rápidamente la alta presión de los gases para reducir la presión y ayudar a reducir la temperatura del motor.
 - 5) Sistema de refrigeración..... Mantiene la temperatura adecuada del motor para un funcionamiento suave.
- (2) Sistema de transmisión de potencia**..... Es el sistema usado para transmitir la potencia generada por el motor a la rueda trasera y consta de los siguientes mecanismos:
- 1) Mecanismo del embrague..... Conecta o desconecta la transmisión de potencia del motor al sistema de cambios.
 - 2) Mecanismo de cambios..... Permite seleccionar los requerimientos de potencia y de velocidad del motor de acuerdo a sus necesidades.
 - 3) Transmisión..... Transmite la potencia del mecanismo de cambios a la rueda trasera.
 - 4) Mecanismo de arranque..... Transmite la rotación del pedal de arranque al cigüeñal, haciéndolo girar.

2) Bastidor (chasis)

- Mecanismos de dirección y de conducción**..... Comprende el mecanismo requerido para la conducción y el mecanismo de operación de la dirección.
- 1) Fundamentos del bastidor..... El bastidor aloja el motor y los mecanismos de la dirección.
 - 2) Mecanismo de amortiguación.... Soporta la rueda delantera, los cambios de la dirección, absorbe los choques de la carretera y provee una dirección estable.
 - 3) Mecanismo de amortiguación..... Soporta la rueda trasera, absorbe los choques de la carretera y provee una dirección estable.
 - 4) Mecanismo de las ruedas..... Las ruedas soportan el bastidor y los frenos reducen o paran la rotación de las ruedas.
 - 5) Otros Tanque de combustible, llave de combustible, asiento, guardafango, etc.

3) Sistema eléctrico

- Mecanismos eléctricos**..... La potencia eléctrica crea la chispa de encendido para la operación del motor y opera varias características para una conducción segura. Comprende los siguientes mecanismos:
- 1) Mecanismo de encendido..... Crea el alto voltaje de la chispa eléctrica para el encendido de la mezcla aire-combustible necesaria para la operación del motor.
 - 2) Suministro de potencia del Provee potencia a cada mecanismo eléctrico para una operación continua dinamo
 - 3) Mecanismos de luces y de Iluminación y señales para una conducción segura, y equipos de seguridad, tales como varios medidores.
 - 4) Mecanismo del arranque..... Un mecanismo es usado para girar el cigüeñal con potencia eléctrica y encender el motor.

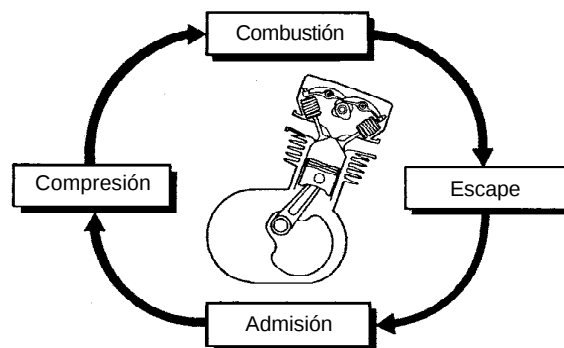
[2] Términos básicos

1. Ciclo

Para que el motor funcione, el pistón debe realizar movimientos cíclicos.

Esto significa, que el motor debe “admitir” una mezcla de aire-combustible, “comprimirla”, “quemarla” y “expulsar” los gases quemados, en ciclos. Estos cambios cíclicos en un cilindro se llaman un ciclo.

- Si el motor requiere cuatro carreras del pistón (dos vueltas completas del cigüeñal) es llamado “motor de cuatro ciclos”, o “4 ciclos”, o “motor de 4 carreras”.
- Si el motor requiere dos carreras del pistón (una vuelta completa del cigüeñal) es llamado “motor de dos ciclos” o “2 ciclos”, o “motor de 2 carreras”.

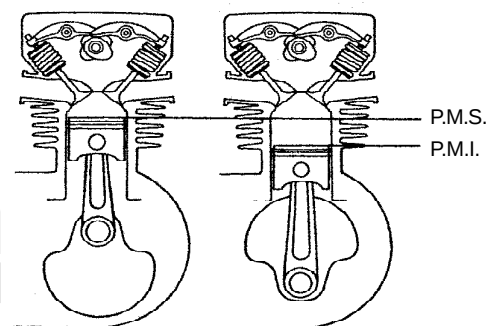


2. Punto muerto (P.M.S.) (P.M.I.)

Punto muerto es el punto donde el pistón cambia su dirección y su velocidad es igual a “0”.

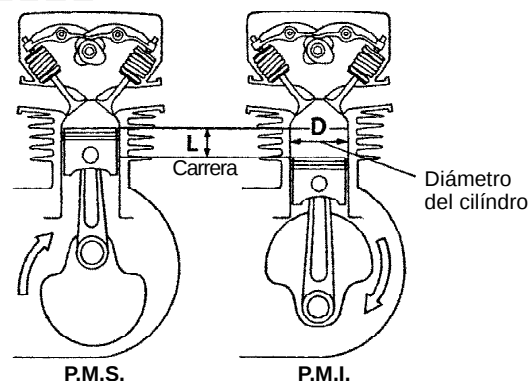
Punto muerto superior (P.M.S.) es el punto donde el pistón empieza a bajar.

Punto muerto inferior (P.M.I.) es el punto donde el pistón empieza a subir.



3. Carrera

Movimiento en una sola dirección del pistón. Cuando el pistón se mueve hacia arriba desde el P.M.I. hasta el P.M.S. o se mueve hacia abajo desde el P.M.S. hasta el P.M.I. El movimiento del pistón en una sola dirección es llamado “carrera”. La distancia del movimiento se indica en mm.

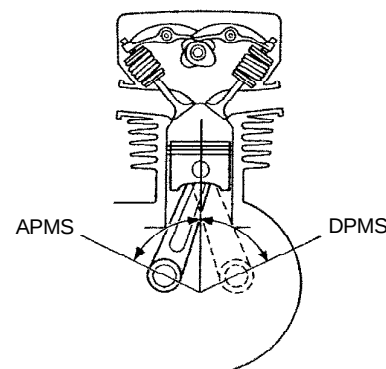


4. Diámetro

Es el diámetro interior del cilindro y se indica en mm.

5. Angulo del cigüeñal

Es el ángulo formado por la línea central del cigüeñal y la línea que pasa por el centro del pasador del cigüeñal con referencia al P.M.S. y al P.M.I.



6. Capacidad de Escape

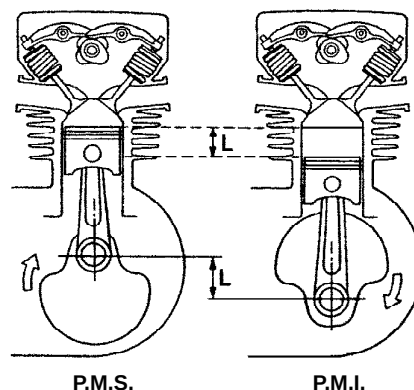
Cuando el pistón se mueve hacia arriba desde el P.M.I. hasta el P.M.S., el volumen desplazado por el pistón se llama «carrera de volumen» y puede ser calculada por la siguiente fórmula. El volumen está indicado en cc o cm³ y litros o m³.

$$V = \pi r^2 L N = \frac{\pi D^2}{4} L N$$

D: Diámetro del cilindro, r : Radio del cilindro

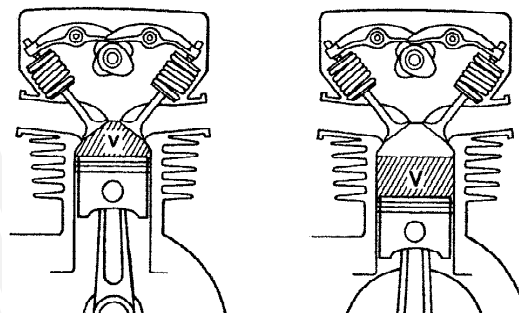
L : Carrera, N: Número de cilindros

π : Relación de la circunferencia de un círculo, 3.14



7. Volumen cámara de combustión

Es el espacio que hay entre la culata y la cabeza del pistón, cuando éste se encuentra en el P.M.S.



8. Volumen del Cilindro

Es la suma total del desplazamiento del pistón (carrera de volumen) y el volumen de la cámara de combustión (V+v).

9. Relación de compresión

Grado en que se comprime la mezcla cuando el pistón está en el punto muerto superior (P.M.S.) de la carrera de compresión.

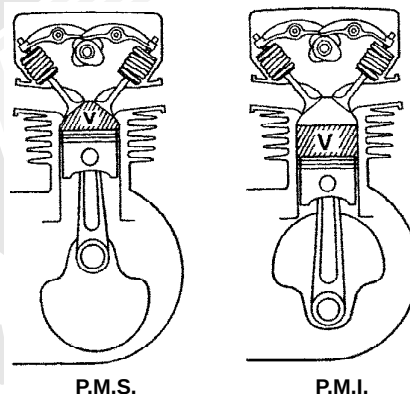
$$\text{Relación de compresión } R = \frac{\text{Cámara Combustión } v + \text{Desplazamiento } V}{\text{Volumen cámara combustión } v} = \frac{V}{v} + 1$$

* Una relación de compresión más alta significa que el motor es de alta velocidad, pero hay restricciones en la relación de compresión.

Motor 2-Tiempos: 6 ~ 8 : 1

Motor 4-Tiempos: 8 ~ 10 : 1

Estas son relaciones para motocicletas tipo general.



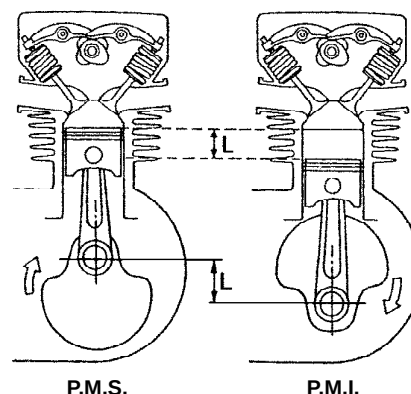
10. Velocidad del Pistón

La velocidad del pistón es 0 en el P.M.S. y en el P.M.I., y es máxima más o menos a la mitad de la carrera. La velocidad de pistón se expresa por el promedio de su velocidad y se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$v = \frac{2LN}{60} = \frac{LN}{30}$$

v = Promedio velocidad pistón (m/s)
 L = Carrera (m)
 N = Velocidad motor (rpm)

El pistón alterna con cada vuelta del cigüeñal, y por lo tanto, el pistón se mueve 2L por cada vuelta. Cuando el cigüeñal hace N vueltas, el pistón se mueve 2LN. Para indicarlo en segundos, se divide por 60.



11. Efectos del diámetro y de la carrera en el rendimiento del motor

Motores de la misma cilindrada, varían su carácter dependiendo “del diámetro y de la carrera”.

- Motores de carrera corta La carrera es más pequeña que el diámetro.
- Motores cuadrados..... La carrera y el diámetro son iguales.
- Motores de carrera larga.....La carrera es más larga que el diámetro.

Comparados con un motor de carrera larga, el tipo cuadrado o de carrera corta pueden alcanzar fácilmente su velocidad y desarrollar alta potencia. Si la velocidad del motor es la misma, la velocidad del pistón es menor y el coeficiente de fricción también se puede reducir. Entre otros méritos, está el bajo peso y el diseño compacto. Por lo tanto, los motores cuadrados y de carrera corta son dominantes.

12. Par de giro (torque)

El momento de fuerzas aplicado a un elemento que gira se llama par de giro. Las motocicletas se mueven gracias al “par de giro” generado en el cigüeñal.

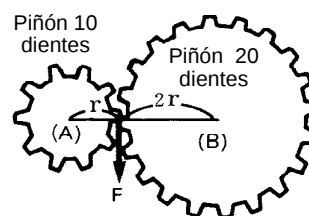
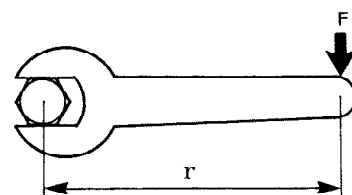
Par de Giro = Fuerza x distancia (Tkg·m [N·m])
= Fkg [N] x rm)

Cuando una fuerza F (kg) [N] es aplicada a una llave con una longitud de r (m) para apretar un tornillo, un par de F.r (kgm) [N·m] es aplicado. Variación del par (reducción primaria y secundaria, y reducción de velocidad en la caja de cambios). Como se muestra, si un par F es aplicado a un piñón A (con r) en contacto con un piñón B (con 2r),

El par en el eje A es: $T_a = F \times r$

El par en el eje B es: $T_b = F \times 2r$

Cuanto mayor es el diámetro del engranaje, mayor es el par, sin embargo su velocidad de rotación se reduce a la mitad.



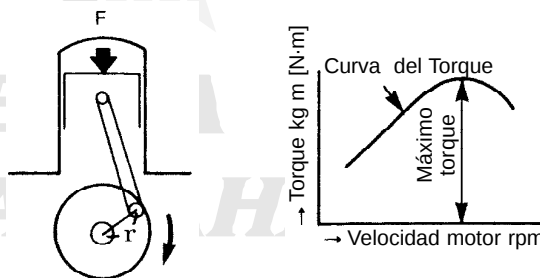
(1) En el caso de un motor

La longitud (r) de la llave, es como la distancia desde el eje del cigüeñal al pasador, esto es, la mitad de la carrera del pistón.

La fuerza (F) aplicada a la llave es comparada con la presión de la compresión creada por los gases quemados, los cuales empujan el pistón hacia abajo. Así, el torque (T) varía según la cantidad de F, siendo r una constante. La cantidad de F varía con las variaciones en la velocidad del motor, esto es, variaciones en la eficiencia de la combustión, por lo tanto, T también cambia.

En realidad, el par de giro es producido como se muestra en la figura. A una velocidad específica el par de giro es máximo (esto es llamado “par máximo”), pero futuros incrementos en la velocidad del motor no incrementan el par.

El “máximo par” está indicado junto con la velocidad del motor, a la cual el máximo par es entregado. Cuando una motocicleta está corriendo al máximo par, la fuerza de salida de la rueda trasera es la máxima.



13. Caballos de vapor (Potencia)

“El rango de trabajo” se refiere a la cantidad de trabajo hecho en un tiempo específico (el par del cigüeñal es el que mueve la motocicleta, pero el par sólo no es una medida de potencia. Cuando la velocidad, que es el tiempo, es agregada a esta potencia, se llama caballo de potencia).

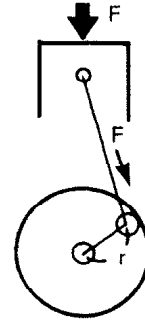
$$\text{Rango de Trabajo} = \frac{\text{Trabajo hecho}}{\text{Tiempo tomado}} = \text{kg} \cdot \text{m/seg} \text{ (Trabajo realizado por seg.)}$$

(1) Unidad de potencia

PS (Pferd starke en Alemán) 1 PS = 75 kg•m/seg. [735.49 W] (La potencia para levantar un objeto de 75 kg a una distancia de 1 m en un segundo. (La mayor potencia, la mayor cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo).

(2) Cálculo de la potencia del cigüeñal

Es conveniente observar que tanto se ha movido (m) el pasador del cigüeñal por una fuerza específica (kg) en un tiempo específico en segundos (seg).



Trabajo hecho $Q = \text{Fuerza } F \times \text{Distancia } S$

Par $T = \text{Fuerza } F \times \text{Distancia } r \quad F = \frac{T}{r}$

Distancia cubierta S por N vueltas del pasador del cigüeñal por minuto $= 2\pi rN$

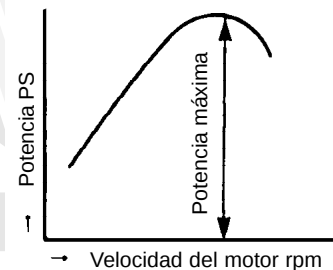
Rango de trabajo $= \frac{\text{Carga de trabajo } Q}{\text{Tiempo en seg.}} \quad 1\text{PS} = 75 \text{ kg} \cdot \text{m/seg} [735.49 \text{ W}]$

$$Q = F \cdot S = \frac{T}{r} \times 2\pi rN = 2\pi NT \quad \text{Potencia (PS)} = \frac{2\pi NT}{60 \times 75} = \frac{NT}{716} = 0.0014NT$$

(3) Relación entre la velocidad del motor y la potencia

La potencia varía dependiendo del producto del par del cigüeñal multiplicado por la velocidad del motor. A mayor velocidad del motor, mayor potencia. Sin embargo, a cierta velocidad, el par comienza a decrecer, y la potencia también baja.

Cuando la potencia es máxima, es llamada “potencia máxima” y es mostrada como un detalle del rendimiento del motor, junto con la velocidad del motor a la cual se produce la máxima potencia.



*SI Indicadas en este manual

En este manual, las SI y las unidades usuales están indicadas como sigue:

(Eg) Par de ajuste 10 Nm (1.0 kg•m)

Indicaciones principales

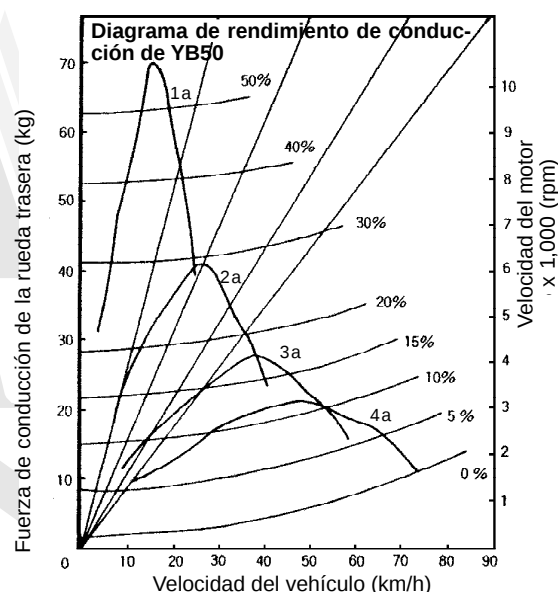
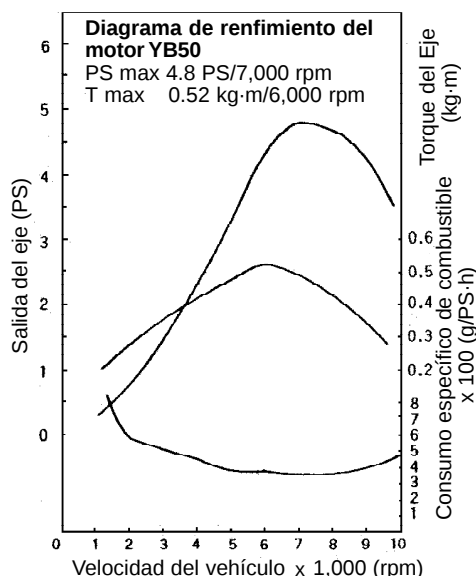
Puntos	SI (Unidades usuales)
Volumen o capacidad de escape	1 L (1000 cm ³)
Presión	1 kPa (0.01 kg/cm ²)
Rendimiento	1 kw (1.360 PS)
Par (Torque)	1 Nm (0.1 kg . m)

[3] Curvas de rendimiento

Los diagramas de rendimientos se clasifican en “diagramas de rendimiento del motor” y “diagramas de rendimiento de la conducción”. El “diagrama del rendimiento del motor indica las relaciones de la potencia motriz, el torque y el consumo específico de combustible, con la velocidad del motor.

De otro lado, el diagrama de rendimiento de la conducción muestra las relaciones de las posiciones de los cambios, la velocidad del motor, la fuerza de conducción de la rueda trasera y la resistencia de conducción, con la velocidad del vehículo.

Leyendo las curvas de rendimiento usted es capaz de entender las características y el rendimiento de las motocicletas, que nos muestran en los catálogos. Por ejemplo, usted puede chequear precisamente las características de una motocicleta específica, esto es, usted puede hallar que la máquina tiene “excelente aceleración”, “conducción potente”, “rápida”, o “conducción económica y eficiente”. Comparando las curvas de rendimiento de dos motocicletas diferentes, usted puede ver la diferencia entre las características, permitiéndole seleccionar una motocicleta más adecuada a sus preferencias.



1. Diagrama de rendimiento del motor

El eje vertical indica la salida del cigüeñal (PS) [W], el torque del cigüeñal (kg·m), el consumo específico de combustible (g/psh) y el eje horizontal indica la velocidad del motor (rpm). De este diagrama usted puede hallar el rango de las velocidades del motor (banda de potencia) a las que se desarrollan la potencia y el torque máximos. También, puede hallar el rango de velocidades del motor (banda de torque) a las que el torque del motor es constante y la motocicleta acelera mejor, corre más rápido es potente, y económica.

(1) Eje de potencia y eje de torque

La potencia y el torque mostrados por las curvas de rendimiento son la potencia y el torque medidos en el cigüeñal, ya que allí no hay pérdidas de potencia ni de torque a través de la reducción primaria, la caja de cambios y la reducción secundaria. En las mediciones actuales, el motor (desmontado de la motocicleta) se ensaya con dinamómetros eléctricos. La potencia se mide en el piñón conductor a plena aceleración. Imponiendo cargas (kg) sobre el dinamómetro y cambiando la velocidad del motor, se calcula el torque del cigüeñal desde la carga y la eficiencia en la transmisión. La potencia del eje se calcula del torque calculado.

Fórmula indicando la relación entre el torque y la potencia

$$\text{Potencia eje (PS) [W]} = \frac{2\pi \cdot N \cdot T}{75 \times 60} = \frac{N \cdot T}{716}$$

N: velocidad del motor (rpm)
 T: Torque a velocidad específica del motor

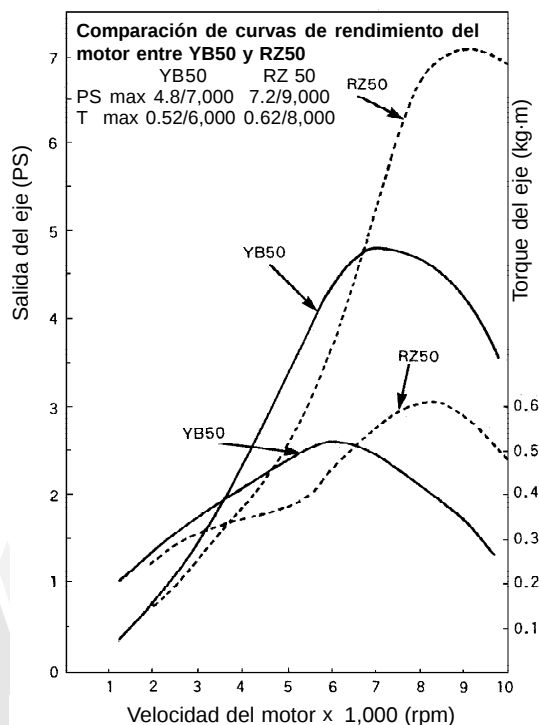
○ Carácter de un motor

Las curvas de torque y de potencia indican el carácter del motor.

Cuando el rango de velocidad del motor al que se desarrollan el máximo torque y potencia es amplio o cuando la velocidad de tal motor es baja, el motor es del tipo de baja velocidad y es muy fuerte a velocidades de rango medio. En resumen, el motor es adecuado para máquinas de calle.

De otro lado, cuando el rango es estrecho o la velocidad del motor es mayor, el motor es del tipo de altas velocidades y es adecuado para máquinas deportivas de altas velocidades.

En general, el motor con una curva de torque más redondeada y una curva lenta a velocidades de servicio normal, es un motor fácil de operar. Por el contrario, si hay una gran diferencia entre las velocidades máximas y mínimas del motor o si el torque máximo se desarrolla en el lado de mayor velocidad, el motor es difícil de operar. Cuando se comparan la YB50 y la RZ50, la primera muestra mejor rendimiento a velocidades cercanas a 6500 rpm y por lo tanto, es buena para usos prácticos.



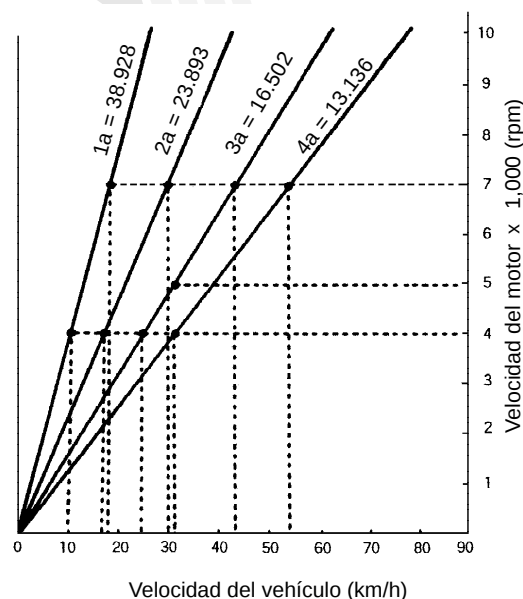
(2) Consumo específico de combustible

El consumo específico de combustible difiere del consumo de combustible que indica cuantos kilómetros puede recorrer el vehículo con un litro de combustible. Este muestra cuantos gramos de combustible se consumen por caballo de potencia por hora.

En general, la motocicleta puede funcionar más eficientemente (el menor consumo específico de combustible) a lo largo del área de la curva de potencia donde la potencia máxima y el torque se producen.

2. Diagrama de rendimiento de conducción

El eje de las verticales indica la fuerza de conducción de la rueda trasera (kg), la resistencia de la conducción (%) y la velocidad del motor (rpm), y el eje de las horizontales indica la velocidad del vehículo (km/h), con las relaciones de las posiciones de los cambios. De este diagrama, usted puede ver la relación entre la velocidad del motor y la velocidad del vehículo en cada posición de engranaje, entre la velocidad del vehículo o la velocidad del motor y la fuerza de conducción de la rueda trasera, la fuerza de tracción requerida para ascender colinas, la capacidad máxima de ascenso, y la velocidad máxima en cada posición de los cambios.



(1) Relación entre la velocidad del motor y la velocidad del vehículo en cada cambio

La relación puede ser calculada de cada relación de reducción del engranaje y del diámetro de la rueda trasera (diámetro efectivo de la llanta).

$$V \text{ (km/h)} = \frac{60 \times \pi \times D \times N}{1,000 \times i}$$

D: Diámetro efectivo de la llanta(m)
N: Velocidad del motor (rpm)
i: Relación de reducción total de cada engranaje

Ejemplo: YB50

D = 0.538 m i: 1a velocidad: relación de reducción primaria x Relación de reducción de la caja x Relación de reducción secundaria

$$\frac{74}{19} (3.894)$$

$$\times \frac{40}{13} (3.076)$$

$$\times \frac{39}{12} (3.250) = 38.928$$

$$i: 4a \text{ Vel. } \frac{74}{19} (3.894)$$

$$\times \frac{27}{26} (1.038)$$

$$\times \frac{39}{12} (3.250) = 13.136$$

N: 8,000 rpm

$$V \text{ (1st)} = \frac{60 \times \pi \times D \times N}{1,000 \times i} = \frac{60 \times \pi \times 0.538 \times 8000}{1,000 \times 38.928} = 20.8 \text{ km/h}$$

$$V \text{ (4th)} = \frac{60 \times \pi \times 0.538 \times 8000}{1,000 \times 13.136} = 61.7 \text{ km/h}$$

Si una motocicleta está funcionando a 4000 rpm, la velocidad del vehículo será de 10 km/h en 1a, cerca de 17 km/h en 2a, cerca de 25 km/h en 3a. y al rededor de 31 km/h en 4a. Si se desplaza de 4a a 3a mientras va a 30 km/h (alrededor 4.000 rpm), la velocidad del motor se incrementa 1.000 rpm a unas 5.000 rpm, la potencia y el torque del motor también se incrementan, permitiéndole a la motocicleta ascender una colina o desarrollar el rendimiento requerido. La máxima velocidad práctica del motor es la velocidad a la que se desarrolla la potencia máxima en cada cambio. En el caso de la YB50, la máxima velocidad práctica es de 7.000 rpm. La velocidad de la motocicleta cae directamente, bajando desde el punto donde la línea recta de cada cambio cruza la línea de las 7.000 rpm, que indica el máximo rango.

Actualmente, cuando la velocidad del motor se incrementa a 8.000 y 9.000 rpm, la velocidad del vehículo también muestra un incremento, pero la fuerza de conducción de la rueda trasera se reduce considerablemente y por lo tanto, la velocidad actual del vehículo no se incrementará en la misma forma. Por lo tanto, cuando se chequea el rendimiento de la aceleración, la velocidad del motor es elevada al máximo en 4a (superior) desplazando los cambios a unas 7.000 rpm. La elevación de la velocidad del motor hasta que la fuerza de conducción de la rueda trasera se reduce considerablemente se llama "sobrerevolución" y la vida del motor se ve acortada. El tacómetro tiene una zona roja de peligro de sobrerevoluciones.

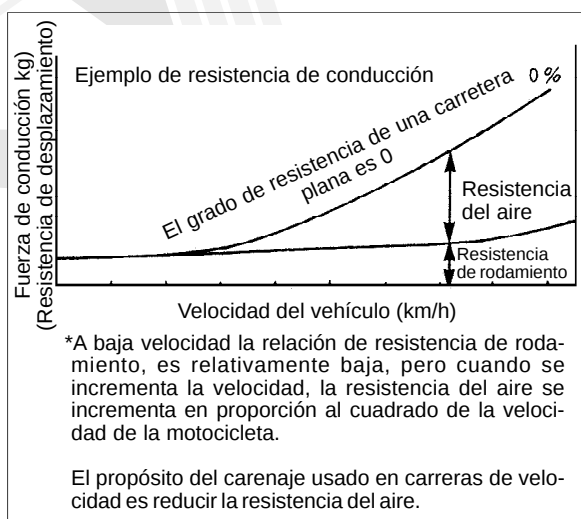
(2) Fuerza de conducción de la rueda trasera

La fuerza de conducción de la rueda trasera significa la fuerza de tracción de la rueda trasera. La motocicleta debe rodar hacia adelante venciendo esta fuerza de tracción.

1 Resistencia de conducción

La resistencia de conducción es el total de la resistencia de rodadura (la resistencia de fricción de las llantas sobre la carretera), la resistencia del aire (la resistencia del aire cuando la motocicleta se mueve hacia adelante) y la resistencia de la pendiente (cuando la motocicleta está subiendo una pendiente).

La resistencia a la conducción es calculada según la resistencia de fricción de los neumáticos y el peso bruto de la motocicleta. La resistencia del aire es el área frontal de la motocicleta y su velocidad, y la resistencia de la pendiente es la pendiente de la carretera y el peso bruto de la motocicleta.



2 Fuerza de conducción de la rueda trasera

La fuerza de conducción de la rueda trasera es el torque del motor que es incrementado por los engranajes de reducción, la caja de cambios y las ruedas dentadas. Esto vence la resistencia de conducción y mueve la motocicleta hacia adelante.

La relación entre la fuerza de conducción de la rueda trasera y el torque es:

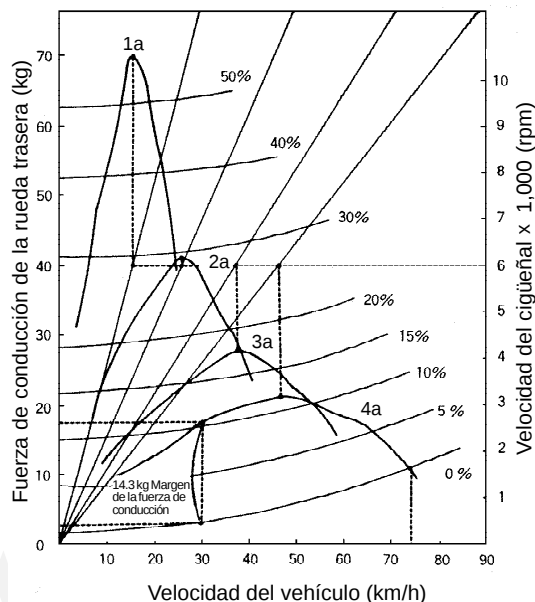
$$F \text{ (kg) [N]} = \frac{T \times i \times \mu}{r} \quad \left(\begin{array}{l} r: \text{Radio efectivo llanta (m)} \\ \mu: \text{Eficiencia de transmisión} \end{array} \right)$$

De la curva de torque en el diagrama de rendimiento, se calcula T.

“μ” varía dependiendo de la posición de los cambios, el tipo de embrague y otros factores.

Por ejemplo, en el caso de la YB50, “μ” es 93% en 1a., 90% en 2a., 87% en 3a., y 85% en 4a. posición.

De la fórmula anterior se obtiene que la fuerza de conducción de la rueda trasera llega al máximo cuando el torque del motor es máximo. Por lo tanto, la YB50 obtiene su máxima fuerza de conducción de la rueda trasera a 6.000 rpm.



Ejemplo : YB50 1a velocidad N : Fuerza de conducción a 6,000 rpm 4a. vel. N : Fuerza de conducción 6,000 rpm

$$F \text{ (kg) [N]} = \frac{T \times i \times \mu}{r} = \frac{0.52 \times 38.928 \times 0.93}{0.269} = 69.98 \text{ kg [N]} \quad F = \frac{0.52 \times 13.136 \times 0.85}{0.269} = 21.58 \text{ kg [N]}$$

Como se explicó anteriormente, la fuerza de conducción de la rueda trasera puede ser calculada del torque del motor a la velocidad del motor que se desarrolla en cada cambio de marchas. Por ejemplo, la motocicleta puede ascender una pendiente de 15% en 3a., pero no puede ascender una pendiente de 20%. Si se reduce a 2a. puede subirla con facilidad. La máxima fuerza de conducción es aproximadamente 70 kg cuando la velocidad del motor es de 6.000 rpm (al desarrollo del torque máximo), a unos 15 km/h y en 1a. Con esta fuerza de conducción, la motocicleta puede ascender una pendiente del 50% (tan 0.5 = 26.5) o más. Esto es, se puede obtener la capacidad máxima de ascenso pero actualmente, dependiendo de la distancia de aproximación a la colina o la distancia a ser ascendida, la motocicleta puede subir una cuesta más empinada. En general, la pendiente que la motocicleta puede subir se calcula del peso muerto del vehículo, el coeficiente de fricción de las llantas, y el coeficiente de fricción de la carretera y se muestra en los catálogos. En el caso de la YB50, tan = 0.32, esto es, cerca de 18°.

Cuando se conduce a 30 km/h y en 4a., la fuerza de conducción de la rueda trasera es aproximadamente 17.4 kg y por lo tanto, la resistencia de conducción en una carretera plana será de 3.1 kg. La diferencia de la fuerza de conducción y la resistencia es de 14.3 kg que es considerada como el margen de fuerza de conducción. A mayor margen de fuerza de conducción, mayor es la aceleración y la capacidad de ascenso. También, la respuesta del acelerador es bien marcada.

La intersección de la curva de resistencia de conducción sobre una carretera plana con la curva de la fuerza de conducción en el cambio más alto (4a. en el caso de la YB50) es la máxima velocidad del vehículo. En la YB50, esto es aproximadamente 74 km/h. *

* A una curva de fuerza de conducción más pendiente, más brioso es el carácter de una motocicleta. Por el contrario, una motocicleta con una curva de fuerza de conducción suave es fácil de conducir.

II. BASICO MOTOR



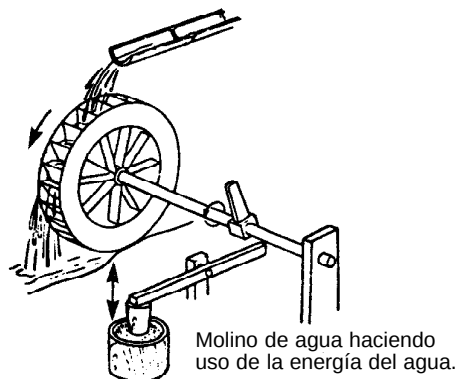
[1] Qué es el motor?

Para que una motocicleta pueda viajar en una carretera con una persona sobre ella, las ruedas necesitan una fuerza de conducción.

El dispositivo para producir esta fuerza de conducción es el motor.

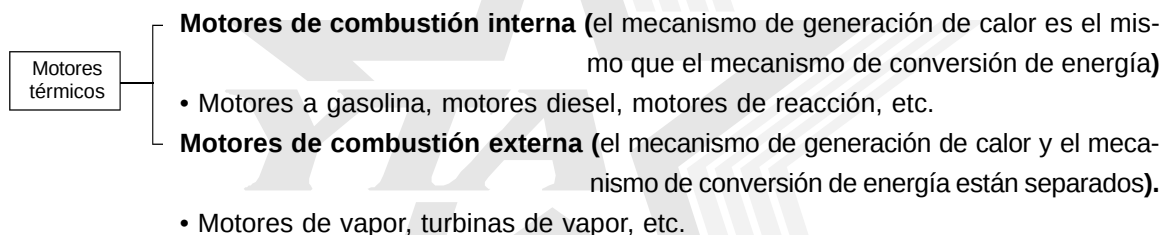
* En general el “motor” es un dispositivo que convierte la energía del agua, del viento, del calor, de la electricidad o de la potencia atómica en energía mecánica.

Un motor que convierte la energía calórica producida por la combustión, en potencia, se llama “motor térmico”.



[2] Tipos de motores térmicos

Hay dos tipos de motores térmicos. Uno es el “motor de combustión interna”, tal como el motor de gasolina y el motor diesel, en los que se produce energía calórica y se usa como potencia. El otro es el motor de combustión externa, tal como el motor de vapor, y la turbina de vapor que producen energía calórica fuera del motor y la convierten en potencia.



Los motores de motocicletas deben ser de tamaño pequeño, de alta potencia, fáciles de manejar, con poca tendencia a tener problemas, y silenciosos. Teniendo esto en consideración, se usan motores a gasolina.

[3] Clasificación de los motores de combustión interna

Los motores de combustión interna se clasifican por el tipo de combustible, el tipo de movimiento, el sistema de encendido y las funciones del pistón.

1. Clasificación por el tipo de combustible

Motores a gasolina (gasolina), motores diesel (aceite ligero), motores a gas (GLP), turbinas de gas (aceite ligero, aceite pesado), y motores a reacción (Queroseno).

2. Clasificación por el tipo de movimiento

Motores recíprocos (motores de pistón) y motores rotatorios (turbinas, motores rotatorios).

3. Clasificación por el sistema de encendido

Encendido por chispa, encendido por compresión, motores de bulbo caliente.

4. Clasificación por ciclo de operación

Motores de cuatro tiempos, motores de dos tiempos, motores rotatorios.
(4-ciclos) (2-ciclos)

5. Otra clasificación

- Sistema de admisión de combustible.....Admisión por vacío (supercargador, turbocargador).
- Sistema de refrigeración del motor..... Refrigeración por aire (refrigeración natural por aire, refrigeración forzada por aire) refrigeración por agua, refrigeración por líquido.
- Disposición de cilindros Simple, gemelo, 3, 4, y 6 cilindros en línea, tipo V, tipo L horizontalmente opuestos, etc.
- Inclinación del motor Vertical, inclinado hacia adelante, horizontal, inclinado hacia atrás.

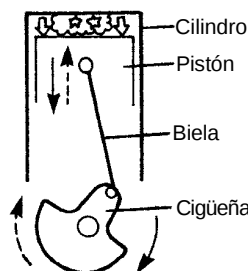
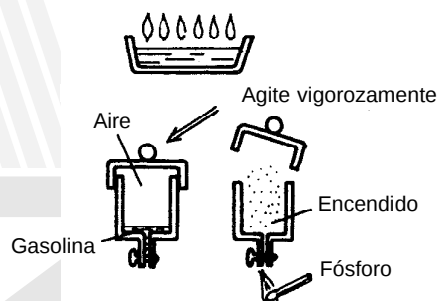
Corrientemente, el tipo principal de motor para las motocicletas es el de gasolina, recíproco, y de encendido por chispa. Hay tipos de 4-Tiempos y de 2-Tiempos, y se emplea el sistema de admisión por vacío. Generalmente, se usan sistemas de refrigeración por aire, pero en las motocicletas tipo deportivo y de gran tamaño, se usan principalmente sistemas de refrigeración por agua.

[4] Principios de operación del motor a gasolina

1. Combustión y explosión de la gasolina

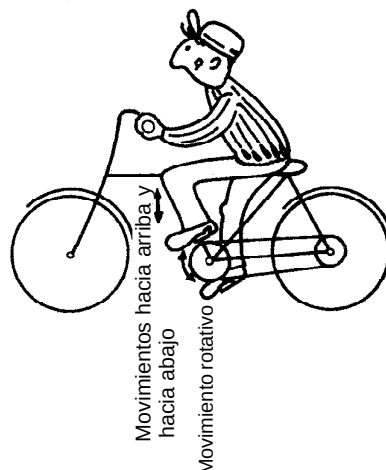
Cuando se enciende gasolina en una cazuela, se quema pero no explota. Sin embargo, si se enciende en un recipiente hermético, los gases quemados se expanden, forzando luego a expulsar la tapa. Esto es, la gasolina produce potencia explosiva.

Si la gasolina se quema rápidamente, entonces la potencia explosiva es grande. Para quemar la gasolina rápidamente, se mezcla con aire, y se vaporiza. Así, la mezcla aire-gasolina vaporizada debe ser comprimida y encendida con una chispa. La gasolina se quema rápidamente y produce potencia explosiva. El motor a gasolina produce esta potencia explosiva que puede ser conducida para darle fuerza a la motocicleta.



2. Principio de operación

Una mezcla de aire-gasolina es succionada en un cilindro y comprimida por un pistón moviéndose hacia arriba. La mezcla comprimida se enciende con una chispa y se quema expandiéndose. El gas quemado se expande y empuja el pistón hacia abajo, girando el cigüeñal a través de la biela. Esto es, el movimiento recíproco del pistón se cambia a un movimiento rotatorio por medio de la biela y es transmitido a través de los engranajes.



3. Tres factores para la operación del motor

Para mantener el motor trabajando suavemente, se requieren los tres siguientes factores importantes. La falta de cualquiera de ellos conducirá a una falla en el arranque o causará que el motor se detenga.

Combustible de buena calidad

(Debe suministrar una adecuada cantidad de buena mezcla aire-combustible.)

Buena compresión

(La mezcla debe ser comprimida adecuadamente y sin pérdidas.)

Chispa fuerte

(Se deben producir chispas fuertes en el momento preciso.)



III. CONSTRUCCION BASICA Y OPERACION DEL MOTOR



[1] Construcción básica y características de los motores de 2-Tiempos y de 4-Tiempos

1. Construcción básica y características del motor de dos-tiempos

- El motor de dos-tiempos requiere únicamente una vuelta del cigüeñal (dos carreras del pistón) para completar un ciclo de eventos en el cilindro.

Formalmente se llama **“motor de dos ciclos de tiempo”**.

La explosión (carrera de potencia) tiene lugar cada vuelta del cigüeñal.

- El pistón se mueve hacia arriba y hacia abajo, abriendo y cerrando las lumbreras de admisión, de escape y de transferencia en el cilindro. Esto es, el pistón actúa como una válvula deslizante y el motor de este tipo se llama **“motor de válvula de pistón”**.

- Para completar un ciclo de eventos por vuelta del cigüeñal (dos carreras del pistón), los eventos tienen lugar separadamente en la cámara de combustión (sobre el pistón) y en el cárter (bajo el pistón).

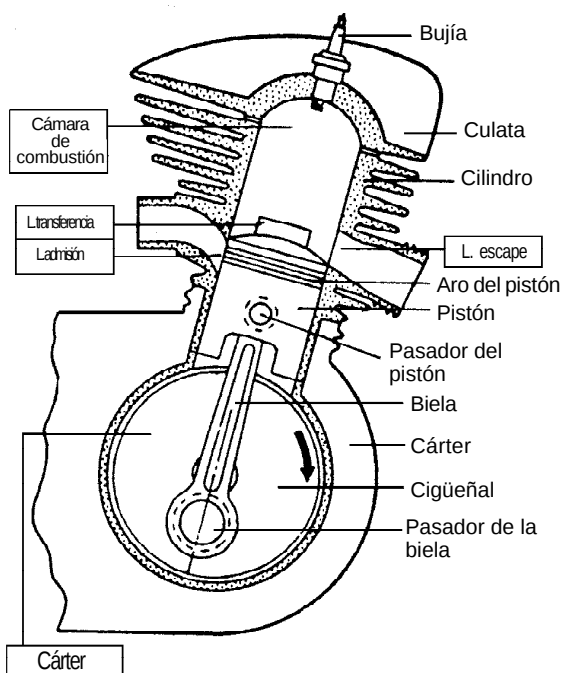
- Las mezclas de aire-combustible se comprimen dos veces por ciclo.

Compresión primaria (compresión preliminar

en el cárter): La mezcla que cae al cárter se comprime para que fluya a la cámara de combustión. Compresión secundaria (compresión en el cilindro y en la cámara de combustión). Para encender y quemar la mezcla fácilmente, ésta se vaporiza y se comprime y el resultado es una presión de combustión extremadamente alta.

- Hay una carrera de transferencia.

La mezcla comprimida en el cárter fluye al cilindro a través de un pasaje de transferencia que obliga a los gases quemados remanentes a salir del cilindro.



Ventajas y desventajas del motor de dos-tiempos

Ventajas

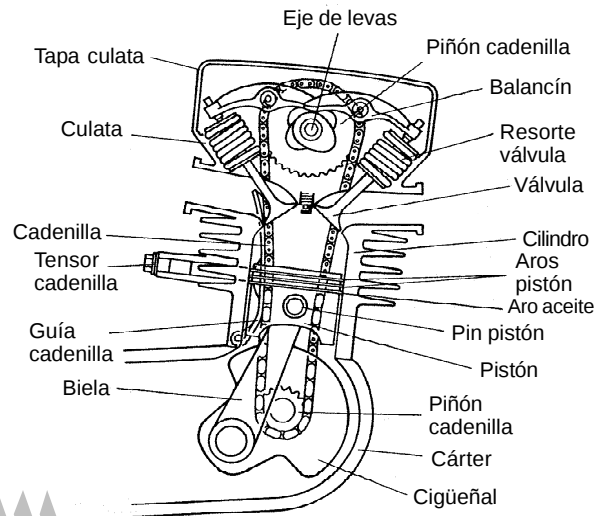
- La explosión ocurre una vez cada giro, suministrando revoluciones suaves. → El torque de potencia es suave.
- No necesita válvulas, el número de partes es reducido, el mantenimiento es fácil y menos costoso.
- La generación recíproca de la fuerza inercial de operación es baja. → Motor silencioso con poca vibración.
- Comparado con un motor de 4-Tiempos, se obtiene mayor potencia a la misma velocidad del motor.
- Comparado con un motor de 4-Tiempos, es posible realizar dos carreras de potencia. Para la misma capacidad, suponiendo que el promedio de la presión efectiva fuera la misma, es posible obtener dos veces más potencia (actualmente 1.7 veces). PS/ℓ es grande. g/PS es pequeño.

Desventajas

- El proceso de admisión y de escape es corto, por esto, la pérdida de combustible es mayor (retorno de mezcla).
- Hay orificios en las paredes del cilindro que son tocados por los aros del pistón, causando un desgaste irregular.
- Los orificios del escape están en los orificios del cilindro, por esto, es fácil que se presente recalentamiento.
- Revoluciones difíciles a bajas velocidades.
- El consumo de aceite es alto.

2. Construcción básica y características del motor de 4-Tiempos

- El motor de 4-Tiempos requiere dos vueltas del cigüeñal (4 carreras del pistón) para completar un ciclo de eventos en el cilindro. Formalmente es llamado “**Motor de 4 ciclos de tiempo**”. La carrera de potencia se realiza cada dos vueltas del cigüeñal.
- El cilindro tiene dos válvulas, admisión y escape. Ya que éstas funcionan de acuerdo a los movimientos de subida y de bajada del pistón, el cilindro no requiere de lumbreras.
- Por lo tanto, todos los eventos se realizan en la cámara de combustión por encima de la cabeza del pistón
- Para abrir y cerrar las válvulas, hay un mecanismo de control sobre la culata, el cual es operado por el cigüeñal.



Ventajas y desventajas del motor de 4-Tiempos

Ventajas

- El proceso de admisión, de compresión, de potencia y de escape se realizan independientemente, por lo tanto, la operación es precisa, eficiente y altamente estable. El rango de operación es amplio de bajas a altas velocidades (500 - 10,000 rpm o más).
- La pérdida de combustible causada por “el soplado” es menor que en el motor de 2-Tiempos. De este modo, el consumo de combustible es bajo.
- La conducción a bajas velocidades es suave y el recalentamiento no es frecuente debido al sistema de lubricación.
- Los procesos de admisión y de compresión son largos, la eficiencia de la capacidad y el promedio de la presión efectiva son altos. —→ PS/ℓ es más grande
- La carga por calor es baja comparada con un motor de 2-Tiempos.

Desventajas

- El mecanismo de abertura y cierre de las válvulas es complicado, hay muchas partes y el mantenimiento es más complicado.
- El ruido mecánico es alto.
- La carrera de potencia ocurre una vez cada dos giros, así, el balance de las revoluciones es inestable (vibración). —→ Es necesario aumentar el número de cilindros o agregar mecanismos antivibrantes.

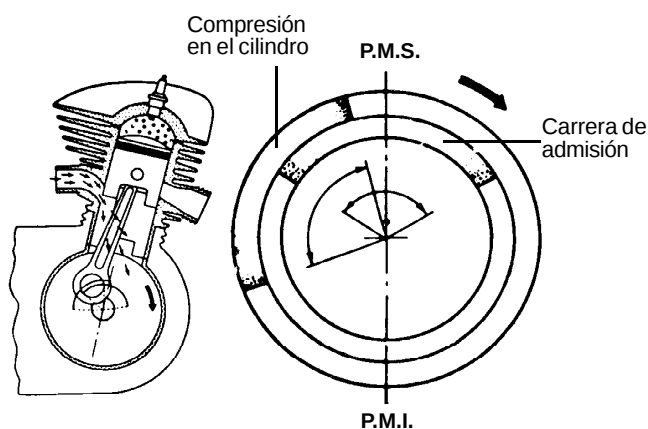
[2] Operación y tipos de motores de 2T

1. Operación básica del motor de dos-tiempos

○ Carrera de admisión y compresión secundaria.

Cuando el pistón se mueve hacia arriba, se genera un vacío parcial en el cárter, y cuando la falda del pistón abre la lumbrera de admisión, una mezcla de aire - combustible es succionada dentro del cárter desde el carburador.

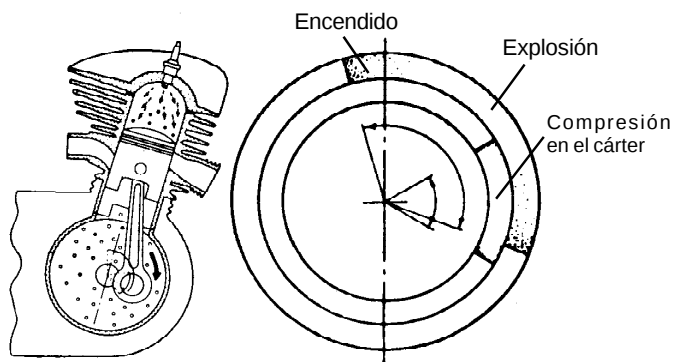
De otro lado, las lumbreras de transferencia y la de escape están cerradas por la cabeza del pistón y así, la mezcla en la cámara de combustión es comprimida (en la mitad posterior de la carrera ascendente del pistón).



○ Explosión (potencia) y compresión primaria

Cuando el pistón se aproxima al punto muerto superior, la mezcla vaporizada y comprimida es encendida por la bujía. La presión del gas quemado fuerza el pistón hacia abajo y el pistón gira el cigüeñal a través de la biela.

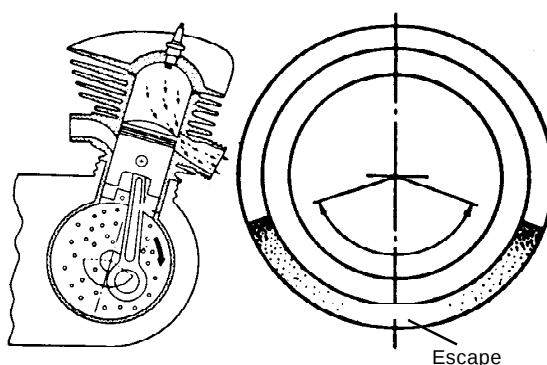
Como el pistón se mueve hacia abajo, la falda del pistón cierra la lumbrera de admisión y con el posterior movimiento hacia abajo, comprime la mezcla en el cárter (en la primera mitad de la carrera del pistón hacia abajo).



○ Carrera de escape y compresión primaria

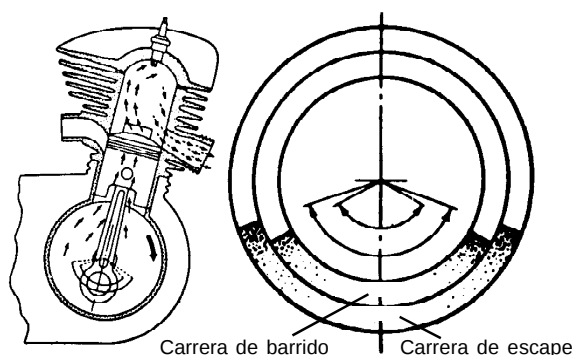
Como el pistón continúa moviéndose hacia abajo, la cabeza del pistón abre la lumbrera de escape para permitir que los gases remanentes fluyan hacia afuera del cilindro.

De otro lado, la mezcla en el cárter está siendo comprimida (en la mitad posterior de la carrera del pistón hacia abajo).



○ Carrera de escape y carrera de barrido

Cuando la cabeza del pistón abre la lumbrera de transferencia, inmediatamente después que ha comenzado la carrera de escape, la mezcla comprimida en el cárter fluye a través del pasaje de transferencia en la pared del cilindro hacia la cámara de combustión. Esta carga fresca de mezcla obliga a salir los gases quemados remanentes hacia afuera del cilindro y al mismo tiempo, la cámara de combustión se llena con una mezcla fresca (en la mitad posterior de la carrera hacia abajo del pistón).



2. Sincronización de las lumbreras

El motor de dos-tiempos trabaja abriendo y cerrando las lumbreras del cilindro con el movimiento alternativo del pistón. Por lo tanto, la sincronización de las lumbreras (tiempo en la cual se abren y se cierran las lumbreras) se determina por las posiciones y los tamaños de las lumbreras.

*Como se discute abajo, esta sincronización de lumbreras varía con el sistema de admisión y de este modo, cambiando la sincronización de la lumbrera de admisión, se puede aumentar la eficiencia de la admisión:

La sincronización de las lumbreras se puede indicar de las dos formas siguientes:

(1) Indicación por el ángulo del cigüeñal

La sincronización de apertura y cierre de las lumbreras se indica por el ángulo del cigüeñal en referencia a la línea recta que pasa a través del punto muerto superior (P.M.S.) y el punto muerto inferior (P.M.I.). Tal diagrama se llama "diagrama de sincronización de lumbreras".

El diagrama mostrado a la derecha indica la posición del pistón en términos de la posición del pasador de la biela.

El círculo exterior indica el trabajo realizado sobre la cabeza del pistón (en la cámara de combustión) y el círculo interior representa el trabajo realizado bajo el pistón (en el cárter).

Sistema de admisión

- * 1) Válvula de pistón
- 2) Válvula rotativa
- 3) Válvula de lengüetas

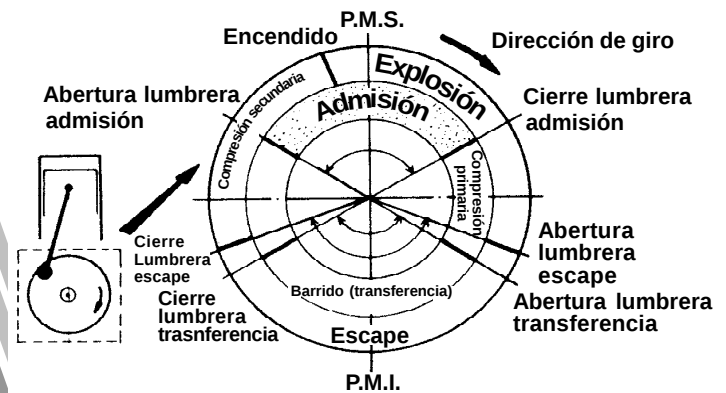
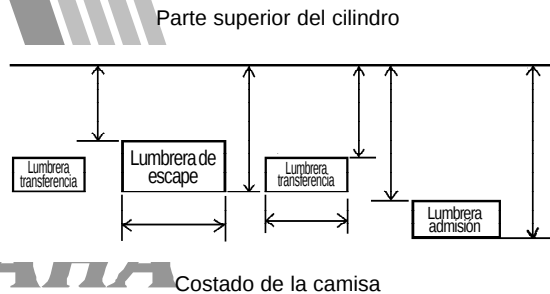


Diagrama de sincronización de lumbreras con válvula de pistón

(2) Indicación de las posiciones de las lumbreras

La posición de cada lumbrera se indica por la distancia (en mm) desde el borde superior del cilindro hasta el borde superior de cada lumbrera.

El diagrama que se aprecia a la derecha muestra un desarrollo de un cilindro tipo 3-lumbreras, que es el tipo básico del motor de dos-tiempos.



3. Fundamentos del sistema de barrido

Si el barrido (los gases quemados son expulsados hacia afuera del cilindro) es incompleto, la carga fresca de mezcla se combina con los gases quemados remanentes, y de este modo, se reduce la eficiencia de la combustión. Para aumentar la eficiencia se han introducido varias mejoras al sistema de barrido. El sistema básico de barrido es un "barrido en forma de lazo".

○ Barrido en forma de lazo (barrido Schnuerle)

Las lumbreras de transferencia están dispuestas inmediatamente a la izquierda y a la derecha de la lumbrera de escape. La carga fresca entra tangencialmente, con los dos flujos reuniéndose en la pared del cilindro opuesta a la lumbrera de escape y deflectando hacia arriba. Luego, los flujos giran hacia abajo hacia la lumbrera de escape, empujando los gases quemados hacia afuera del cilindro.

4. Tipos y características de sistemas de admisión, sistemas de barrido y sincronización de las lumbreras

(1) Sistema de válvula de pistón

El tipo de válvula de pistón es el tipo básico de los motores de dos-tiempos.

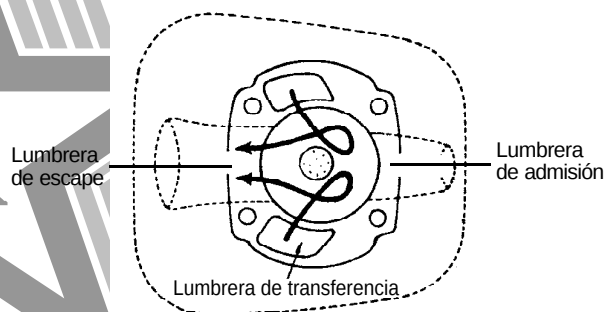
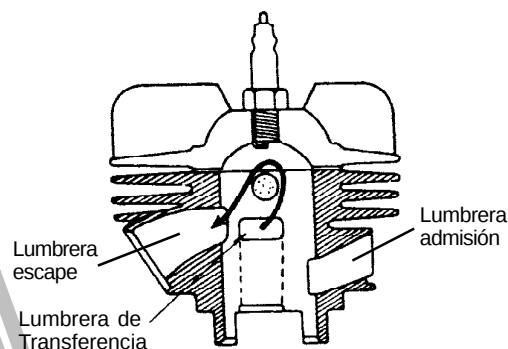
El cilindro tiene una lumbrera de admisión que es abierta y cerrada por el pistón. Esto es, el pistón actúa como una válvula.

1) Tipo de 3-lumbreras

Es el tipo básico de construcción más simple en los motores de dos-tiempos.

Actualmente, el cilindro tiene cuatro lumbreras, incluyendo dos lumbreras de transferencia, una lumbrera de admisión y una lumbrera de escape. La carga de mezcla que fluye hacia afuera de las dos lumbreras de transferencia opuestas, obliga a los gases quemados a salir del cilindro.

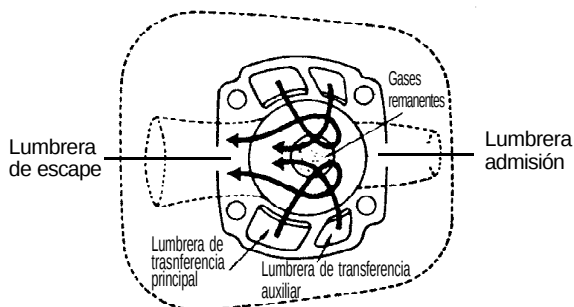
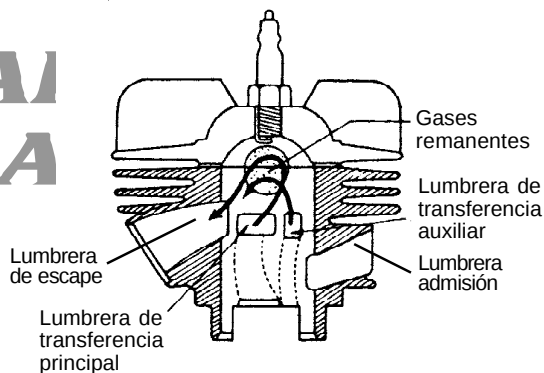
Sin embargo, en este sistema los gases quemados tienden a permanecer en el centro del cilindro.



2) Tipo de 5-lumbreras

- Esta es una versión mejorada del tipo de 3-lumbreras. Se han adicionado dos lumbreras auxiliares de transferencia para empujar completamente hacia afuera los gases remanentes y así aumentar la eficiencia del barrido.
- Actualmente, el cilindro de 5-lumbreras tiene seis lumbreras, incluyendo dos lumbreras principales de transferencia, dos lumbreras auxiliares de transferencia, una lumbrera de escape y una lumbrera de admisión.

* El motor con cilindro de 5-lumbreras fue desarrollado primero por Yamaha.



3) Sincronización de lumbreras y rendimiento del sistema de válvula de pistón

Para aumentar el rendimiento del motor, el motor debe arrastrar tanta mezcla como sea posible, la mezcla debe ser completamente comprimida y encendida en el momento óptimo, y los gases quemados deben ser completamente forzados hacia afuera del cilindro.

Para este fin, el cilindro debe tener lumbreras más grandes y una mayor duración de abertura de las lumbreras. Sin embargo, esto no es tan simple, ya que las lumbreras se abren y se cierran con el pistón. Si se ajusta el tiempo para que las lumbreras abran más temprano, las lumbreras cerrarán más tarde. (La sincronización de cada lumbrera es simétrica en referencia al P.M.S. y al P.M.I.).

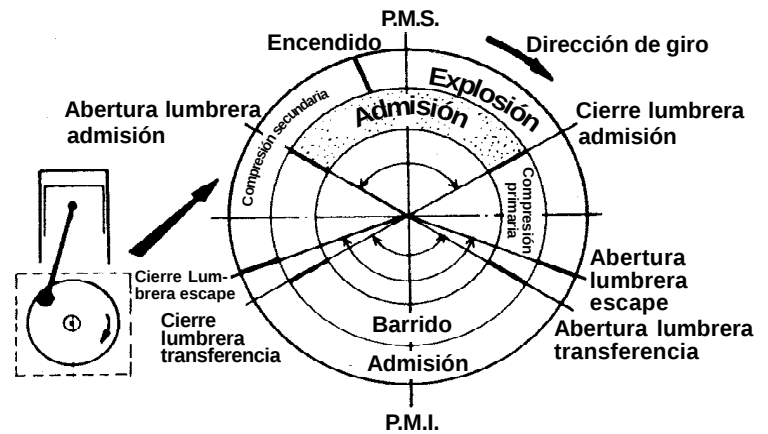


Diagrama de sincronización de las lumbreras con válvula de pistón

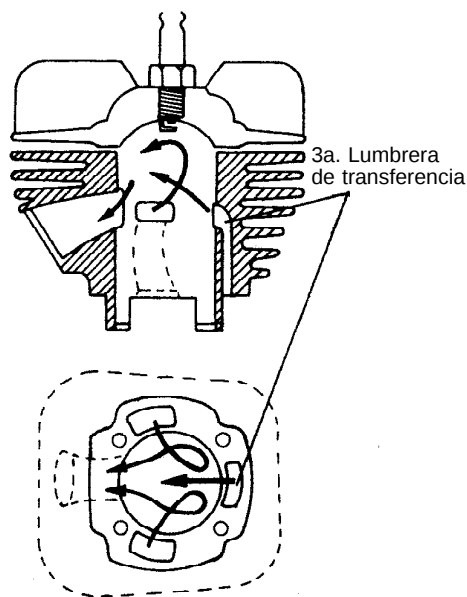
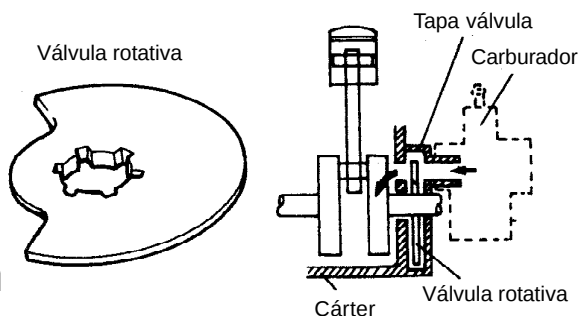
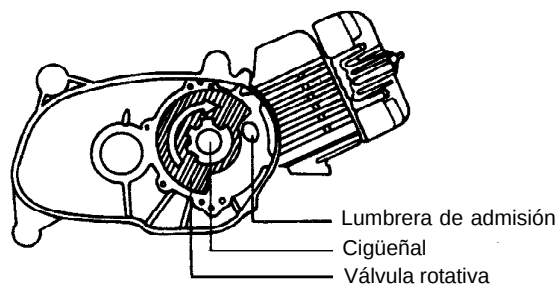
○ Los problemas son:

- Si la lumbrera de admisión se amplía verticalmente, la mezcla pueden fluir hacia el cilindro más temprano, pero cuando la lumbrera se cierra con el pistón sobre la carrera de compresión, tomará más tiempo cerrar la lumbrera completamente y así, una carga fresca de combustible se devolverá al carburador. También, la compresión en el cárter será menor y de este modo, la presión del cárter se reducirá.
- Cuando la lumbrera de transferencia y de escape se amplían verticalmente:
Ya que la lumbrera de escape debe abrir antes que la lumbrera de transferencia, si se alarga la lumbrera de transferencia, la lumbrera de escape también debe ser ampliada. Esto significa que la lumbrera de escape se abre más temprano y por lo tanto, la presión de la combustión se reducirá más rápido.
Cuando el pistón se mueve hacia arriba las lumbreras cierran más tarde y entonces, la carga de mezcla es soplada hacia la lumbrera de escape. Esto es, la presión de la compresión secundaria será menor.
- El motor de dos-tiempos tiene la incompatibilidad que se anotó anteriormente. Mientras que el motor funcione en el rango de velocidad que está especificado para el rendimiento deseado del motor, no tendrá problemas. Pero si la velocidad del motor está fuera del rango de velocidades especificadas, el rendimiento se verá altamente reducido. En otras palabras, el motor no es fácil de usar. El motor de válvula de pistón se adopta en muchas competencias de velocidad y de karts que están diseñados para funcionar normalmente a altas velocidades, pero no para las motocicletas de medias o bajas velocidades.
- Para compensar los deméritos del tipo de válvula de pistón, se desarrolló el siguiente sistema de admisión. Este sistema de admisión permite a la lumbrera de admisión abrirse un tiempo mayor y al mismo tiempo, también se mejoró el sistema de barrido para una mayor eficiencia en la admisión.

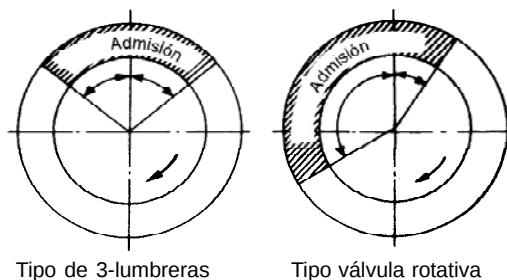
(2) Sistema de admisión de válvula rotativa

- En este tipo de motor, la lumbrera de admisión está colocada en la pared del cárter, en lugar de estar en la pared del cilindro. La lumbrera se abre y se cierra con un disco (válvula rotativa) accionado por el cigüeñal.
- En este sistema, la admisión de la mezcla no tienen relación directa con la carrera del pistón. La sincronización de la lumbrera de admisión se puede ajustar libremente cambiando la forma del corte del disco para que el rendimiento del motor pueda ser mejorado considerablemente.
- El tamaño de la lumbrera de admisión puede ser ampliado y además, la lumbrera de admisión se puede abrir más temprano para que pueda ser incrementada la eficiencia de la admisión. También es posible reducir el soplado inverso de la mezcla hacia el carburador, cerrando la lumbrera más temprano. Así, la presión de la compresión primaria también puede ser incrementada.
- No se requiere lumbrera de admisión para el cilindro y de este modo, es posible adicionar una lumbrera extra de transferencia (3a. lumbrera de transferencia) a través de la cual se dirige una carga fresca hacia la lumbrera de escape para incrementar la eficiencia del barrido.
- Ya que la mezcla es impulsada directamente al cárter, se encuentra con menor resistencia.

Estas ventajas contribuyen a incrementar la potencia de salida y particularmente, a aumentar el torque del motor y la economía del combustible en un rango medio de velocidades.



Comparación de sistemas de admisión entre motores de 3-lumbreras y de válvula rotativa.

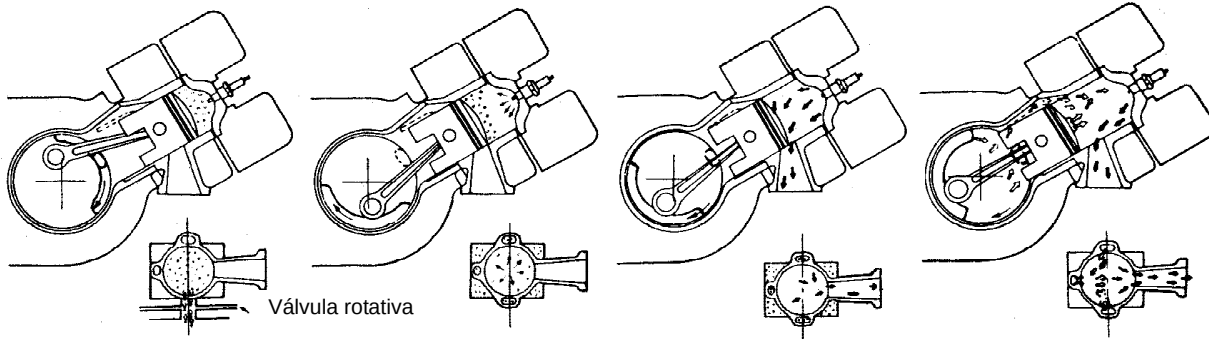


1. Admisión
(en el cárter)
Compresión
(en el cilindro)

2. Explosión
(en el cilindro)
Compresión
(en el cárter)

3. Escape

4. (Escape)
Barrido

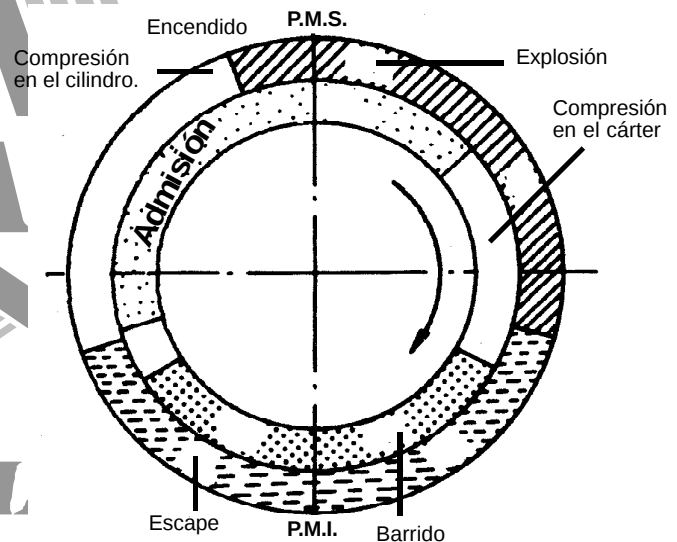


1) Sincronización de las lumbreras y rendimiento del tipo de válvula rotativa

En el sistema de admisión de válvula rotativa, la sincronización de la lumbrera de admisión puede ser libremente ajustada, independientemente de la carrera del pistón. En otras palabras, es posible ajustar la duración de abertura de la lumbrera de admisión más que en el sistema de admisión de válvula de pistón, de tal forma, que se pueda prevenir el soplado inverso de la mezcla. Sin embargo, la lumbrera de admisión colocada en el cárter se debe abrir y cerrar mecánicamente como en el motor de válvula de pistón. Por lo tanto, el disco rotativo debe estar cortado de forma tal, que el motor pueda desarrollar el rendimiento deseado. No obstante, cuando el motor está fuera del rango de velocidad deseado, no se debe presentar un gran cambio en el rendimiento del motor.

Por ejemplo, cuando la sincronización de la lumbrera de admisión está ajustada dándole importancia al rango de bajas y medias velocidades, se tendrán los siguientes problemas: la lumbrera de admisión empieza a cerrarse mientras permanece una fuerte inercia del flujo de la mezcla o la lumbrera de admisión permanece cerrada cuando la presión en el cárter es negativa.

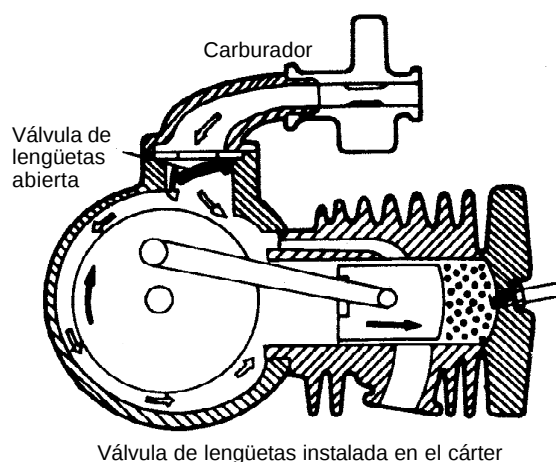
Sincronización de las lumbreras con válvula rotativa



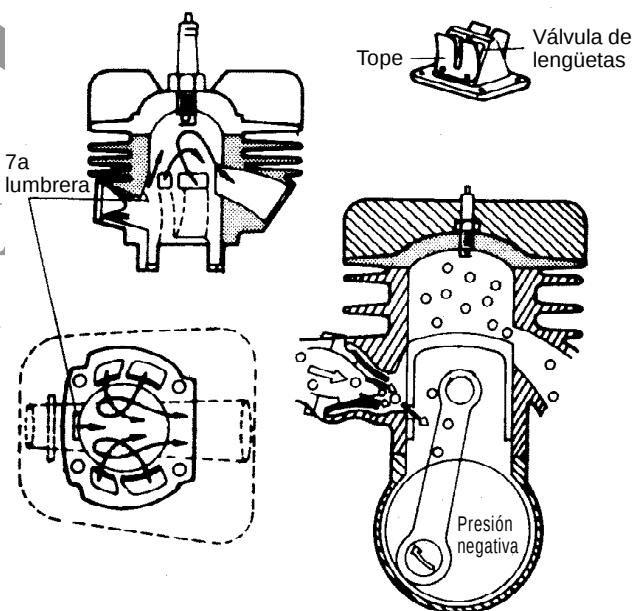
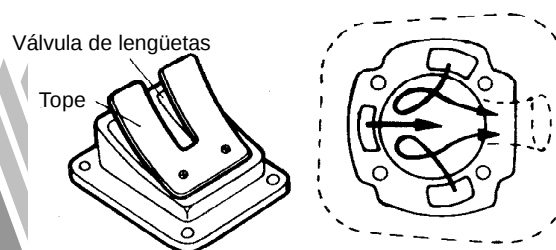
- Como se discutió anteriormente, el motor de válvula rotativa continúa involucrando problemas en la carrera de admisión. Por lo tanto, se han hecho esfuerzos para mejorar el sistema de admisión de válvula rotativa con el propósito de incrementar la eficiencia de la admisión y la eficiencia del barrido. El resultado es el siguiente sistema de admisión.

(3) Sistema de admisión de válvula de lengüetas

- La válvula de lengüetas se fabrica en un acero inoxidable especial y flexible y se abre y se cierra por los cambios en la presión del cárter.
- Cuando la presión del cárter se hace negativa, la válvula de lengüetas se abre, y aún cuando el pistón comienza a moverse hacia abajo y la presión del cárter está siendo comprimida, la carga fresca continúa fluyendo hacia el cárter, hasta que la inercia del flujo de mezcla iguala la presión. Cuando la presión del cárter se incrementa, ésta hace que se cierre la válvula de lengüetas de forma tal, que se puede prevenir el soplado inverso de la mezcla.
- Como se discutió anteriormente, la sincronización de la lumbrera de admisión puede ser controlada automáticamente de acuerdo a los cambios en la presión del cárter y así, la eficiencia de la admisión se puede incrementar ampliamente. Particularmente en el rango de bajas y medias velocidades, el torque del motor muestra un incremento.
- Otra ventaja de la válvula de lengüetas es que es compacta y por lo tanto, puede ser instalada, ya sea en el cárter o en el cilindro.



Válvula de lengüetas instalada en el cárter



Válvula de lengüetas instalada en el cilindro (inducción del torque)

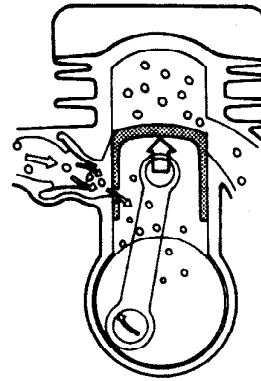
○ Sistema de inducción del torque

El sistema de inducción del torque está formado por una válvula de lengüetas y siete lumbreras. Esto es, la válvula de lengüetas está instalada en la lumbrera de admisión, y la 5a. lumbrera de transferencia (7a lumbrera) está situada sobre la lumbrera de admisión para incrementar la eficiencia del barrido. Esta combinación de válvula de lengüetas y 7 lumbreras ha sido llamada “**inducción del torque**”.

1) Sincronización de las lumbreras de la válvula de lengüetas

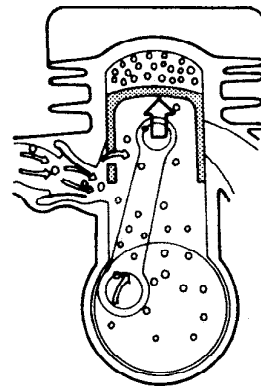
○ Comienzo de la admisión (Válvula de lengüetas abierta)

- * Inicio del flujo de la mezcla hacia el cárter
- El volumen del cárter se incrementa al final de la carrera de escape, y como el pistón se mueve hacia arriba, también se incrementa la presión negativa en el cárter.
- Por lo tanto, cuando la ventana de admisión en el pistón se alinea con la lumbrera de admisión en el cilindro, la carga fresca de mezcla fluye al cárter desde el carburador.



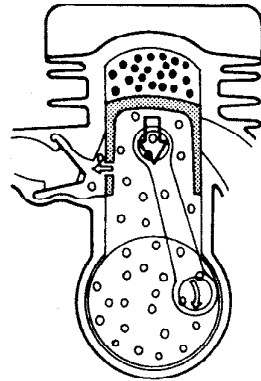
○ Admisión y compresión (La válvula de lengüetas, está abierta)

- * Flujo de la mezcla hacia el cárter
- Como el pistón se mueve hacia arriba luego de cerrar la lumbrera de escape, se comprime la mezcla en la cámara de combustión.
- De otro lado, se incrementa la presión negativa en el cárter, y la falda del pistón abre completamente la lumbrera de admisión para que la mezcla fluya hacia el cárter.



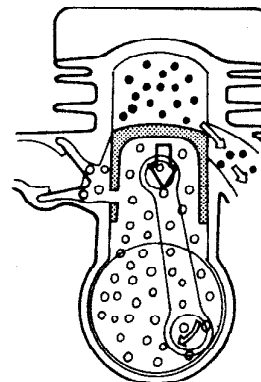
○ Explosión (La válvula de lengüetas está cerrada)

- * Comienza la compresión en el cárter
- Cuando el pistón comienza a moverse hacia abajo después de la explosión, la presión positiva en el cárter se incrementa.
- Como el flujo de la mezcla hace que se cierre la válvula de lengüetas, se previene el soplado inverso de la mezcla.



○ Comienzo del escape (la válvula de lengüetas está cerrada)

- Como los gases de la combustión se expanden y fuerzan el pistón hacia abajo, se incrementa la presión en el cárter y en la cámara de la válvula.
- Al mismo tiempo, el pistón moviéndose hacia abajo abre la lumbrera de escape permitiéndole a los gases quemados fluir hacia afuera.

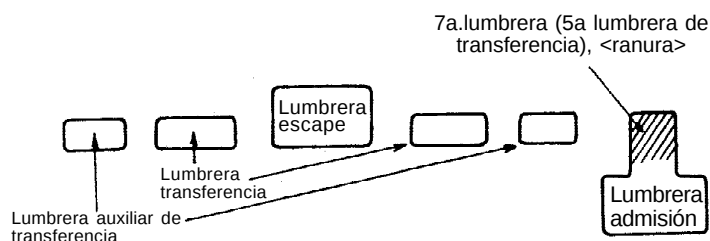


○ Escape y barrido (se abre la válvula de lengüetas)

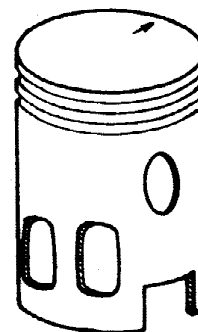
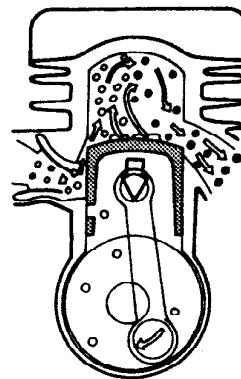
- Como el pistón continúa moviéndose hacia abajo, se abre la lumbrera de escape y la lumbrera auxiliar de transferencia (5a. lumbrera) y así, la mezcla en el cárter fluye hacia el cilindro haciendo que los gases quemados sean forzados a salir.

Además, se incrementa la eficiencia de atrapado de la mezcla fresca por las pulsaciones de los gases de escape en el silenciador.

- Al mismo tiempo, se abre la 7a. lumbrera y la mezcla de la cámara de la válvula fluye hacia el cilindro. Debido a la inercia del flujo de escape saliendo, se abre la válvula de lengüetas y fluye mezcla directamente hacia el cilindro a través de la 7a. lumbrera, de tal forma, que puede ser incrementada la eficiencia del barrido.



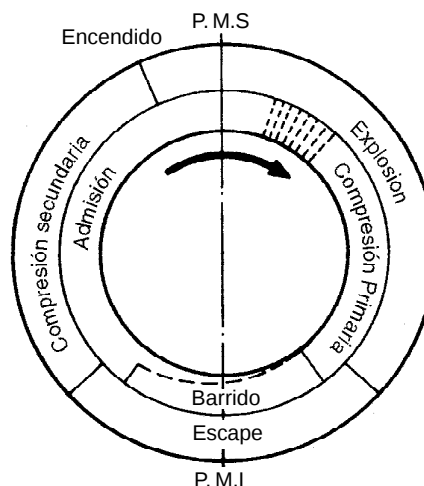
Cilindro de 7 lumbreras



- * En el sistema de inducción del torque, el pistón tiene la ventana de admisión en su falda para avanzar la sincronización de la lumbrera de admisión.

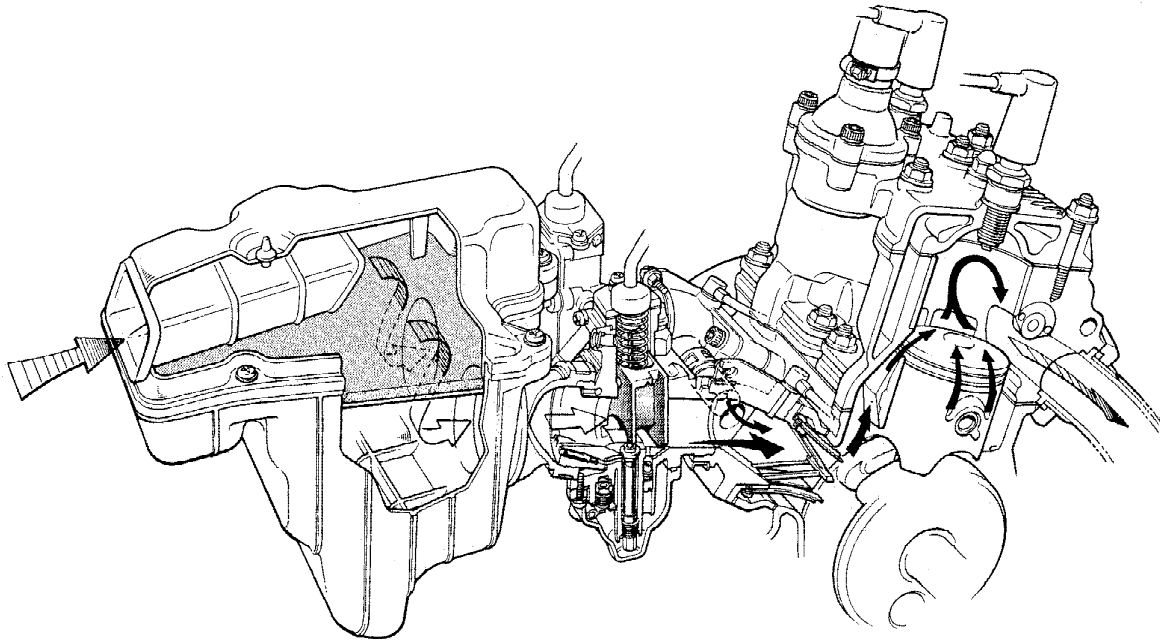
- * Al comienzo y al final de la carrera de admisión, actualmente se abre y se cierra la válvula de lengüetas pero esta sincronización de la válvula cambia ligeramente con la condición de operación (nivel de presión negativa en el cilindro o en el cárter, velocidad del flujo de la mezcla entrante, o efecto de inercia de los gases de escape y de la carga fresca fluyendo hacia el cilindro).

Por lo tanto, es imposible indicar claramente la sincronización de la lumbrera de admisión. (En el caso del sistema de inducción de torque, la lumbrera de admisión en el cilindro está siempre abierta, independiente de la posición del pistón, pero se cierra y se abre con la válvula de lengüetas).



Sincronización de lumbreras de la válvula de lengüetas

2) Válvula de lengüetas tipo cárter



Hay varios métodos para incrementar la eficiencia de la admisión. Por ejemplo, cuando se usa la válvula de lengüetas tipo pistón, el volumen de admisión puede ser incrementado alargando los orificios al lado del pistón. Sin embargo, hay un límite cuando se utiliza este método.

Con la TZR250, se obtiene un gran rendimiento utilizando una válvula de lengüetas tipo cárter, lo que es ahora una práctica común en las carreras mundiales de motocicletas. Esta ha incrementado el volumen de la admisión y suministrado alto rendimiento.

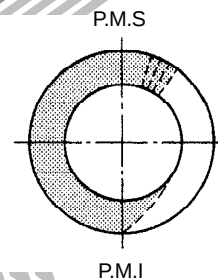
Comparado con el método de válvula de lengüetas tipo pistón, la construcción de la válvula de lengüetas tipo cárter provee un proceso de admisión cuando el cárter lo requiere (cuando el vacío es aplicado), sin ser limitado por el pistón. Esto incrementa grandemente el volumen de admisión (mezcla aire-combustible) y provee una muy buena respuesta.

○ Válvulas de lengüetas de resina

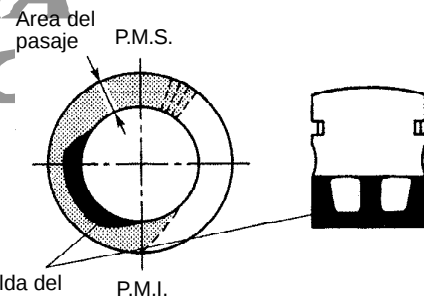
Para la válvula de lengüetas se ha adoptado una resina especial. Con ésto, se consigue una reducción de peso, con lo cual se consigue una excelente respuesta de la válvula comparada con la válvula de lengüetas metálicas.

Esto previene el oleaje de la válvula a altas velocidades del motor.

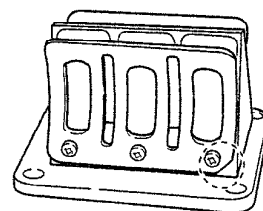
Admisión de la válvula de lengüetas tipo cárter



Admisión y válvula de lengüetas tipo pistón



Area de la falda del pistón con pérdidas durante el proceso de admisión.

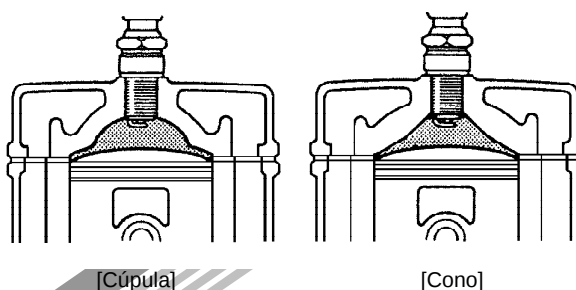
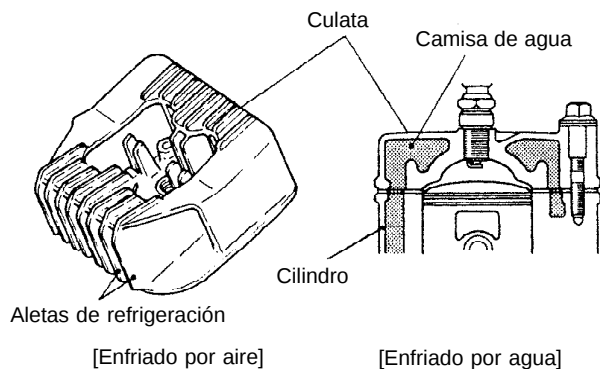


[3] Construcción y funcionamiento de las partes principales de los motores de dos-tiempos

1. Culatas

La culata forma la cámara de combustión. Está hecha de una aleación de aluminio que tiene buena resistencia al calor y disipación del calor. Tiene aletas de radiación y su tamaño y perfil se determinan teniendo en cuenta la eficiencia de la refrigeración.

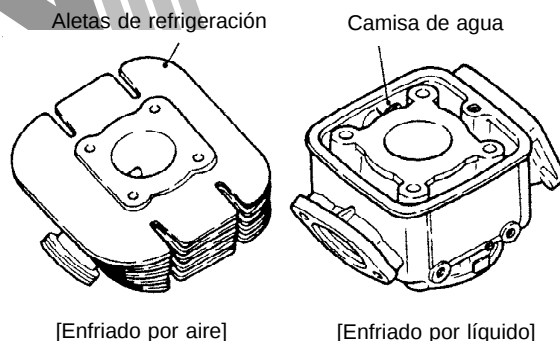
La cámara de combustión tiene principalmente forma de cúpula con un gran énfasis en la eficiencia de la combustión y del barrido y tiene una bujía en su centro. El volumen de la cámara de combustión afecta directamente la relación de compresión.



2. Cilindros

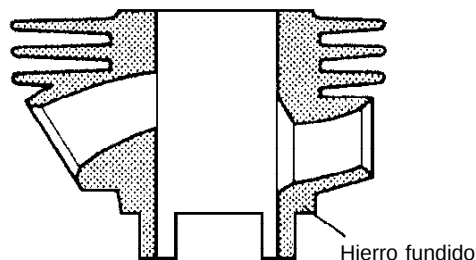
El cilindro actúa como una guía del pistón y como fuente de potencia del motor. Tiene lumbreras de admisión y de escape cuyo tamaño, forma y posición, afectan altamente el rendimiento del motor. Para disipar el calor, tiene aletas de radiación.

El cilindro debe tener excelente resistencia al calor, al desgaste y a la presión; rápida disipación de calor y poca distorsión por el calor. Hay varios tipos de materiales para cilindros.



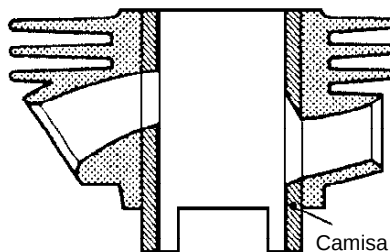
(1) Cilindros de hierro fundido

Siendo hechos de hierro fundido de alto grado, los cilindros de hierro fundido son fáciles de maquinar, pero son pesados y se usan principalmente en motocicletas pequeñas.



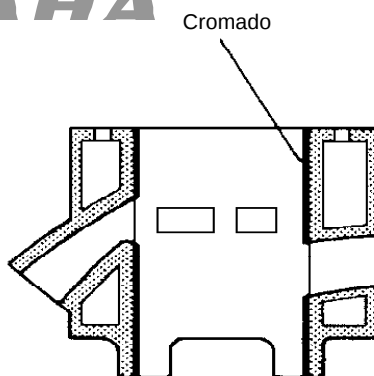
(2) Cilindros de aluminio con camisa de hierro fundido

El cilindro es de una aleación de aluminio y está revestido con una camisa de hierro fundido especial por vaciado o ajustada por contracción. Comparado con el cilindro de hierro fundido, éste tiene superior disipación del calor y es más liviano. Se usa principalmente en motocicletas de tamaño mediano y grande.



(3) Cilindros de aluminio

El cilindro de aluminio se hace de una aleación de aluminio y su pared interior es plateada con cromo duro. Siendo liviano y con excelente disipación del calor, se usa principalmente para máquinas de competencia.



3. Pistones

El pistón se mueve alternativamente en el cilindro. Forma la cámara de combustión con su cabeza y hace girar el cigüeñal a través de la biela. Además, abre y cierra las lumbreras del cilindro. El pistón está siempre expuesto a altas temperaturas y presiones y se mueve a velocidades extremadamente altas y por lo tanto, debe reunir varios requisitos, tales como, excelente resistencia mecánica, disipación del calor y poca expansión térmica. Actualmente, la mayoría de los pistones se hacen de aleaciones de aluminio pero con inferior expansión térmica comparada con la del cilindro de hierro fundido. Para compensar esta desventaja, se han introducido varias ideas para los materiales y las formas de los pistones.

(1) Materiales del pistón

LO-EX: El coeficiente de expansión térmica es ligeramente mayor que el de Hi-Si (alto silicio) pero tiene mayor resistencia al calor. (usado en motocicletas de competencia).

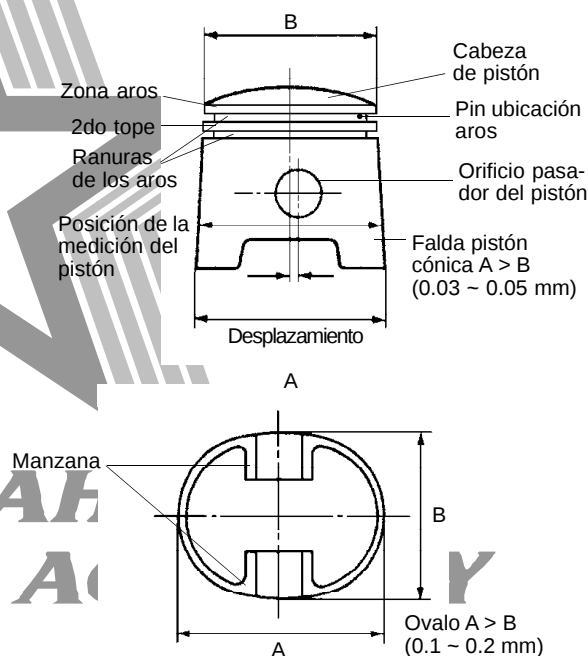
Hi-Si: El coeficiente de expansión térmica es ligeramente menor que el LO-EX y por lo tanto, se usa para motocicletas generales.

(2) Formas del pistón

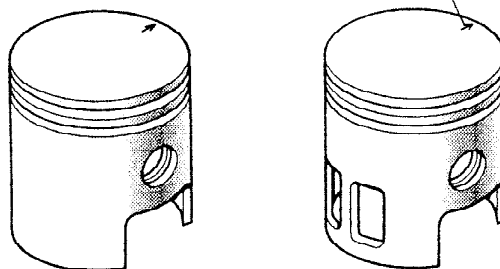
En la actualidad, el pistón tiene forma de cono, esto es, la cabeza del pistón tiene un diámetro menor que la falda y por lo tanto se llama "pistón cónico".

- La temperatura a que está expuesto el pistón varía dependiendo del área y por lo tanto, el efecto del calor sobre el pistón también varía de área a área. Esto es, la cabeza del pistón que está expuesta directamente a las altas temperaturas de los gases quemados se expande más que la falda. Teniendo en consideración estas características, la cabeza del pistón tiene diámetro más pequeño que la falda. Las áreas de las copas del pasador del pistón deben tener mayor resistencia que las otras áreas y por lo tanto, estas áreas se hacen con mayor espesor. Esto es, las áreas de las copas del pasador del pistón se expanden más y así, la cabeza del pistón es de forma ovalada cuando es visto desde la parte superior.

- Hay algunos pistones cuya posición del pasador está fuera del centro del pistón.
- La pared del cilindro tiende a desgastar algo la forma ovalada del pistón. Esto se debe al empuje lateral del pistón causado por la biela. Para prevenir este empuje lateral, la posición del pasador del pistón se ha ajustado fuera del centro del pistón. La cantidad de compensación y la posición del pasador al lado de la lumbrera de admisión o al lado de la lumbrera de escape se determina de acuerdo al tamaño del pistón, a la forma y al balance del peso. Las ranuras del pasador del pistón se ajustan con pines de seguridad.



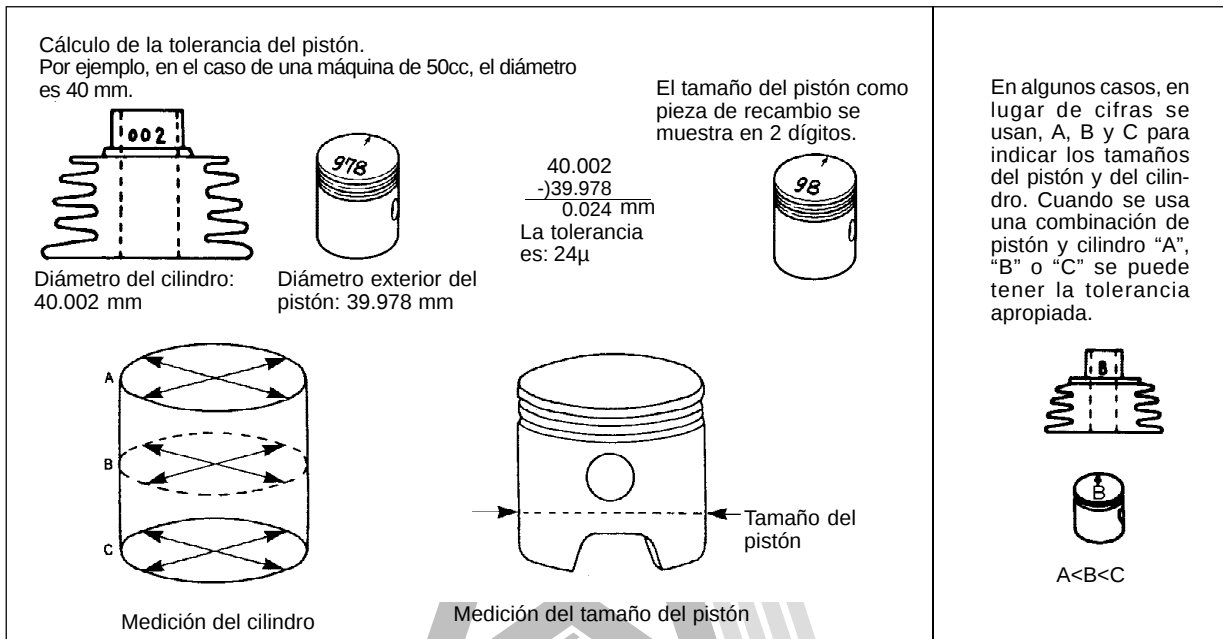
Instale el pistón con la flecha hacia el escape



(3) Tolerancia del pistón

La tolerancia entre el pistón y la pared del cilindro se llama “tolerancia del pistón”. Esta tolerancia es importante para prevenir que el pistón se pegue al cilindro debido a la expansión térmica. Si la tolerancia es mucha, el pistón será ruidoso (cascabeleo o ruido de anillos) y si es muy pequeña, el motor tiende a recalentarse, causando luego el agarrotamiento del pistón.

La tolerancia del pistón se obtiene restando el diámetro del pistón (indicado por la fracción decimal de la figura que indica el diámetro exterior del pistón) del diámetro del cilindro (indicado por la fracción decimal de la figura que indica el diámetro del cilindro).



4. Aros del pistón

Los aros de pistón se hacen de hierro fundido especial y su diámetro exterior es ligeramente mayor que el diámetro exterior del pistón. Van ajustados en ranuras y están en contacto directo con el cilindro debido a su propia resiliencia y a la presión de la combustión, de tal forma, que se pueda formar un buen sello entre el pistón y el cilindro. Además, los aros del pistón transfieren calor al cilindro.

En general, se usan dos aros de compresión, el superior se llama “aro superior” y el inferior se llama “segundo aro”.

(1) Aro superior

El aro superior es de cromo - plateado para que sea lo suficientemente resistente y pueda soportar las altas temperaturas y las altas presiones y tener una elevada resistencia al desgaste.

(2) Segundo aro

Como el aro superior, el segundo aro también es un aro de compresión y retiene una película de aceite. Está sujeto a un tratamiento especial (“parkerizing”... cubierto con una película porosa) contra el desgaste rápido.

(3) Aro expansor

El aro expansor está colocado entre el aro y el pistón para incrementar la tensión del aro para que se pueda formar un mejor sello. También es efectivo en la reducción del ruido producido por los aros.

(4) Formas de los aros del pistón

Los aros del pistón tienen varios tipos de sección transversal o de final del aro. La forma de la sección transversal indica la característica del aro.

○ Tipo plano

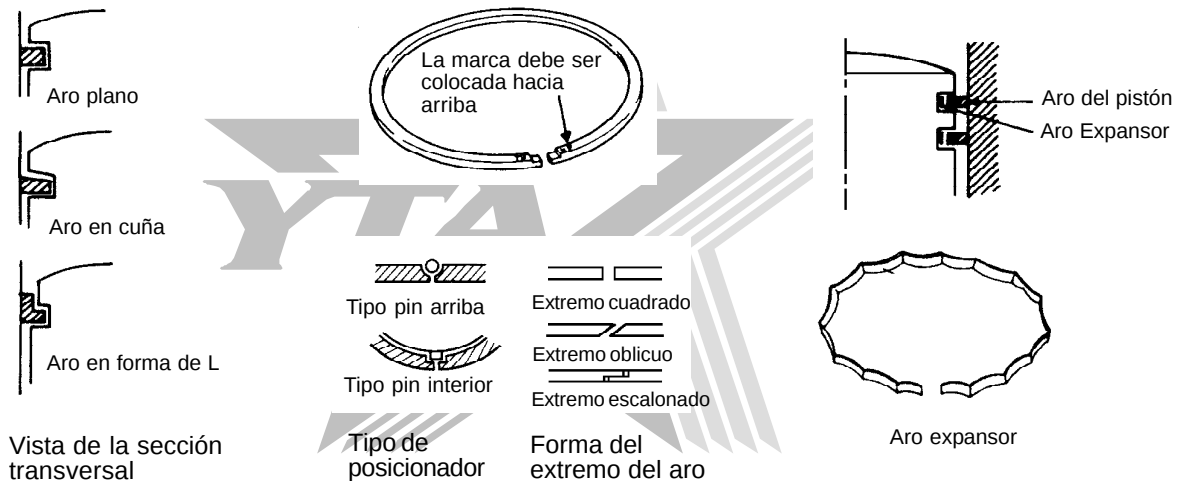
Es el aro más comúnmente usado y tiene una sección transversal rectangular.

○ Tipo cuña

La sección transversal tiene la forma de una cuña. Este tipo de aro ha sido diseñado para que sea fácilmente forzado por la presión de la combustión a tener un contacto completo con la pared del cilindro. También se mueve hacia adentro y hacia afuera en la ranura para prevenir la formación del carbón en ella y evitar que el aro se pegue a la ranura.

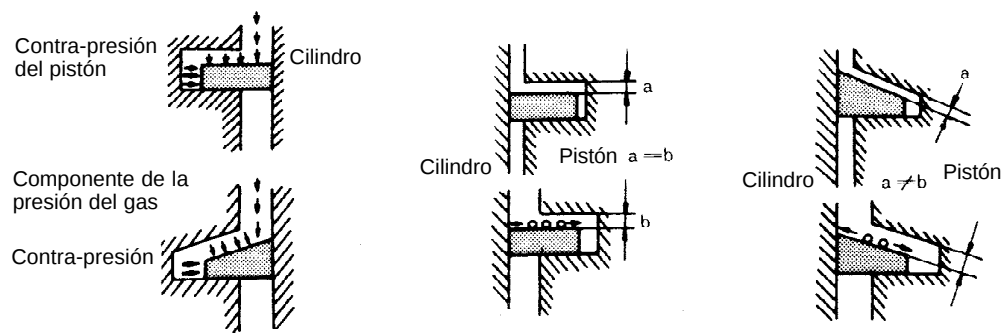
○ Aro en forma de L

La sección transversal tiene forma de L y por lo tanto, el aro tiene un gran contacto superficial con la pared del cilindro, lo que suministra un buen sello. Sin embargo, tiene una alta resistencia de contacto y por este motivo, no es adecuado para motores de altas velocidades.



YAMAHA TECHNICAL ACADEMY

Comparación entre el aro plano y el aro en cuña



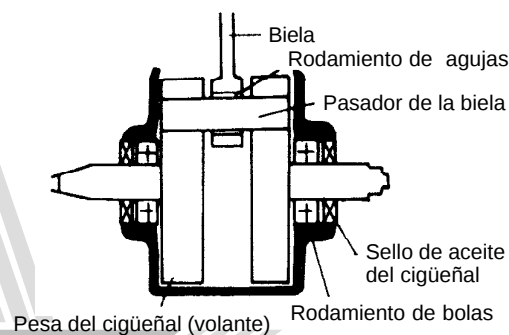
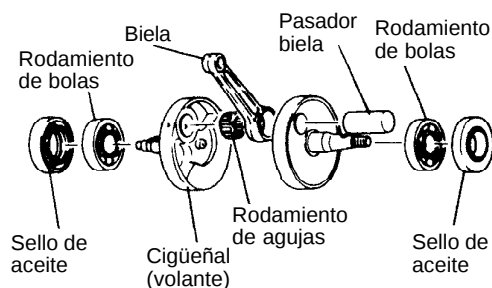
Se forma un buen sello por la presión del gas

Es difícil la formación de carbón, debido a los cambios en la tolerancia lateral y en la porción cónica.

5. Cigüeñales y bielas

El cigüeñal convierte un movimiento lineal en un movimiento rotativo y al mismo tiempo sirve como volante para reducir las fluctuaciones de las velocidades del eje. El cigüeñal completo está formado por: cigüeñal (integrado con la volante), biela, pasador de la biela, y rodamientos en los extremos.

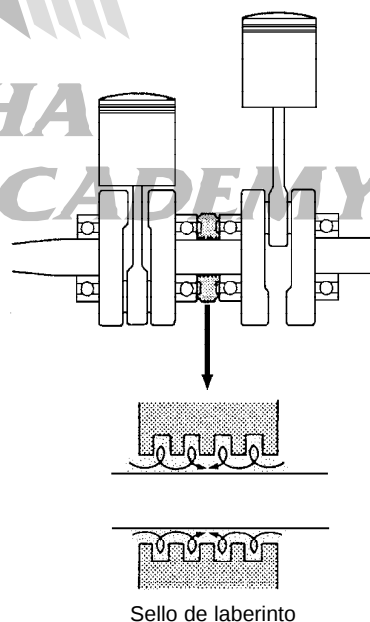
Cigüeñal monocilíndrico (tipo ensamblado)



El cigüeñal en un motor de dos cilindros es unido en su centro y los pasadores de la biela están desfasados 180°, esto es llamado cigüeñal a 180°.

La volante es perforada o rellena con plomo o cobre para incrementar la inercia y reducir las vibraciones causadas por su rotación. El cigüeñal es soportado por rodamientos de bolas en ambos extremos y se colocan sellos de aceite fuera de los rodamientos para mantener su hermeticidad.

Cigüeñal a 180° de cilindro doble (tipo ensamblado)

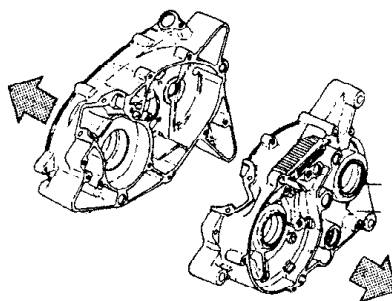


6. Carters

El cárter está hecho de fundición de aluminio, la cual es una aleación ligera. Está formado por dos secciones que pueden ser separadas en mitad superior y mitad inferior o mitad izquierda y derecha, y encierran el cigüeñal, el embrague y la transmisión. Las superficies que ajustan con el cilindro y la tapa de la caja, también como las dos mitades de las superficies que ajustan entre sí, son selladas con selladores líquidos o empaques, para prevenir las pérdidas de compresión y de aceite. Las partes rotativas en el cárter, están soportadas por rodamientos y bujes, y se usan sellos de aceite para mantener el hermetismo del cárter. Los empaques y líquidos sellantes, etc. son usados para sellar superficies sin movimiento.

(1) Cárter tipo dividido horizontalmente

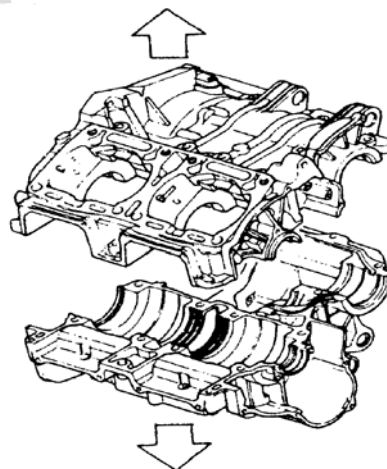
Este tipo de cárter se usa principalmente para motores de un solo cilindro. El desensamble requiere de herramientas especializadas.



Cárter tipo dividido horizontalmente

(2) Cárter tipo dividido verticalmente

Este tipo de cárter se usa principalmente en motores de varios cilindros. Comparado con el tipo dividido horizontalmente, es fácil realizar un buen sello entre las mitades y ajustar los rodamientos. Además, no requieren de herramientas especiales y es fácil de realizar el servicio.



Cárter tipo dividido verticalmente

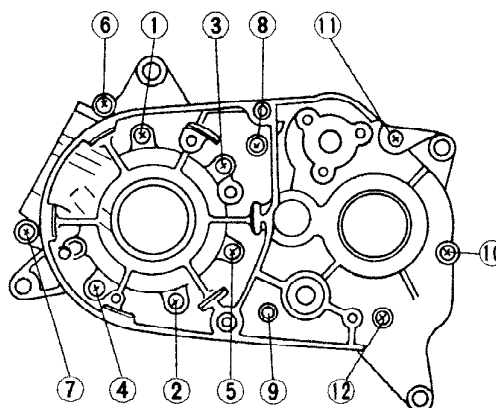
(3) Orden y torque de ajuste de los tornillos y de las tuercas.

Cuando hay muchos tornillos y tuercas, la regla general es ajustarlos en dos pasos, el primer ajuste temporal, en pares opuestos diagonalmente, después realizar el ajuste final. Cuando el orden de ajuste es especificado, realizar el ajuste final después del ajuste temporal en el orden especificado.

Después de completar el ajuste, siempre se debe verificar el funcionamiento de cada parte.

Regla de ajuste: De adentro hacia afuera

Regla para aflojar: De afuera hacia adentro



(Ejemplo del orden del torque de ajuste)

7. Rodamientos y sellos de aceite

(1) Rodamientos

La fricción mutua siempre ocurre entre objetos que están en movimiento unos contra otros. Esta fricción causa resistencia y genera calor, lo cual trata de interferir en el desplazamiento. El tamaño de esta fuerza es afectado por el área de contacto de las superficies, por la carga y por la velocidad. Los rodamientos son usados para soportar ejes, mantenerlos en su lugar y reducir la resistencia a la fricción manteniendo un funcionamiento silencioso. Las cargas aplicadas a los rodamientos pueden ser cargas radiales (carga aplicada perpendicularmente en la dirección del eje) y cargas axiales (cargas que operan paralelamente a la dirección del eje). Estas cargas pueden aplicarse separadamente o en combinación.

1) Tipos de rodamientos y aplicaciones

- **Cojinetes planos, bujes....** Estos son comúnmente usados en lugares donde la carga radial es grande.

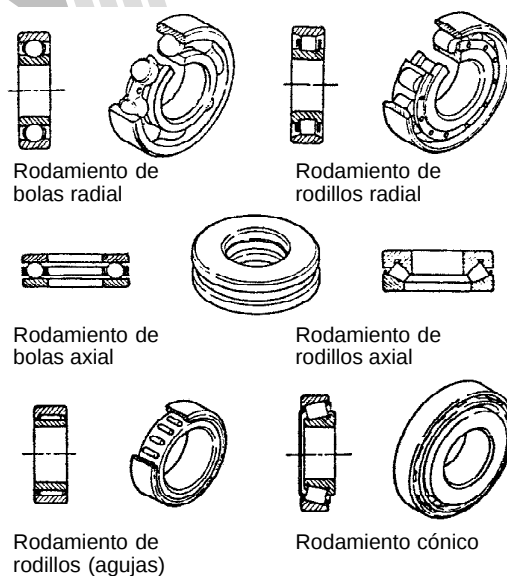
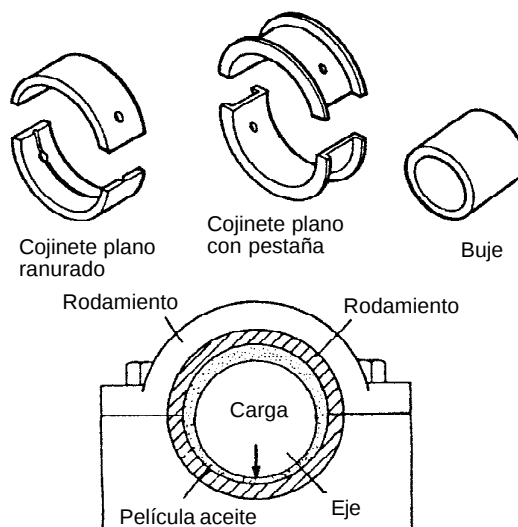
Los cojinetes planos del tipo dividido (metal) son usados como soportes del cigüeñal o en la instalación de bielas en los motores de 4-Tiempos. En su centro tienen un agujero o ranura de lubricación mecanizada para proveer una tolerancia de lubricación apropiada y crear una película de aceite para soportar las cargas. Los materiales de base son las hojas de acero superpuestas con una aleación de metal blanco como el estaño, el plomo o el zinc; metal kelmet superpuesto con una aleación de cobre y plomo, o una aleación de aluminio o de magnesio.

El cilindro metálico llamado buje es usado en el extremo pequeño de la biela, en los rodamientos de la transmisión o en los rodamientos del embrague, con un agujero o ranura de lubricación maquinada en su superficie interior o exterior. El material está compuesto de una aleación de cobre o una aleación de bronce fosforado.

- **Rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos....** Estos están formados por una pista de bolas o una pista de rodillos y un retenedor. Hay muchos tipos diferentes utilizados para cargas radiales, cargas axiales, o ambas, dependiendo de la forma.

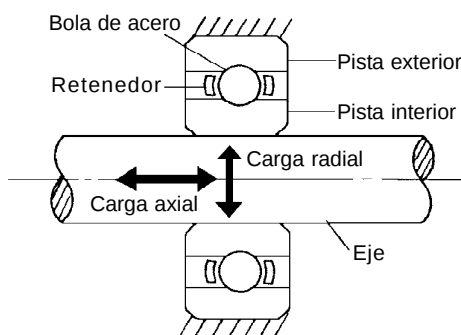
El rodamiento de bolas utiliza bolas de acero y es usado en la mayoría de las motocicletas. Además de la carga radial, el tipo de rodamiento de una ranura profunda única, también tiene capacidad para resistir cargas axiales, debido a la forma profunda de la ranura. Es utilizado en cigüeñales, transmisiones y ejes de las ruedas, etc.

El rodamiento de rodillos, utiliza rodillos. El área de contacto es grande, así, la capacidad del rodamiento es grande. Hay rodamientos para cargas axiales y para cargas radiales, y la forma del rodillo puede ser cilíndrica, cónica o en forma de aguja. Los que tiene forma de aguja, son llamados rodamientos de rodillos de aguja, y son usados en ambos extremos de las bielas y en los ejes de las transmisiones, etc.



2) Rodamientos de bolas

Las cargas aplicadas a los rodamientos involucran cargas radiales y cargas axiales. En general, los rodamientos de carga radial son los más ampliamente usados.



○ Identificación de los rodamientos

6—2—04—C3 Rodamiento con tolerancia

Tipo de rodamiento D Un lado con sello de caucho

Carga máxima DD Ambos lados con sellos de caucho

Diámetro interior rodamiento Z Un lado con protector de acero

ZZ Ambos lados con protector de acero

○ Notas acerca del manejo de los rodamientos

- 1) No cometa errores con el tipo y el tamaño del rodamiento.
- 2) Cuando instale un rodamiento en un alojamiento (tapa), aplique presión en la pista exterior. Cuando instale un rodamiento en un eje, aplique presión en la pista interior (use un metal).
- 3) Mantenga el rodamiento nivelado durante la instalación (tenga cuidado con las asperezas y con las rayaduras de la pared del alojamiento del rodamiento).
- 4) Gire el rodamiento y verifique que no se pegue y que no tenga ruidos anormales.
- 5) Realice una lubricación adecuada, antes y después del ensamble.
- 6) Cuando almacene un rodamiento, envuélvalo en papel de aceite, para mantenerlo protegido contra el polvo, etc.

(2) Sellos de aceite

El sello de aceite es un dispositivo que previene que el aceite lubricante se escape o que entre aceite externo. También trabaja como sello del cárter y previene la entrada de materiales extraños. Los sellos de aceites están disponibles en muchos tipos, variando en formas, tamaños, materiales, etc. El sello adecuado se selecciona de acuerdo a la situación de uso y a las condiciones del trabajo.

1) Construcción y funciones de un sello de aceite

aceite

El sello de aceite y el aro de refuerzo se hacen de un caucho sintético de nitrilo. Este consiste en un borde principal que hace contacto con el eje para sellar el aceite, un borde de polvo que corta el polvo, un aro de refuerzo que mantiene la forma del dispositivo y un resorte que aplica fuerza apropiadamente al borde principal.

La acción sellante trabaja suficientemente porque no solamente el borde principal se mantiene en contacto con el eje, sino también porque el borde actúa para mantener el aceite que se va a escapar al exterior.

El caucho de nitrilo se mezcla con aditivos para obtener los diferentes requerimientos de la resistencia al calor, al desgaste y a los ácidos. Para mayores resistencias al calor y al desgaste, el borde principal se cubre con teflón (como en el sello de aceite del cigüeñal).

2) Tipos de sellos de aceite

Hay muchas clases de sellos de aceite que varían en número de bordes principales, número de bordes de polvo, presencia o ausencia de resortes, y en formas del aro de refuerzo; en tamaños (diámetros internos y externos y ancho), y en la composición del caucho.

○ Indicación de las dimensiones del sello de aceite

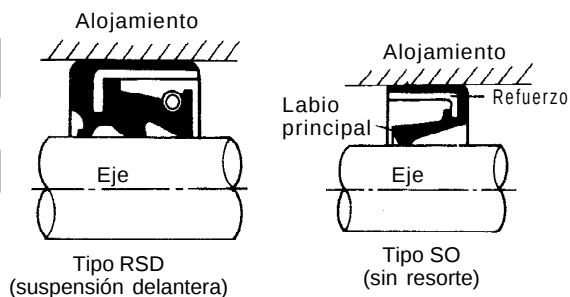
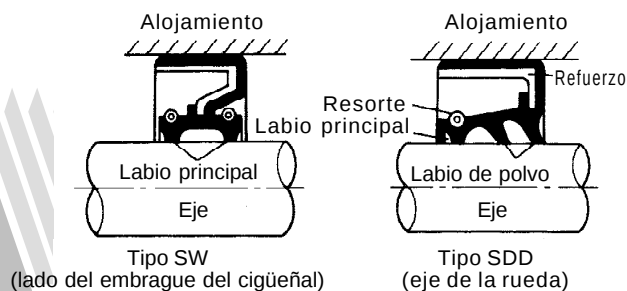
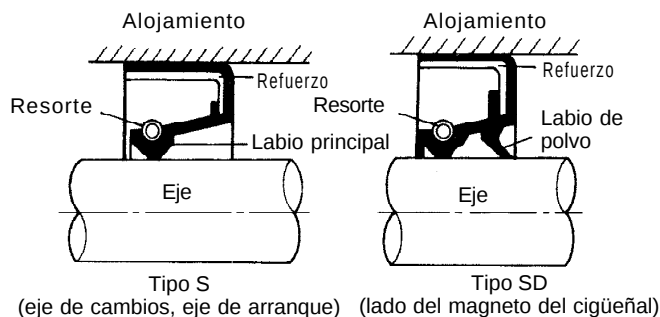
S — 28 — 47 — 7
Tipo Diámetro Diámetro Ancho
interior exterior

○ Notas sobre el manejo de los sellos de aceite

- Asegúrese de utilizar el tipo y el tamaño correctos.
- Asegúrese que la posición de instalación sea correcta.
- Asegúrese que el resorte esté en su posición (algunos tipos no traen resorte).
- Verifique que no haya daños en el labio (limpiar el labio).
- Manténgalos nivelados durante la instalación (use un metal).
- Lubrique adecuadamente el labio (aplicar grasa al labio).
- Verifique que el eje no tenga rebabas, y que no hayan daños en la parte del chaflán.
- Cuando almacene sellos de aceite, envuélvalos en papel de aceite, para mantenerlos lejos del polvo, etc.

*Sellos en espiral con labios de teflón (para cigüeñal)

El labio del sello está hecho de un caucho fuerte (teflón) que es resistente al calor, resistente a la presión, y resistente a la fricción; cocido con un método especial para incrementar su durabilidad y luego formado en un sello en espiral (con labio ranurado) para incrementar altamente su capacidad de sellado.



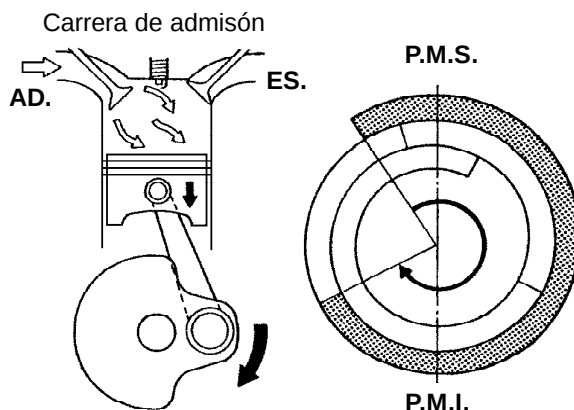
[4] Operación y tipos de motores de 4-Tiempos

1. Operación básica y tipos de motores de cuatro tiempos

(1) Carrera de admisión

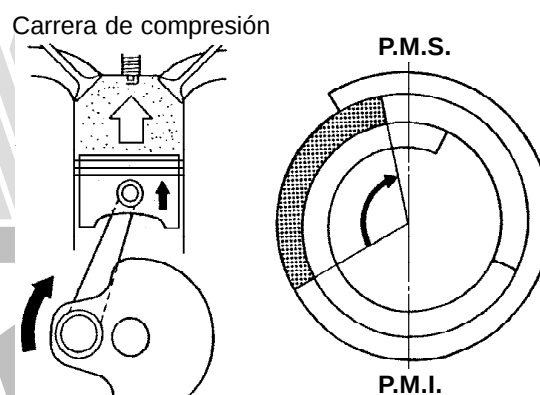
Cuando el pistón se mueve hacia abajo, la presión de la cámara de combustión se hace negativa y la válvula de admisión se abre para que una carga fresca de mezcla fluya hacia el cilindro desde el carburador.

Actualmente, para incrementar la eficiencia de la admisión, la válvula de admisión se abre ligeramente antes de que el pistón alcance el P.M.S. y se cierra cuando el pistón comienza a ascender desde el P.M.I., lo que hace que la válvula de admisión esté abierta más tiempo. Esto es, más cantidad de mezcla puede ser impulsada hacia el cilindro.



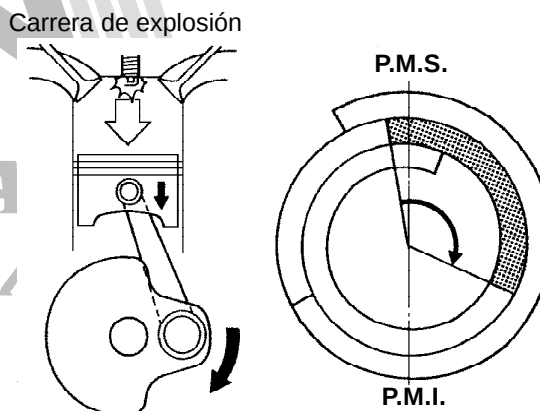
(2) Carrera de compresión

Cuando el pistón se mueve hacia arriba, se cierra la válvula de admisión y al mismo tiempo, la válvula de escape también se cierra. La mezcla en la cámara de combustión se comprime hasta que el pistón esté en el P.M.S. y de este modo, es fácil de encender la mezcla y quemarla rápidamente.



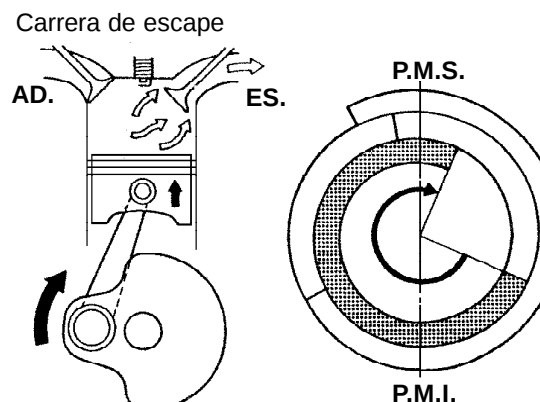
(3) Carrera de potencia (expansión)

Justo antes del final de la carrera de compresión, tiene lugar la generación de una chispa que enciende la mezcla comprimida. La mezcla se quema rápidamente y la presión de la combustión empuja el pistón hacia abajo, girando así, el cigüeñal a través de la biela.



(4) Carrera de escape

Justo antes de que el pistón llegue al P.M.I., se abre la válvula de escape y los gases quemados comienzan a fluir hacia afuera. Cuando el pistón comienza a subir desde el P.M.I., empuja completamente hacia afuera los gases quemados remanentes. Después de que el pistón comienza a bajar desde el P.M.S., se cierra la válvula de escape y la mezcla comienza a fluir hacia adentro.



2. Sincronización de las válvulas

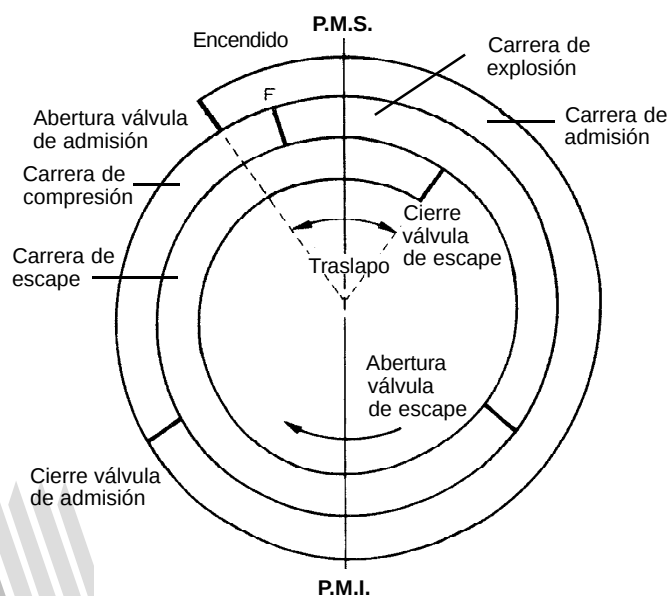
La sincronización de la abertura y el cierre de las válvulas de admisión y de escape en relación a la posición del pistón se llama "sincronización de las válvulas". Como ya se discutió, para incrementar la eficiencia de la admisión y del escape, la válvula de admisión se abre antes de que el pistón alcance el P.M.S. y se cierra después de que el pistón comienza a ascender desde el P.M.I. De otro lado, la válvula de escape se abre antes de que el pistón alcance el P.M.I. y se cierra después de que el pistón comienza a bajar desde el P.M.S.

El diagrama en el que se muestra la sincronización de las válvulas con referencia al P.M.S. y al P.M.I. se llama "diagrama de sincronización de las válvulas".

* Qué es el traslape de las válvulas?

Ambas válvulas de admisión y de escape están abiertas al mismo tiempo cerca al P.M.S. en la carrera de escape. Esto se llama "traslape de las válvulas". Una carga fresca de mezcla obliga a salir los gases quemados remanentes, incrementando así, la eficiencia del escape y al mismo tiempo, la inercia de la carga fresca incrementa la eficiencia de la admisión.

* La sincronización de las válvulas varía de acuerdo al carácter y al propósito de una motocicleta.



○ Diagrama de sincronización de las válvulas

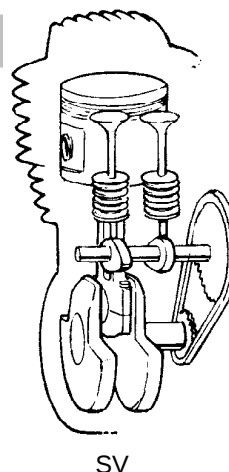
	Abierta	Cerrada	Abertura válvulas
Admisión	A. P. M. S.	D. P. M. I.	
Escape	A. P. M. I.	D. P. M. S.	
Traslape			

3. Tipos y características de los trenes de Válvulas

Hay los siguientes cuatro tipos de trenes de válvulas, que mueven las válvulas hacia arriba y hacia abajo (las abren y las cierran), cada uno de los cuales, varía en su construcción y en su función.

(1) Tipo de válvulas laterales (SV)

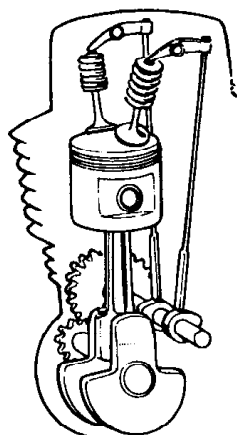
- * Las levas están colocadas sobre el cigüeñal y empujan los botadores, operando de este modo las válvulas.
- * Las válvulas están posicionadas a un lado del pistón y por lo tanto, el volumen de la cámara de combustión es mayor.
- * Esto hace imposible obtener una alta relación de compresión y producir alta potencia motriz.
- * Este tipo de motor es adecuado para bajas velocidades, diseñado para impulsar máquinas industriales.



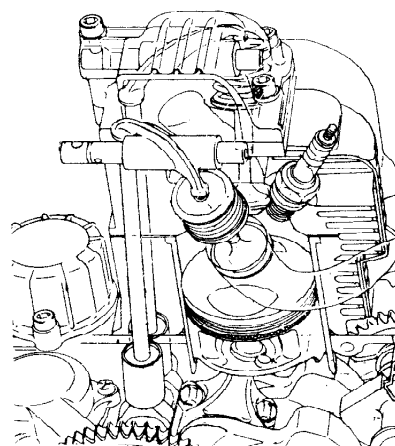
SV

(2) Tipo de válvulas en la culata (OHV)

- Se requieren empujadores largos y balancines y por lo tanto, es necesario un número mayor de partes reciprocantes. Como consecuencia, la operación de las válvulas a altas velocidades tiende a ser inestable.
- Este tipo se usa en motores en V y en motores de pistones horizontalmente opuestos.



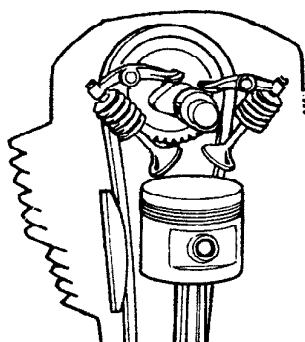
O.H.V



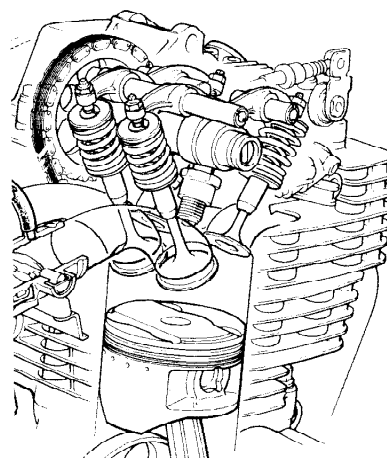
O.H.V

(3) Tipo de un solo eje de levas en la culata (S.O.H.C.)

- Las varillas de empuje se excluyen de las partes reciprocantes usadas en el motor de válvulas en la culata. El eje de levas está posicionado en la culata y es accionado a través de una cadena de levas para operar los balancines directamente.
- Se usan menos partes para operar las válvulas y por lo tanto, su operación es estable, aún a altas velocidades.
- Únicamente se usa un eje de levas y por lo tanto, el motor se llama "motor de eje de levas simple en culata". Este tipo es ahora el soporte principal de los motores de las motocicletas.



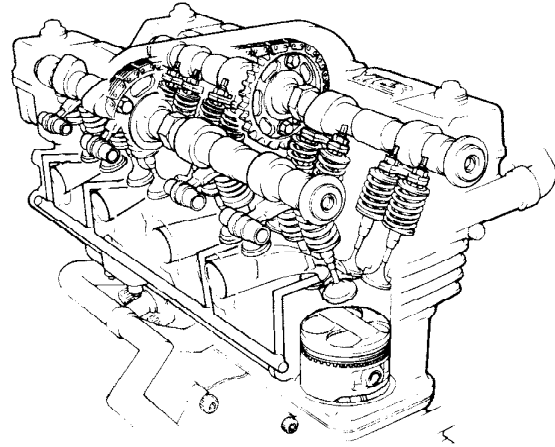
S.O.H.C (2-válulas)



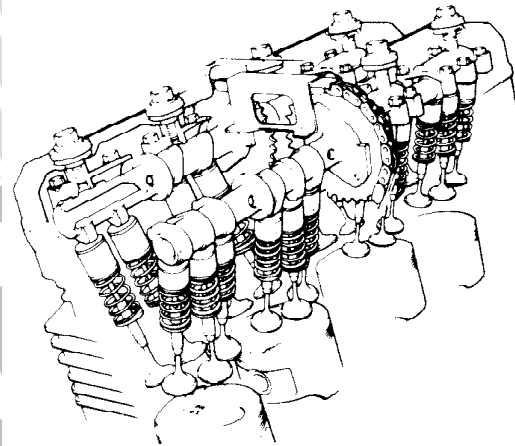
S.O.H.C (4-válulas)

(4) Tipo de doble eje de levas en la culata (D.O.H.C)

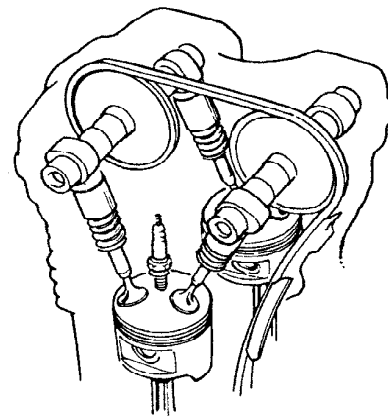
- Se excluyen los balancines del motor tipo de eje de levas en culata, y las válvulas de admisión y de escape se operan separadamente por dos ejes de levas (tipo empuje directo).
- Las válvulas son las únicas partes recipro-cantes, y todas las otras partes son rotatorias. Comparado con el tipo SOHC, la respuesta de la válvula a la operación del eje de levas es rápida y precisa.
- En algunos motores DOHC, se usan balancines para facilitar el mantenimiento del motor (ajuste de la tolerancia de las válvulas) y para incrementar el levantamiento de las válvulas (alzada de las válvulas).
- La disposición de las válvulas no es tan restringida como en el motor SOHC y por lo tanto, se pueden diseñar cámaras de combustión con la forma ideal.
- El motor DOHC elimina los inconvenientes del motor SOHC, pero involucra problemas de mantenimiento e incrementa el peso y el costo.
- Este tipo de motor también es llamado "motor de leva doble" y es adoptado principalmente en motores deportivos de altas velocidades.



D.O.H.C (tipo brazo oscilante) (4-válvulas)



D.O.H.C (tipo directo) (5-válvulas)



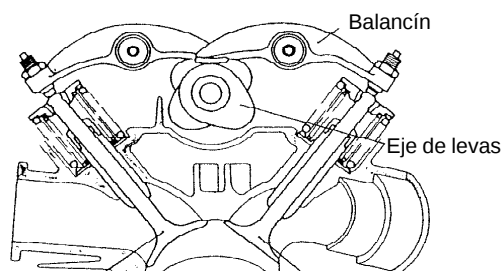
D.O.H.C (tipo directo) (2-válvulas)

YAMAHA
TECHNICAL A

[5] Construcción y funcionamiento de las partes principales de los motores de cuatro-tiempos

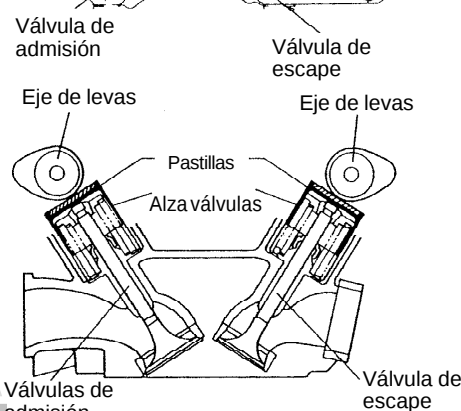
1.Culatas

La culata es ajustada con la válvula de admisión y la válvula de escape y forma la cámara de combustión. El eje de levas es posicionado sobre las válvulas y accionado por la cadena de levas. Los balancines están instalados en la tapa de la culata que cubre el eje de levas.



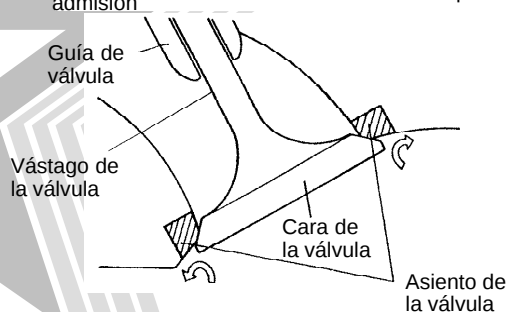
(1) Culata

La culata se fabrica de una aleación de aluminio y es prensada con las guías de las válvulas y los asientos de las válvulas (aros de asiento), ajustados por contracción de una aleación sinterizada que tiene una superior resistencia al calor y al desgaste.



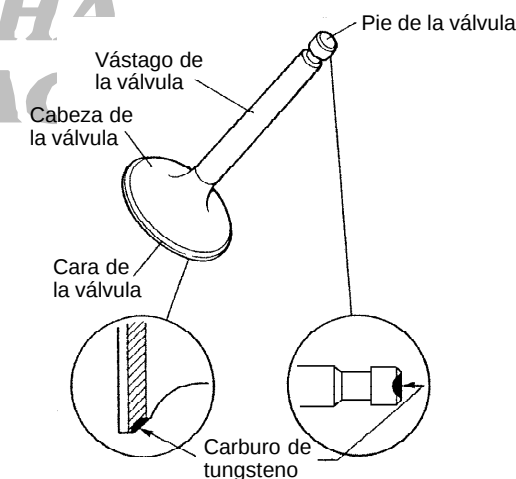
(2) Válvulas

Hay válvulas de admisión y de escape que tienen forma de hongo. Se llaman “válvulas de huso”. Las válvulas están expuestas a altas temperaturas y a altas presiones y además se mueven hacia arriba y hacia abajo, por lo que deben tener excelente resistencia al calor, resistencia al desgaste y relación de transferencia de calor; y formar un buen sello con el asiento de la válvula. Por lo tanto, las válvulas se hacen de acero especial, tal como el acero níquel-cromo.



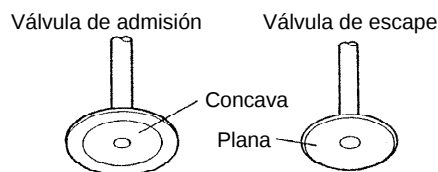
1) Válvula de admisión

La válvula de admisión está expuesta a altas temperaturas de combustión y es refrigerada por una carga fresca de mezcla. Debido a esto, la cabeza de la válvula se expande irregularmente y por esto, se puede formar un sello pobre con el asiento de la válvula. Para prevenir esto la válvula se provee con entradas. Para incrementar la eficiencia de la admisión, el orificio de la válvula se hace tan grande como sea posible.



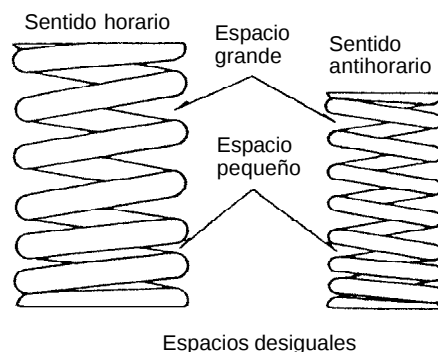
2) Válvula de escape

La válvula de escape está expuesta a altas temperaturas y a altas presiones y por lo tanto, su sello con el asiento de la válvula está expuesto a un desgaste rápido. Considerando ésto, se utiliza una tolerancia grande entre el vástago de la válvula y la guía del vástago.



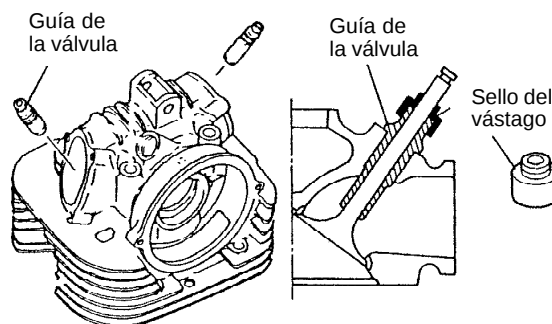
(3) Resortes de las válvulas

El resorte de la válvula empuja la válvula contra su asiento, de tal forma que la presión de la compresión pueda ser sellada y también que cierre la válvula abierta. Para asegurar la operación estable de la válvula a altas velocidades, se usan un par de resortes de paso variable. Esto previene la resonancia de la válvula debido a la oscilación natural y además, previene su ondulación.



(4) Guías de las válvulas y sellos de los vástagos

Las guías de las válvulas se hacen de fundición de cromo y son prensadas a la culata. Son lubricadas por aceite que fluye a través del espacio entre la guía y vástago de la válvula y después, el aceite fluye hacia la cámara de combustión, donde es quemado. Para mantener el consumo de aceite al mínimo, el aceite es controlado por los sellos de los vástagos de las válvulas.



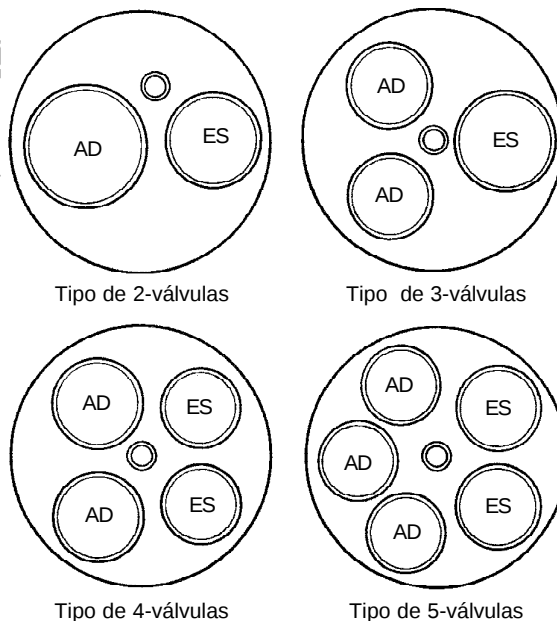
2. Trenes de válvulas

Los trenes de válvulas se pueden clasificar por la disposición de las válvulas y de los ejes de las levas. En las motocicletas se usan principalmente las válvulas en la culata (O.H.V.), un solo eje de levas en la culata (S.O.H.C.) y el doble eje de levas en la culata (D.O.H.C.). Como sistema de accionamiento de las válvulas, se usan principalmente la cadena de distribución y en algunos casos se utilizan sistemas de engranajes de piñones.

El sistema de tren de válvulas está formado por el eje de levas, las ruedas dentadas, la cadena de levas, los balancines y el tensor de la cadena.

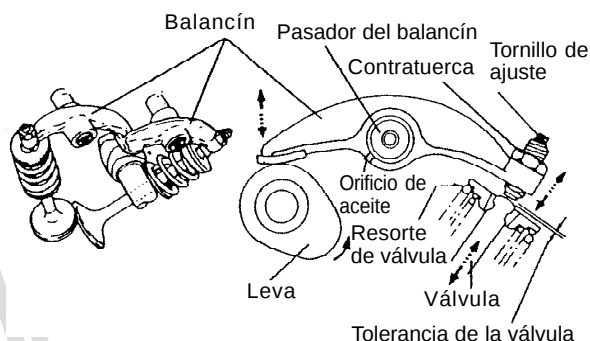
* Cantidad de válvulas

Normalmente, se utiliza una válvula de admisión y una válvula de escape por cilindro. Para incrementar el rendimiento del motor, es necesario incrementar el área de los orificios de ambas válvulas, tanto como sea posible. Pero cuando se toma en cuenta la expansión térmica, no es aconsejable agrandar el área de los orificios de las válvulas, ya que el área de la culata es limitada. Por lo tanto, el área de los orificios de las válvulas se reduce y mejor se incrementa el número de válvulas, así el área total de los orificios de las válvulas puede ser incrementada. Hay tipos de 4-válvulas, de 3-válvulas, y de 5-válvulas. Estos tipos son utilizados en máquinas deportivas y de competencias de altas velocidades, en combinación con el sistema D.O.H.C.

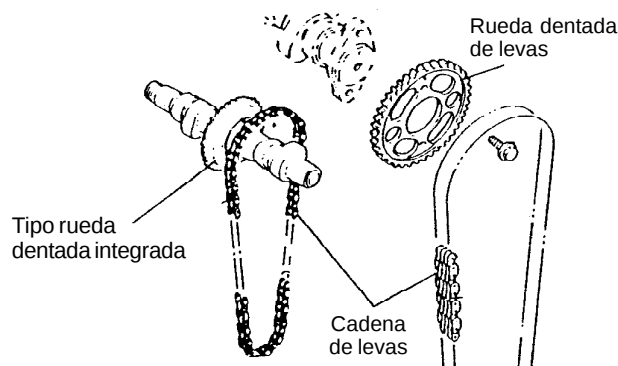
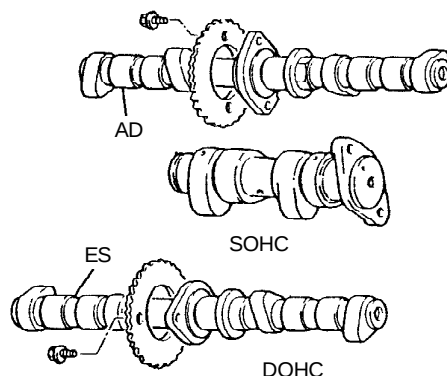


(1) Ejes de levas, ruedas dentadas de levas, cadenas y balancines.

- El eje de levas se hace de una fundición especial que tiene alta resistencia al desgaste, y tiene el mismo número de levas que de válvulas. Estas abren y cierran las válvulas a través de los balancines. Las levas están en contacto con los balancines y su perfil y distribución son un factor determinante en la sincronización de las válvulas y de su abertura.
- El eje de levas está ajustado o integrado con una rueda dentada para las válvulas y se acciona con una cadena a través del cigüeñal. La cadena está instalada para que la rotación del eje de levas (sincronización de las válvulas) corresponda con la del cigüeñal (posición del pistón). El número de dientes de la rueda dentada de las levas es el doble del número de dientes de la rueda del cigüeñal, de tal forma que la velocidad del eje de levas sea la mitad de la velocidad del cigüeñal. La cadena de las levas también se llama "cadena de sincronismo".
- Los balancines son instalados sobre el eje de los balancines en la culata y son operados para abrir y cerrar las válvulas. La tolerancia (llamada "tolerancia de válvulas") entre el balancín y la leva se puede ajustar girando el tornillo de ajuste.



En el caso de DOHC, se emplean dos ejes de levas para las válvulas de admisión y de escape y son accionados por el cigüeñal a la mitad de la velocidad de éste como en el caso SOHC. Las válvulas son empujadas directamente por los alzadores colocados en el extremo del vástago de las válvulas. Este tipo de balancines permite un ajuste fácil de la tolerancia de las válvulas.



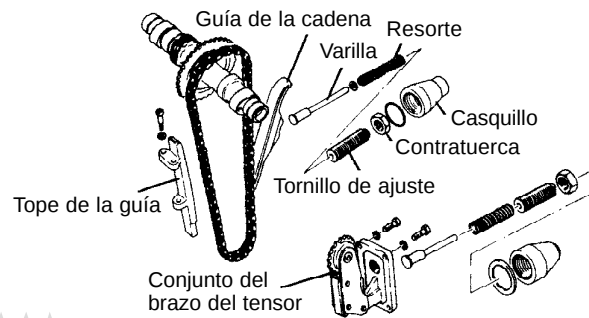
(2) Tensor de cadena

El tensor mantiene una adecuada tensión de la cadena. Cuando cambia la tensión de la cadena (se ajusta o se afloja) debido a las variaciones en la velocidad del cigüeñal, la sincronización de las válvulas o la sincronización del encendido pueden ser incorrectas, o la cadena de levas se vuelve ruidosa. El tensor de la cadena evita estos problemas manteniendo la cadena en la tensión adecuada. Hay tensores de cadena tipo de ajuste manual y tipo de ajuste automático.

1) Tipo de ajuste manual

La cadena del tipo de ajuste manual requiere un chequeo periódico de su tensión. Puede ser ajustada empujando la varilla del brazo del tensor contra la cadena.

Un ligero aflojamiento causado por los cambios de la velocidad del cigüeñal, puede ser ajustado por el resorte, y también cuando se aprieta un poco, la varilla no se mueve más allá de la posición especificada.

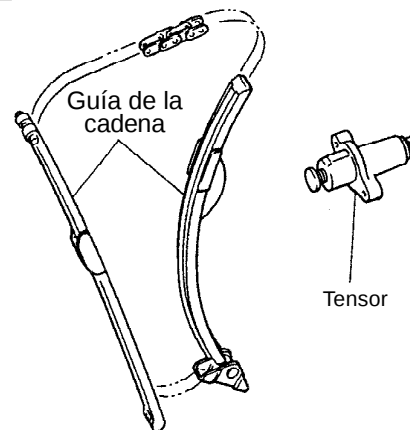


Tipo manual

2) Tipo de ajuste automático (Auto-tensor)

La guía de la cadena es doblada por el resorte de tensión para que la cadena esté ajustada. Cuando la cadena se estira, el manguito del tensor se mueve hacia atrás para doblar más la guía de la cadena, de tal forma que pueda mantener una tensión adecuada en la cadena.

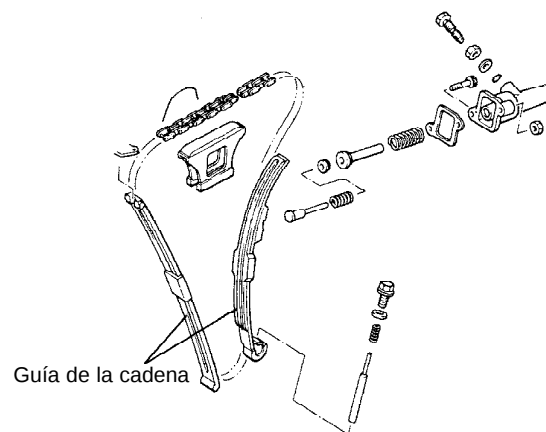
El manguito mantiene su movimiento en dirección inversa por un mecanismo de trinquete. No se requieren ajustes.



Tipo automático

3) Tipo de ajuste semiautomático

Cuando la contratuerca es liberada, la varilla es insertada por la fuerza del resorte para suprimir la flojedad de la cadena.

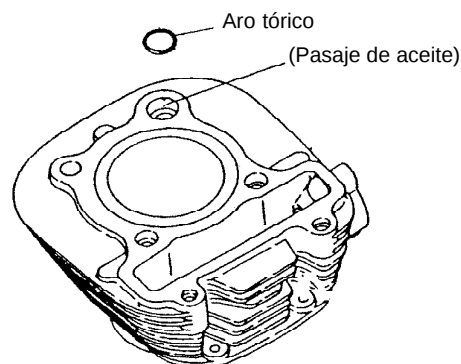


Tipo semiautomático

3. Cilindro

Los cilindros se fabrican de una aleación de aluminio fundido y están ajustados con una camisa especial de hierro fundido.

A diferencia del cilindro del motor de dos-tiempos, la pared de este cilindro no tiene lumbreras. Algunos de los agujeros de los tornillos de montaje, se usan como pasajes de aceite, y la presión de la bomba alimenta el aceite desde el cárter a través de los pasajes de aceite hasta la culata.

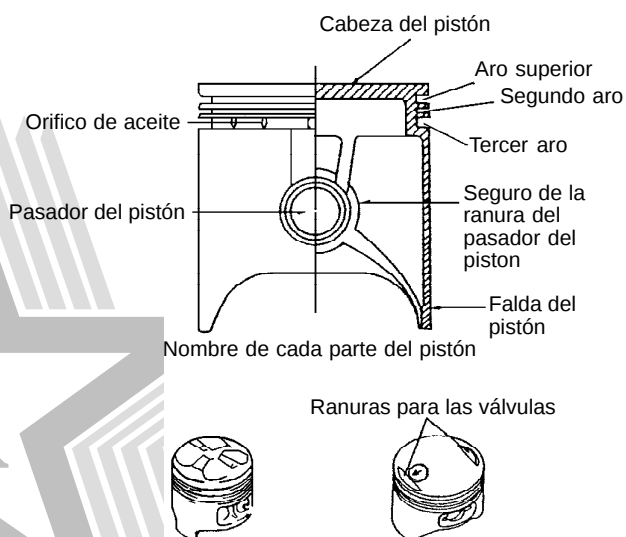


4. Pistones

El pistón se hace de una fundición de aleación de aluminio. El material es seleccionado con énfasis en la resistencia, la relación de transferencia de calor, el peso y la expansión térmica.

La diferencia con un pistón de dos-tiempos, es que el pistón tiene tres ranuras. Hay perforaciones de retorno del aceite en la ranura del tercer aro y debajo de la misma ranura.

Para prevenir que el pistón haga contacto con las válvulas de admisión y de escape cuando este se mueve hacia el P.M.S. mientras la válvulas están abiertas, la cabeza del pistón se provee con ranuras de seguridad.

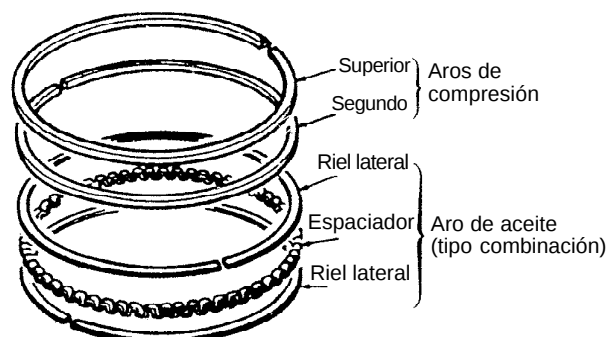
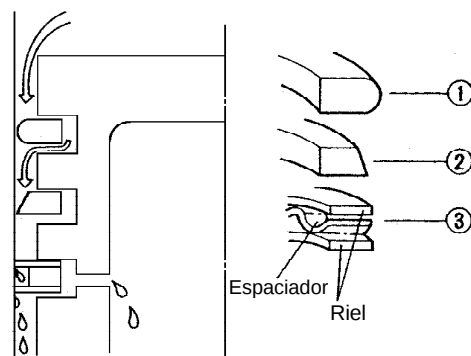


5. Aros del pistón

Se usan tres aros por pistón. Los aros superior y segundo son aros de compresión, y el tercer aro es un aro de aceite. La función del aro de aceite es la de raspar el aceite extra en la pared del cilindro para que no permanezca mucho aceite en la cámara de combustión. Parte del aceite fluye por los agujeros de aceite en el pistón y lubrica el pasador del pistón.

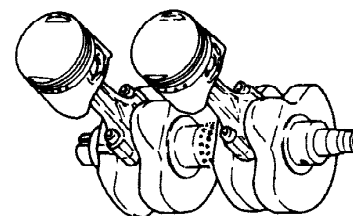
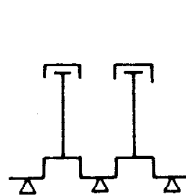
Hay varios tipos de aros de aceite que tienen diferentes secciones transversales. Algunos tipos de aros de aceite tienen una ranura de aceite y agujeros por aro o rieles superior e inferior con el espaciador entre ellos. Un segundo aro de tipo especial tiene una sección transversal cónica o escalonada para ayudar a los aros de aceite.

* Cuando el flujo de aceite pasa a través de los aros y de la pared del cilindro por desgaste, hacia la cámara de combustión, el consumo de aceite mostrará un incremento excesivo.

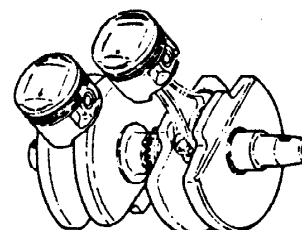


6. Cigüeñales

En el caso de un motor monocilíndrico, se emplea un cigüeñal tipo completo, pero en un motor multicilíndrico, se usa un cigüeñal de tipo integrado y en muchos casos, se hace de una fundición especial de acero. Tiene una volante para mantener una rotación suave, y las bielas se sostienen con los pasadores del cigüeñal. El cigüeñal está soportado por la biela, sostenida por el pasador y por cojinetes principales (metálicos), ajustados en el cárter. Las perforaciones en que se insertan los muñones del cigüeñal están equipadas con agujeros de lubricación a través de los cuales es alimentado el aceite, para lubricar los cojinetes principales y el extremo mayor de la biela (pasador del cigüeñal).



Cigüeñal a 360°

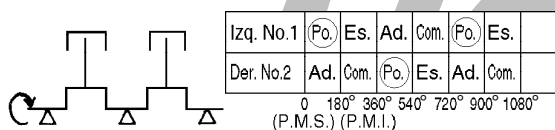


Cigüeñal a 180°

○ Cigüeñal para dos cilindros

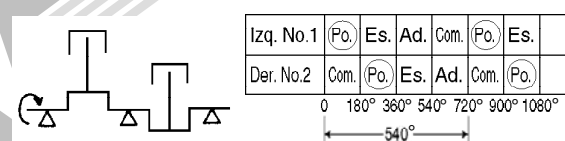
Cuando los pasadores de la biela están posicionados en el mismo lado, el cigüeñal se llama "cigüeñal de 360°", y cuando están en lados opuestos se llaman "cigüeñal de 180°". El carácter de un motor varía dependiendo de los intervalos de las explosiones.

○ Carreras del pistón en un motor de cigüeñal de 360°



Po. = Potencia
Es. = Escape
Ad. = Admisión
Com. = Compresión

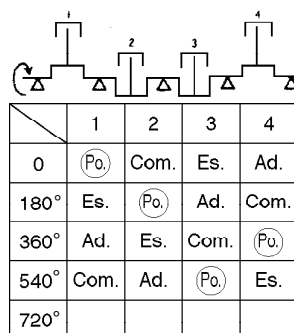
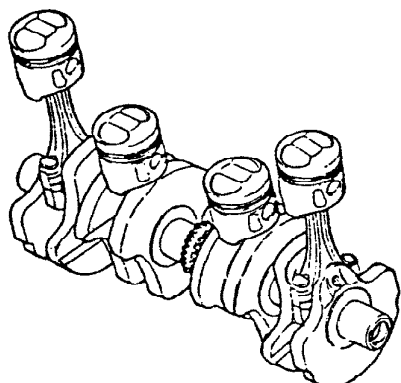
○ Carreras del pistón en un motor de cigüeñal de 180°



La explosión tiene lugar simultáneamente en ambos cilindros y el rendimiento del motor es estable a bajas y medias velocidades, pero la velocidad del motor no incrementa a altas velocidades.

La explosión tiene lugar alternativamente a intervalos de 180° y 540°. Por lo tanto, el rendimiento del motor en bajas es inestable pero la velocidad del motor se incrementa a altas velocidades.

○ En el caso de un motor de 4-cilindros, la explosión tiene lugar cada 180° en dos cilindros simultáneamente.

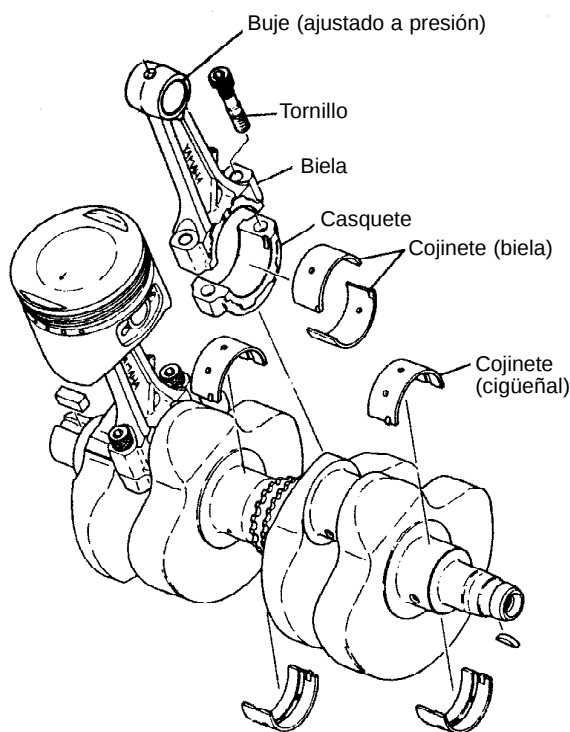


Orden de encendido: 1.2.4.3
1.3.4.2

* A medida que el número de cilindros se incrementa, el intervalo de explosión se hace más corto. Esto significa que el motor funciona más suavemente y a mayores velocidades con menos vibraciones.

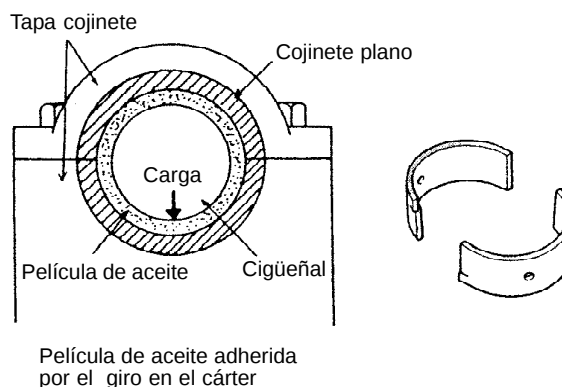
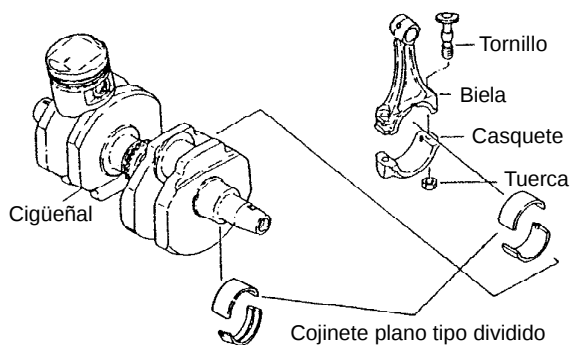
7. Bielas

Las bielas se hacen de una fundición de acero especial y para reducir su peso, tienen una sección transversal en forma de I. El pasador de la biela está integrado con el cigüeñal y por lo tanto, la biela tiene un extremo mayor de tipo dividido. El extremo mayor se asegura al pasador de la biela con tuercas y tornillos de acero especial. El cojinete de el extremo mayor se ajusta con metales (cojinetes planos) y el extremo menor es ajustado a presión con un buje de aleación de cobre.



8. Cojinetes planos

Los cojinetes planos pueden sostener grandes fuerzas pero requieren películas de aceite entre sus superficies de fricción. En muchos motores de 4-Tiempos, se usan cojinetes planos (templados) en los muñones del cigüeñal y en los extremos mayores de las bielas. Generalmente, los cojinetes se fabrican de aleación de aluminio o de aleaciones de magnesio. Para sostener cargas pesadas se usa el metal blanco y el kelmet. Los bujes del extremo pequeño y las espigas de los ejes de transmisión se ajustan con bujes de aleación de cobre.



[6] Sistema de lubricación

1. Propósito de la lubricación

El motor consta de muchas partes en movimiento. Sin lubricación, estas partes se dañarían por el calor generado por la fricción. El propósito de la lubricación es formar películas de aceite sobre las superficies de fricción de las partes en movimiento para reducir la fricción y el calor, protegiendo de este modo, las partes contra el desgaste y el daño. Al mismo tiempo, la lubricación asegura una operación suave del motor.

[Lubricación]

(1) Antifricción

Cuando dos cuerpos sólidos en contacto se mueven el uno contra el otro, hay fricción sobre las superficies en contacto. Por muy suaves que sean las superficies en contacto, tienen rugosidad cuando se miran a través de un microscopio. Aún, si las superficies son muy suaves, la fricción se genera entre dos cuerpos sólidos que están en contacto directo.

Para reducir tal fricción, es necesario formar películas de aceite sobre las superficies en contacto.

(2) Efecto refrigerante

La fricción genera calor. Además, el cilindro y el pistón están expuestos a los gases quemados y al calor de la combustión. El aceite lubricante disipa y ayuda a la disipación del calor. El aceite calentado se enfría en el recipiente del aceite, pero en algunos motores, se emplean refrigeradores de aceite para una refrigeración forzada.

(3) Efecto sellante

El cilindro es sellado por los aros del pistón ajustados al pistón. El aceite lubricante fluye a los aros del pistón para formar un buen sello entre el pistón y la pared del cilindro, para prevenir las pérdidas de compresión y el soplado de los gases. Este efecto de sellado es una de las funciones más importantes del aceite lubricante.

(4) Acción amortiguadora (efecto dispersante)

Los rodamientos de bolas, los de rodillos y los engranajes, sostienen cargas pesadas que están concentradas en un punto o línea. La biela recibe grandes impactos en sus extremos pequeño y grande. Cuando cualquier parte recibe tales impactos locales repetidamente, ocurre la fatiga mecánica. El aceite lubricante expande el área de presión para reducir la carga por unidad de área y suavizar el impacto.

(5) El efecto de inhibición de herrumbre

El aceite forma una película delgada para proteger las superficies metálicas del aire, del agua y de los gases corrosivos que ayudan a la oxidación.

(6) Efecto limpiador

El aceite alimentado a presión desde una bomba, circula por el motor y transporta basura metálica, óxidos e hidrocarburos para que las superficies se mantengan limpias. Estas sustancias son retenidas en los filtros de aceite.

2. Lubricación de motores de dos-tiempos

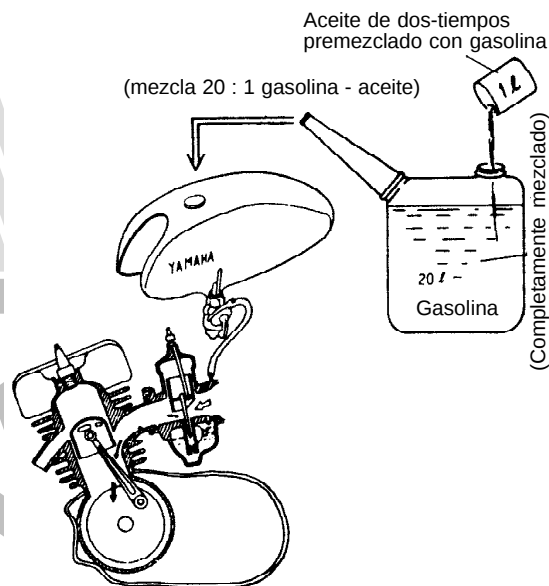
A diferencia del motor de cuatro-tiempos, el motor de dos-tiempos combina la cámara de combustión y el cárter, pero la caja de transmisión es separada. Por lo tanto, el motor (cigüeñal, cilindro y pistón) y el sistema de transmisión (el embrague, la transmisión y el desplazable) se lubrican separadamente.

(1) Lubricación del motor

Ya que en el motor de dos-tiempos, la mezcla entra al cárter y al cilindro, es imposible hacer circular el aceite separadamente del combustible como en el motor cuatro-tiempos. Por lo tanto, el aceite se mezcla con el combustible y se suministra al cárter (cigüeñal, biela, y rodamientos) y a la cámara de combustión (cilindro, pistón y aros del pistón). Esto es, se quema aceite extra, junto con el combustible, y se expulsa del cilindro. Hay dos formas de lubricación para los motores de dos-tiempos.

1) Lubricación premezcla

El aceite se mezcla con la gasolina a una relación específica y se almacena en el tanque de combustible. Este combustible premezclado se atomiza en el carburador y es impulsado hacia el cárter y hacia el cilindro. Después de lubricar las partes del motor, la mayor parte del aceite en el combustible se quema y fluye hacia afuera. La relación de mezcla de gasolina y aceite se ajusta para que a la máxima velocidad de operación, el motor esté suficientemente lubricado. (Por ejemplo, 20 : 1). Por lo tanto, a velocidades medias y bajas el aceite es excesivo. El resultado es: 1) el escape es humeante, 2) se forma carbón rápidamente, 3) como casi todos los aceites se mezclan bien con la gasolina, se corre el riesgo de usar un aceite de mala calidad, y 4) es imposible controlar el flujo de aceite dependiendo de la carga del motor, y de este modo, se desperdicia aceite. Por lo tanto, este sistema de lubricación no se usa corrientemente. Sin embargo, las máquinas de competencia (carreras de velocidad, motocross, y karts) que funcionan a altas velocidades, usan ampliamente este sistema de lubricación.



2) Sistema de lubricación separada (Autolube Yamaha)

Este sistema de lubricación fue desarrollado para eliminar los inconvenientes del sistema de lubricación premezcla. El aceite se almacena en un recipiente y se alimenta a través de la bomba de acuerdo a la velocidad y a la carga del motor. Esto es, ya que el aceite se suministra separado de la gasolina, el sistema se llama "sistema de lubricación separada". El aceite controlado por la bomba de aceite se envía a la unión del carburador al lado del cilindro o a la lumbrera de admisión en el cilindro y es mezclado con el combustible. El aceite se atomiza a un cierto grado, se envía al cárter y lubrica varias partes en movimiento. En la actualidad, el sistema está interconectado con la abertura de la válvula del acelerador para variar adecuadamente la relación de mezcla gasolina-aceite, dependiendo de la velocidad de la carga del motor, por ejemplo, 80 : 1 a 120 : 1 para operación a carga liviana, 40 : 1 a 60 : 1 para operación a media carga y 18 : 1 a 30 : 1 en operación de carga pesada. Este sistema se llama "Autolube Yamaha" (lubricación automática).

○ Características del Autolube

Se puede suministrar la cantidad óptima de aceite dependiendo de la carga del motor.

○ Menos humo en el escape, menos formación de carbón, menos consumo de aceite. Es innecesaria la mezcla del aceite con la gasolina.

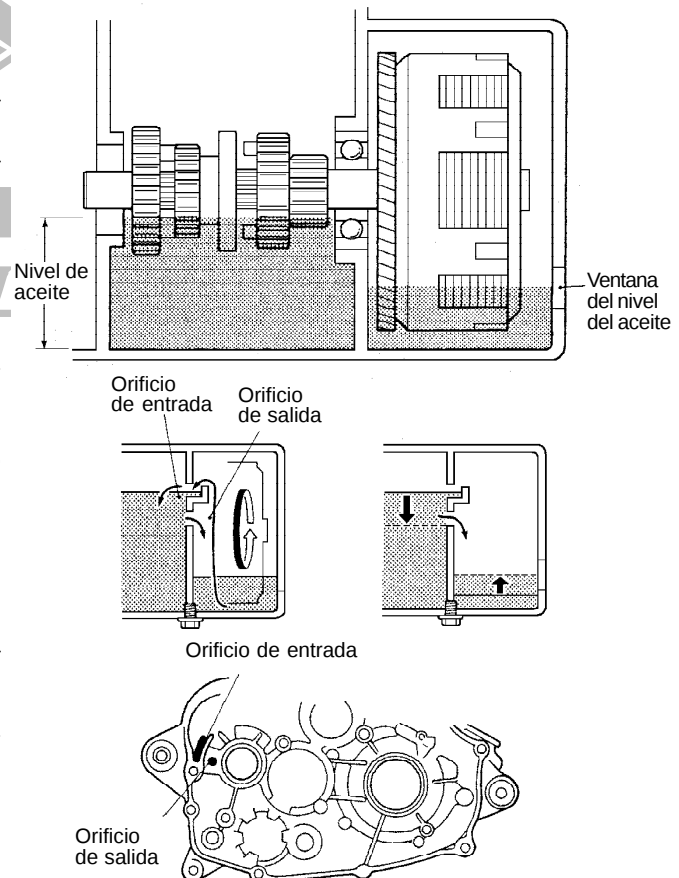
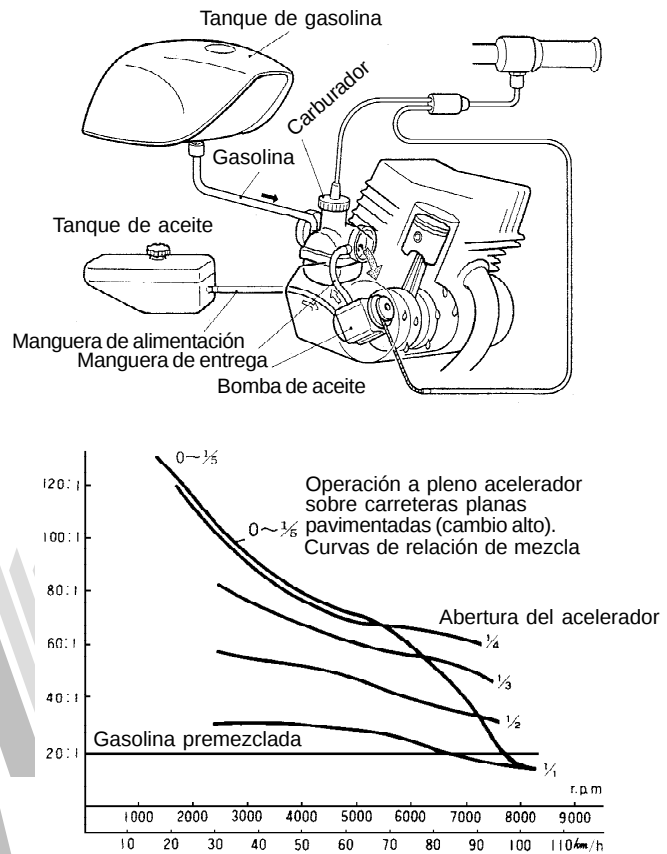
○ Se puede usar un aceite que tenga buena capacidad de lubricación. No es necesario preocuparse por la relación de mezcla. Siempre se pueden suministrar partículas grandes de aceite.

El resultado es una mejor capacidad de lubricación, mayor durabilidad, alta eficiencia de la combustión y una buena economía del aceite.

Aceite en uso: Aceite Yamalube 2S.

• 2) Lubricación de los embragues y las transmisiones

La caja de la transmisión está separada del cárter. El aceite se almacena en la caja de la transmisión y los ejes, los engranajes de la transmisión y del embrague son lubricados por salpicadura. El aceite no se reduce, a menos que haya pérdidas debidas a un daño en el contacto de las superficies del cárter, tapas o sellos de aceite. Sin embargo, el aceite se ensucia y por lo tanto, debe ser reemplazado periódicamente. Aceite en uso: Aceite para Transmisiones Yamaha.

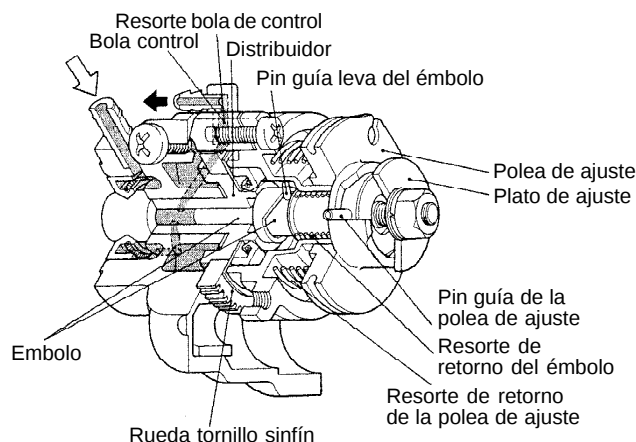


(3) Sistema Autolube

La bomba Autolube es accionada por el cigüeñal y está interconectada con el acelerador del carburador. Por lo tanto, se regula automáticamente la cantidad de aceite de acuerdo a los cambios en la velocidad y en la carga del motor.

<Construcción y operación de la bomba de aceite>

Hay dos tipos de bombas Autolube con una pequeña diferencia entre ellas en su construcción. La bomba Autolube es básicamente una bomba de émbolo y por lo tanto, los dos tipos de bombas operan y funcionan de manera semejante.



1) Bombas Generales

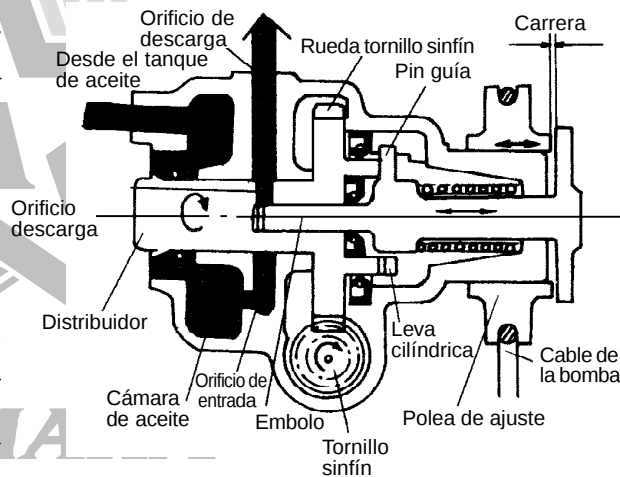
(Usadas principalmente en las motocicletas)

El distribuidor incorpora pasajes de aceite y una leva que es accionada por el cigüeñal a una velocidad reducida. Incorpora un émbolo en el distribuidor que tiene un movimiento recíprocante por la leva (la función de un pistón).

○ Operación

Cuando el orificio en el distribuidor rotatorio se alinea con el orificio de entrada en el cuerpo de la bomba, la leva mueve el émbolo a la derecha, y en esta forma, se impulsa aceite hacia adentro. Como el distribuidor, continúa girando, el orificio de aceite se alinea con el orificio de descarga, y el émbolo es devuelto a la izquierda por el resorte de retorno para que el aceite sea descargado. De otro lado, el cable de la bomba interconectado con el cable del acelerador hace girar la polea de ajuste.

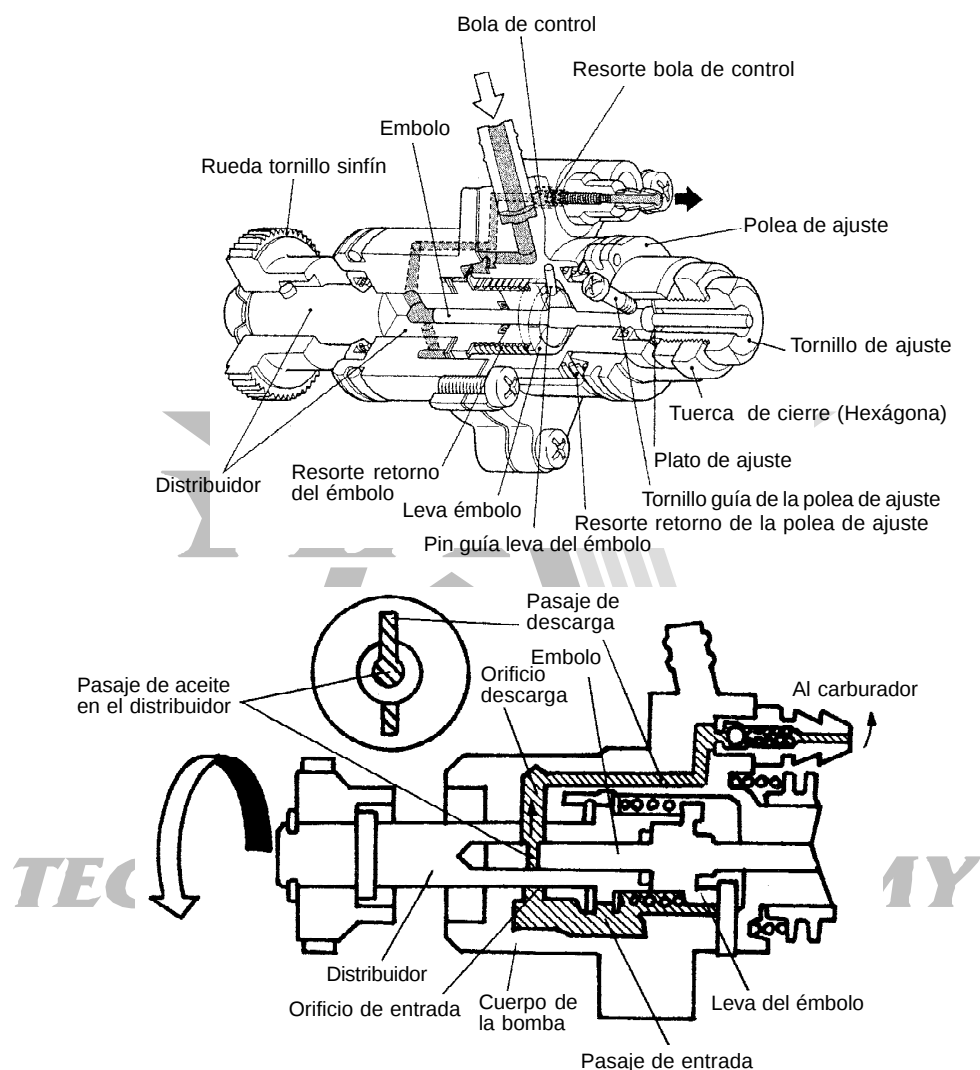
Al lado de la polea se incorpora una leva que mueve el émbolo hacia adelante y hacia atrás para variar la tolerancia entre el émbolo y la placa de ajuste (actuando como un obturador), de tal forma que el flujo de entrada y de salida se pueda controlar en cada giro de la bomba.



2) Bomba del tipo de alta compresión

(Usadas principalmente en motocicletas familiares livianas)

Cuando el distribuidor gira, el émbolo hace su carrera. Para succionar el aceite hacia la bomba, el émbolo es empujado hacia adentro por el resorte localizado entre el émbolo y el distribuidor y para descargarlo, el émbolo es empujado hacia atrás por la leva localizada al final de éste. Esto es, el aceite es comprimido y descargado por el émbolo accionado por la leva. La polea de ajuste está interconectada con el acelerador para controlar la carrera del émbolo y el flujo de entrada a la bomba.



Cuando el motor funciona más rápido, ambos tipos de bombas de aceite mostrados anteriormente, giran más rápido (eso es, el distribuidor y el émbolo operan más rápido); esto significa que se incrementa el suministro de aceite. También cuando se incrementa la abertura del acelerador (o sea, que se incrementa la carga del motor), se incrementa la descarga de aceite por giro de la bomba. En resumen, la descarga de aceite se controla de dos maneras para cubrir todas las condiciones de operación del motor.

3. Lubricación de motores de 4-Tiempos.

A diferencia del motor de dos-tiempos, el motor de cuatro-tiempos tiene el cárter separado de la cámara de combustión y ambos están separados herméticamente, pero el cárter comparte el espacio con la transmisión. Por lo tanto, el conjunto del cigüeñal se lubrica con el mismo aceite de lubricación de la transmisión y del embrague. El aceite se alimenta directamente desde la bomba de aceite. El cilindro y el pistón se lubrican por la salpicadura del aceite que lubrica la biela y el cigüeñal. De otro lado, el tren de válvulas en la culata, también se lubrica por el aceite que se alimenta a presión desde la bomba de aceite. Después de la lubricación, el aceite retorna a la cámara de aceite.

Se usan los dos sistemas siguientes de circulación de lubricación por alimentación a presión:

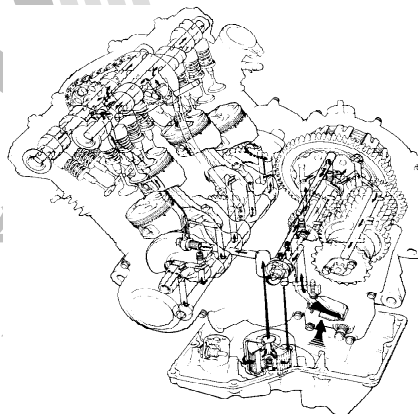
(1) Sistema de sumidero húmedo

El aceite es almacenado en el sumidero en la parte inferior del cárter, desde donde se bombea y se alimenta bajo presión. Parte del aceite se alimenta al cigüeñal y la otra parte va al tren de válvulas. Parte del aceite de lubricación del cigüeñal se usa para lubricar el pasador de la biela y el extremo mayor de la biela, por lo cual, se salpica aceite a las paredes del cilindro. El aceite lubrica el cilindro, el pistón y los aros del pistón y el aceite extra es raspado por el aro de aceite y retornado luego, al cárter.

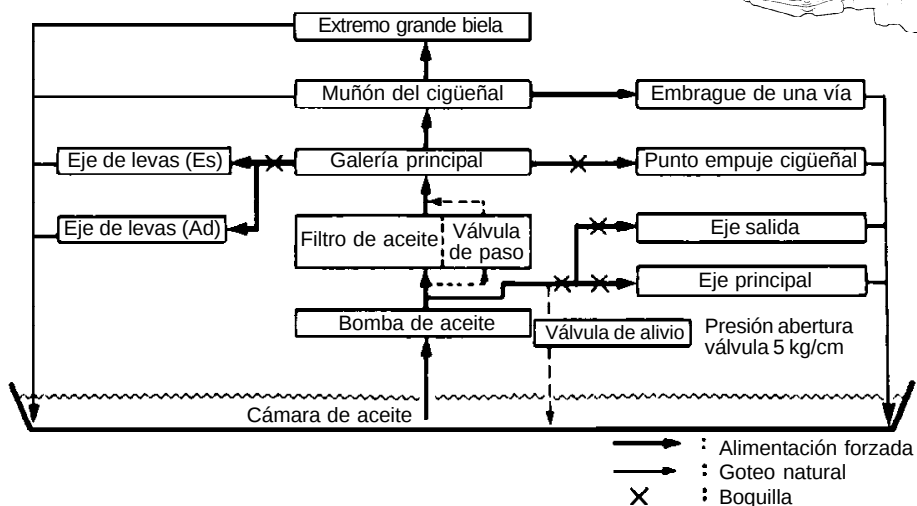
El embrague y la transmisión se lubrican por salpicadura del aceite del sumidero o del aceite alimentado a presión desde la bomba.

Las características del sistema de sumidero húmedo son: 1) su construcción es muy simple, 2) la operación de calentamiento del motor no toma mucho tiempo, 3) cuando la motocicleta se inclina con poca cantidad de aceite en el sumidero, el suministro de aceite tiende a ser insuficiente, 4) la circulación de aceite es rápida y el aceite se deteriora, y 5) la eficiencia de refrigeración es inferior.

El aceite de la cámara de aceite en el fondo del cárter es recogido por la bomba trocoi-

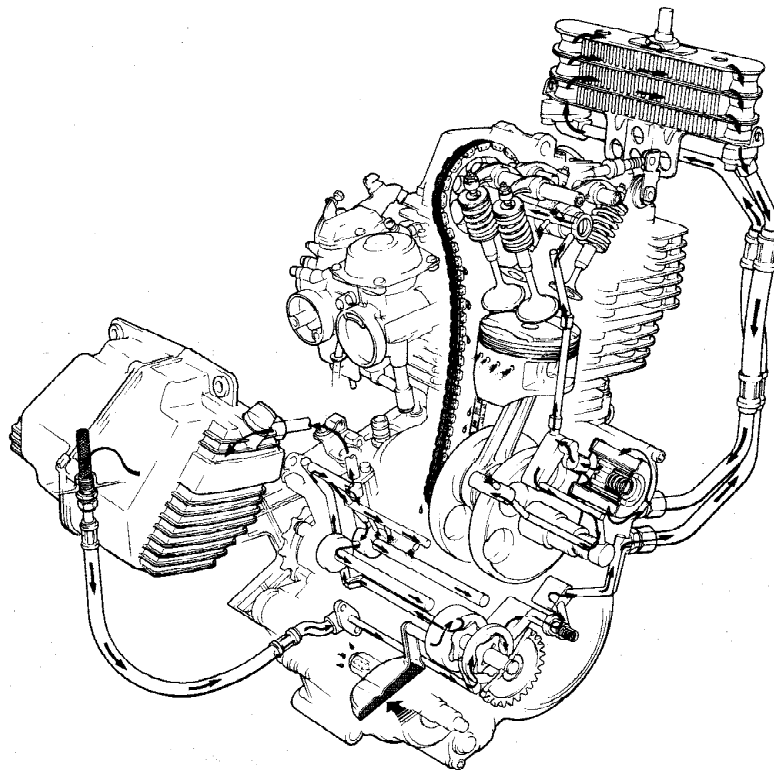


○ Ruta de lubricación de aceite



(2) Sistema de sumidero seco

El aceite se almacena separadamente en el tanque de aceite y es alimentado bajo presión por la bomba de aceite, a través de los mismos canales que en el sistema de sumidero húmedo. Después de la lubricación, el aceite retorna al cárter y es alimentado de nuevo al tanque de aceite por la bomba de retorno. El embrague y la transmisión se lubrican por salpicadura, con parte del aceite que retorna al tanque de aceite.



Aceite en uso: **Aceite de motor Yamaha cuatro-tiempos** (10W30 y 20W40)

[Notas de manejo:]

○El aceite se debe chequear periódicamente, adicionar o reemplazar.

Aún, el motor de cuatro-tiempos consume aceite, pero muy poco. El aceite se consume por la siguiente razón: el aceite se quema en la cámara de combustión después de la lubricación de las válvulas y de las guías de las válvulas, y parte del aceite salpicado al cilindro que no es raspado, también se quema en la cámara de combustión. Este desperdicio de aceite no se puede evitar debido a las necesidades de lubricación. Normalmente, se consume alrededor de 0.5 a 1.0 litro de aceite por cada 5.000 a 10.000 km de operación. Si el consumo de aceite es excesivo, las partes mencionadas anteriormente se consideran desgastadas, y deben ser revisadas.

El mismo aceite se circula para lubricar el cigüeñal, el tren de válvulas, el embrague y la transmisión y por lo tanto, se contamina rápidamente. Cuando la motocicleta está nueva se debe cambiar el aceite después del primer mes o 1.000 km de operación, y posteriormente, cada 3.000 km de operación. Además, se debe chequear el nivel del aceite periódicamente.

○Limpieza o reemplazo del filtro de aceite (elemento).

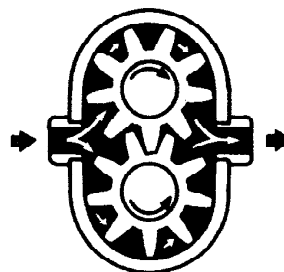
El sistema de lubricación tiene un circuito de filtro de aceite para remover partículas metálicas y productos de la combustión. Si el elemento se vuelve muy sucio, ocasionará una disminución de la eficiencia de filtrado, haciendo imposible la limpieza del aceite usado. Por lo tanto, el elemento del filtro de aceite se debe limpiar o reemplazar periódicamente.

(3) Bomba de aceite

La bomba de aceite es accionada por la velocidad del motor y alimenta de aceite a presión las partes del motor. Los dos tipos de bomba de aceite más ampliamente usados son los siguientes: la bomba de engranajes y la bomba trocoide.

1) Bomba de engranajes

Al rotar los dos piñones en la caja de la bomba, el aceite es impulsado hacia adentro a través del agujero de admisión y forzado a salir a través del agujero de descarga. Este tipo de bomba tiene una construcción simple y una operación característica libre de fallas.

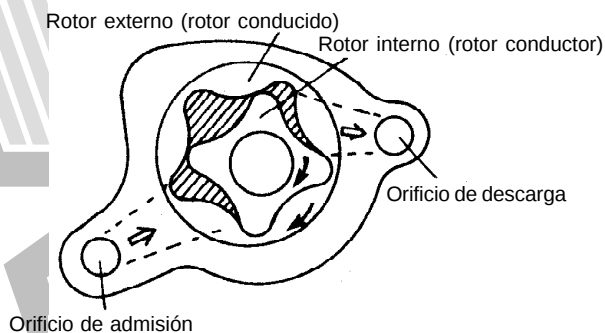


Bomba de engranajes

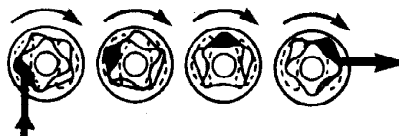
2) Bomba Trocoide

Este tipo de bomba, es una clase de bomba de rotor, en la que el rotor interno (rotor conductor) y el rotor externo (rotor conducido) están engranando entre sí, como se muestra. Estos dos rotores giran a velocidades diferentes, generando así, variaciones en el volumen entre los dos rotores.

Las variaciones en el volumen hacen que el aceite entre y salga. La bomba trocoide se usa más comúnmente porque tiene ventajas sobre la bomba de engranajes y además, puede ser diseñada en forma compacta.

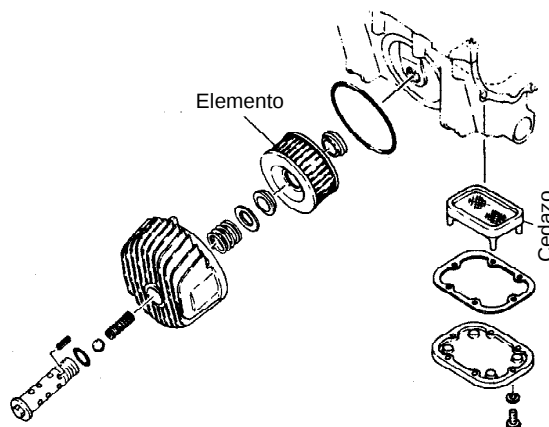


Bomba trocoide



(4) Filtros de aceite

El aceite del motor se contamina con partículas metálicas y con carbón. Las partículas finas de estas sustancias son transportadas por el aceite a las partes del motor, ayudando por lo tanto, al desgaste rápido de ellas o formando obstrucciones en los pasajes de aceite. Para prevenir esto, se instalan filtros de aceite en los pasajes de aceite, para que remuevan las impurezas. Los elementos del filtro de aceite deben ser limpiados o reemplazados periódicamente.



4. Aceite lubricante

Las razones para lubricar cada parte del motor son: la reducción de la fricción, la prevención de la pérdida de potencia y el incremento de la eficiencia del motor, además de prevenir los desgastes y los daños.

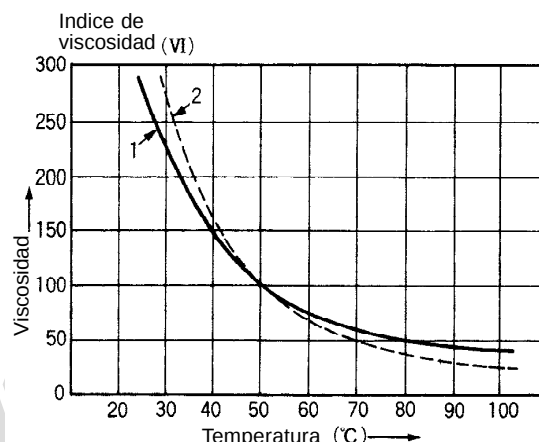
(1) Tipos de aceites para el motor

El aceite de motor es principalmente un aceite pesado hecho de una mezcla de hidrocarburos verdes y traslucidos destilados del petróleo.

1) Viscosidad

Aunque hay muchas propiedades requeridas para un aceite lubricante, una de las más importantes es la viscosidad. La viscosidad es la medida del grado de adhesión del aceite, y un aceite con alta viscosidad provee una película delgada de aceite en las superficies del metal y consecuentemente tiene el poder de soportar grandes cargas. Sin embargo, si la viscosidad es demasiado alta, la fricción interna del aceite se aumenta, causando resistencia y aumento de la pérdida de potencia. Contrariamente, si la viscosidad es baja, la pérdida de potencia es baja, pero la película de aceite se rompe y su desempeño en la reducción de la fricción es inadecuado.

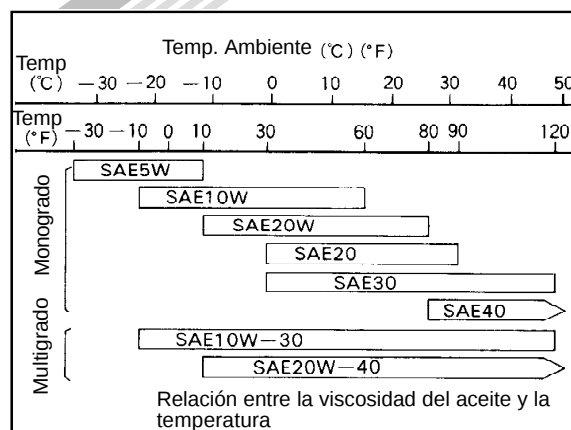
El problema más importante concerniente a la viscosidad del aceite lubricante es la temperatura. En general, la viscosidad del lubricante disminuye con el aumento de la temperatura. Estos cambios de la viscosidad con relación a la temperatura son llamados índices de viscosidad.



2) Clasificación por viscosidad (Estándar SAE)

Para las categorías por viscosidad, generalmente se usa el estándar de la SAE (Sociedad de Ingenieros Automotores de USA). El número SAE, es aplicado de acuerdo con la temperatura ambiente normal, como se muestra en el diagrama. El uso del aceite por categorías no es solamente determinado por la temperatura, sino también por las condiciones de conducción del vehículo.

A menor número de viscosidad, es menor la viscosidad del aceite. Un aceite con un número de viscosidad que indique un rango como 10W-30, 20W-40, es llamado aceite multigrado. Este tiene pocos cambios de viscosidad con la temperatura, por lo que no es necesario parar o comenzar su uso de acuerdo al cambio de las estaciones. Los números que incluyen la W (invierno), indican un rango de viscosidad hasta -17.8 °C (0 °F), y los números sin la W, tienen un rango de viscosidad por encima de 98.9 °C (210 °F).



$$\text{Centígrado } C = \frac{5}{9} (F - 32) \quad \text{Fahrenheit } F = \frac{9}{5} \times C + 32$$

3) Clasificación de acuerdo al rendimiento o a la aplicación (Clasificación de servicio API)

Para las categorías de acuerdo al rendimiento o a la aplicación, se usa generalmente la clasificación de servicio API (Industria Americana del Petróleo).

• Para motores a gasolina

SD.. Usado en motores que funcionan en condiciones de operación a bajas temperaturas, altas temperaturas y condiciones severas. Se les agrega detergentes dispersantes, sustancias antifricción y antioxidantes, etc.

SE.. Usado en motores sometidos a condiciones más severas que la clasificación SD. Se les agrega una gran cantidad de detergentes dispersantes, sustancias antidesgaste y antioxidante, etc.

SF .. Es un aceite de alta calidad que suministra una alta resistencia al desgaste del sistema de válvulas y una mayor durabilidad que la clasificación SE.

SG.. Un aceite de grado superior que tiene una mayor cualidad antioxidante a altas temperaturas y mayor resistencia al desgaste del sistema de válvulas que la clasificación SF.

4) Clasificación de acuerdo al material de la base (mineral, vegetal, químicos sintéticos, semisintéticos)

○Tipo mineral (aceite de motor, aceite de transmisión, aceite para máquinas, etc.)

Producido del petróleo y clasificado desde tipo de bajo costo hasta aceite de motor para carreras. La mayoría de los aceites de motor son de este tipo.

○Tipo vegetal (aceite de castor, etc)

Producido la mayoría de las veces de aceite de castor. Como el aceite vegetal es de lubricación superior, es usado en motores de competencias. Sin embargo, una vez expuesto al aire se oxida rápidamente y por lo tanto, no es bueno para uso general.

○Aceite sintético químico (aceite de silicio, tipo aceite ester, etc.)

Este tipo de aceite mantiene una viscosidad estable a través de un amplio rango de temperaturas desde bajas hasta altas. Es producido en la mayoría de los casos del etileno, que es descompuesto y procesado químicamente para obtener una estructura molecular ideal. En resumen, el aceite sintético químico puede ser suministrado con las propiedades químicas requeridas y mantener alta capacidad lubricante, y resistencia a la oxidación. Por lo tanto, es innecesario adicionar aditivos tales como antioxidantes, agentes incrementadores del índice de viscosidad, etc.

○Aceite semisintético

Este tipo está compuesto por una mezcla de aceites sintéticos químicos, aceites minerales y aceites vegetales, que hace uso de los méritos de estos aceites para obtener mayor estabilidad de las propiedades del aceite.

(2) Grasas

La grasa se produce con la mezcla de aceites minerales con jabones metálicos. Aunque a temperaturas normales está en un estado semisólido, cuando comienza la conducción, el calor de la fricción gradualmente la ablanda para formar una película de aceite en las superficies de fricción, funcionando como un aceite lubricante. Cuando la conducción termina, retorna a su estado semisólido.

Las grasas usadas en los motores a gasolina incluyen los siguientes tipos:

1) Grasas de jabón de calcio (grasa para bastidores, etc)

La grasa de jabón de calcio es usada en las bombas de agua, etc. Su principal característica es su gran resistencia al agua, además es resistente al calor, por lo cual, no se desprende cuando la temperatura del refrigerante se incrementa.

2) Grasas de jabón de litio (grasa para rodamientos, grasa para cauchos, etc.)

La grasa de jabón de litio es usada en los rodamientos de los generadores, etc. Se usa como un aceite mineral de baja viscosidad con resistencia al color y estabilidad mecánica adecuada para máquinas de altas velocidades. Tiene buena resistencia al agua y a las bajas temperaturas y es también llamada grasa multipropósito.

[7]Sistemas de refrigeración

La temperatura del motor se eleva cuando funciona. Particularmente, la cámara de combustión y el cigüeñal están expuestos a altas temperaturas causadas por los gases quemados y por la fricción de las partes moviéndose a altas velocidades. Si la lubricación es insuficiente debido al calor o a la deformación de las partes por la expansión térmica, el motor se recalientará y se pegará.

Aunque la consideración de diseño es dar a las partes los materiales y las formas para que no se vean adversamente afectadas por la expansión térmica, el motor requiere un sistema de refrigeración que disipe el calor efectivamente.

Los sistemas de refrigeración pueden ser clasificados usualmente en sistemas de refrigeración por aire y en sistemas de refrigeración por agua.

1. Sistema de refrigeración por aire

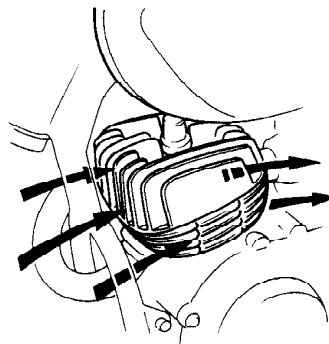
En este sistema el motor es refrigerado por el aire, por lo cual, el sistema tiene una construcción simple.

Hay dos formas de enfriamiento:

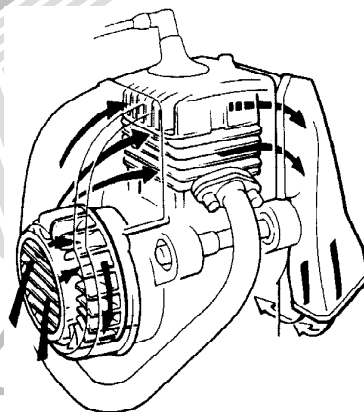
(1) Refrigeración natural por aire

El motor es posicionado para que su exterior quede expuesto al aire tanto como sea posible. Para incrementar el área del motor expuesta al aire, el cilindro y la culata incorporan aletas. Para mejorar la disipación del calor, se tienen en cuenta consideraciones especiales de disipación del calor, consideraciones especiales que dan el tamaño, la forma y la orientación de las aletas.

Este es el sistema de refrigeración más ampliamente usado en las motocicletas.



Tipo de refrigeración por aire natural

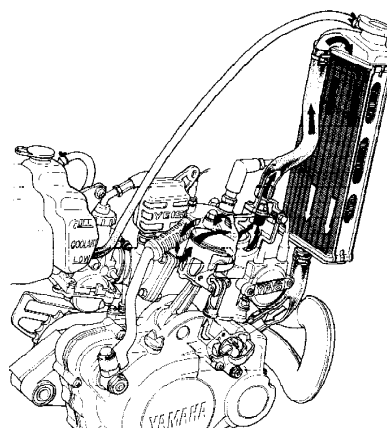


Tipo de refrigeración por aire forzado

(2) Sistema de refrigeración por aire forzado

Cuando el motor se posiciona en el bastidor o no está bien expuesto al aire, se emplea el sistema de refrigeración por aire forzado. Este sistema usa un ventilador que es accionado por el motor, y el aire es impulsado al cilindro y a la culata. Para eficiencia de la refrigeración, se suministra un ducto o barrera para que el aire sea efectivamente dirigido. Además, las aletas del cilindro tienen formas especialmente diseñadas.

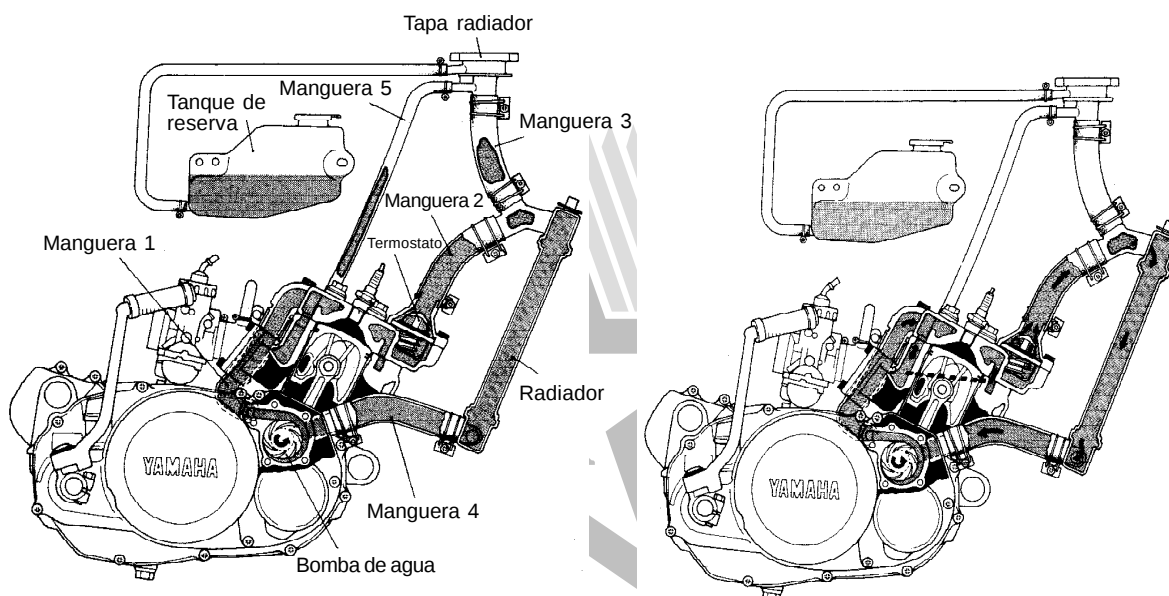
Este sistema de refrigeración se usa en ciclomotores, motocicletas familiares y motocicletas de placer.



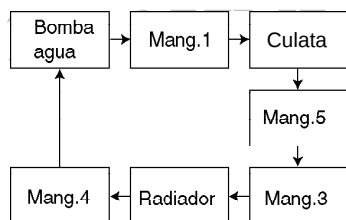
Tipo de refrigeración por agua

2. Sistema de refrigeración por agua

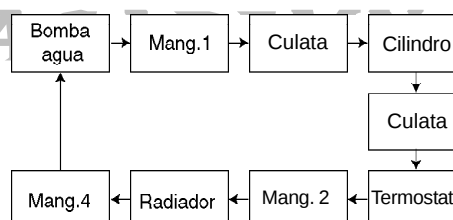
En este sistema, el agua se envía a las camisas (pasajes de agua) en el cilindro y en la culata. Después de la refrigeración, el agua retorna al radiador y es enfriada por el aire, y de nuevo, se envía a las camisas. Esto es, el agua circula alrededor del motor. Hay dos formas diferentes de circulación de agua. Una, es el sistema en el que el agua es forzada a circular por medio de la bomba de agua, y la otra, es el sistema de circulación natural (convección) en el que el agua caliente se mueve hacia arriba. El sistema de circulación forzada usa un termostato, además de la bomba de agua. El termostato se usa para detener el flujo de agua del radiador hasta que el motor esté caliente, y cuando la temperatura del agua se eleva más allá de un nivel específico, se le permite al agua del radiador circular alrededor del motor. La mayoría de los motores refrigerados por agua adoptan este sistema de refrigeración.



“Cuando el termostato está completamente cerrado”



“Cuando el termostato está completamente abierto”



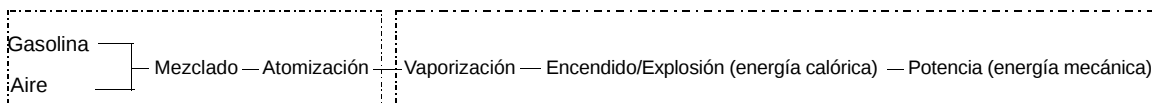
[8] Sistema de combustible

1. Carburador

El carburador se construye para hacer una mezcla de aire y combustible a la relación de mezcla adecuada, y alimentar la mezcla atomizada al motor. En este punto, el aire y el combustible están en una relación estequiométrica (relación aire-combustible) y el volumen suministrado está siempre en el nivel óptimo requerido por el motor (de acuerdo con los cambios en las condiciones de conducción). La mezcla atomizada fluye hacia la cámara de combustión donde se comprime por el movimiento hacia arriba del pistón para que sea vaporizada y fácil de quemar. Por lo tanto, el carburador es una especie de atomizador.

Funciones del carburador

Funciones del motor



[Funciones del carburador]

1) Atomización del combustible

La gasolina se atomiza para que se produzca una mezcla homogénea de aire y de combustible.

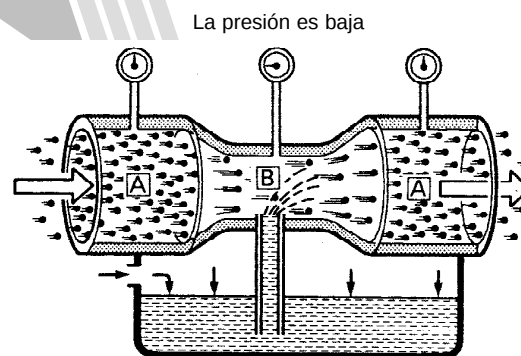
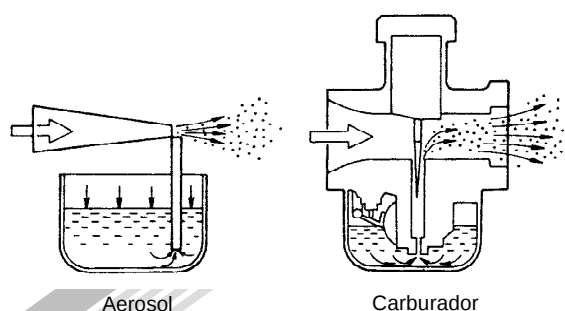
2) Control de la relación de la mezcla

Una mezcla con una potencia adecuada se produce dependiendo de las condiciones de operación del motor.

3) Control de la potencia de motor

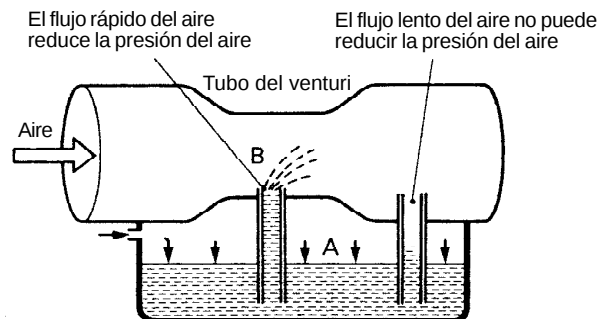
El suministro de la mezcla a la cámara de combustión se regula adecuadamente para controlar la potencia del motor (rpm y torque).

Estas tres funciones son realizadas automáticamente por el trabajo de la válvula de aceleración y por la presión negativa en el sistema de admisión.



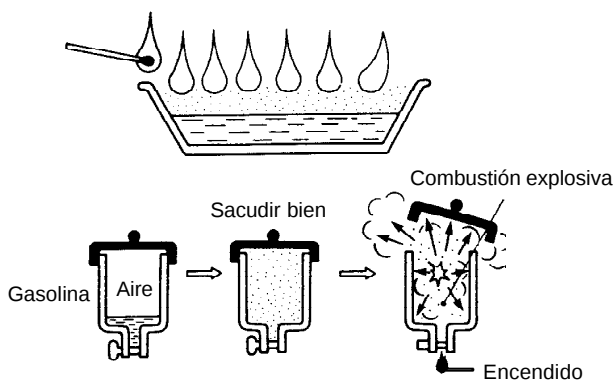
2. Principios de los carburadores

- El carburador utiliza el principio de "atomización". Cuando se sopla aire en un tubo cónico, la velocidad es mayor a la salida del tubo y por lo tanto, la presión a su alrededor es menor. La superficie del agua está bajo la presión atmosférica. Cuando se reduce la presión en la parte superior del sifón, el agua es impulsada hacia arriba y atomizada por el flujo de aire. En el caso del carburador, el aire se impulsa hacia el motor debido a la presión negativa en el tubo de admisión.
- Cuando el aire ha pasado el venturi en la bocina de aire (calibre principal) del carburador, la velocidad del aire se incrementa y la presión del aire se reduce. Debido a esta presión negativa, la gasolina es impulsada hacia la bocina de aire y mezclada con el aire antes de fluir al motor.



3. Combustión y explosión

- Para quemar cualquier sustancia, se requiere de oxígeno. Aún, en el caso de la gasolina, ésta no se puede quemar sin oxígeno. Se combina con el oxígeno, y la gasolina vaporizada se quema debido al calor. Hay tres condiciones para la combustión: la temperatura, el oxígeno (aire) y el combustible. Sin estos tres factores, la combustión no tiene lugar.
- La gasolina se quema rápidamente en el cilindro. Esto se llama explosión. Cuando la gasolina se quema en una forma normal, no ocurre explosión. Para producir "explosión", la gasolina se debe mezclar con aire a una relación específica y debe ser vaporizada para que sea muy combustible. Además, la gasolina vaporizada debe ser comprimida, para que cuando se encienda, la velocidad de la combustión sea alta y así, la presión de la combustión sea extremadamente alta.



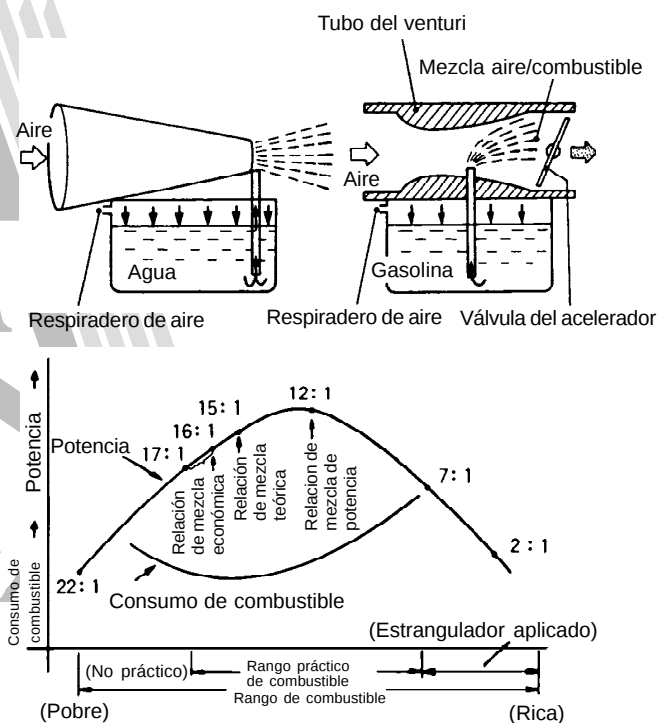
4. Relación de mezcla

(1) Relación de mezcla

La relación de mezcla de aire y combustible se llama "relación aire-combustible". Esta es una relación de mezcla por peso. La relación 15 : 1 de aire-combustible, significa que hay 15 g de peso de aire y 1g de peso de gasolina.

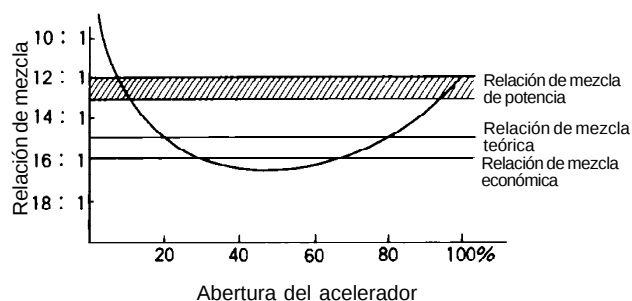
$$\text{Relación de mezcla} = \frac{\text{Flujo de aire de admisión (g)}}{\text{Consumo de combustible (g)}}$$

Para permitir que la gasolina se queme rápidamente, debe ser mezclada con el aire en una relación específica. Si hay mucha gasolina o aire, la gasolina no se quemará rápidamente. El rango de relación de mezcla a la que la gasolina es combustible se llama "rango de combustible" y al límite se le llama "límite de combustible". En la actualidad, la mezcla aire-combustible se comprime en la cámara de combustión y se enciende para quemarse. Para quemar la mezcla bajo estas condiciones, el rango de combustible de la relación aire-combustible debe ser estrecho. Este rango se llama "rango práctico de combustible" de relaciones de mezcla a los que los carburadores producen las mezclas actualmente.



(2) Relación de la mezcla teórica

Relación de mezcla químicamente correcta (relación de mezcla estequiométrica). Cuando la gasolina se quema completamente, se cambia a bióxido de carbono (CO_2) y a agua (H_2O). Para quemar la gasolina completamente, la relación de aire-gasolina debe ser 15 : 1 teóricamente. Esto es, si hay 15 g de aire debe haber 1g de gasolina. Esta relación de 15 : 1 de aire-gasolina se llama "relación de mezcla estequiométrica". Desde el punto de vista de los gases de escape, la relación de mezcla debe ser siempre de 15 : 1, pero en la operación actual, se usa una variación de las relaciones de mezcla dependiendo de las condiciones de operación del motor.



(3) Relaciones de la mezcla de potencia

Ensayos variando la relación de mezcla revelaron que cuando la relación de mezcla era de 12:1 a 13:1, se podía producir máxima potencia en el motor, independiente de la velocidad del motor. Estas relaciones de mezcla se llaman "relaciones de mezcla de potencia".

(4) Relación de mezcla económica

Cuando la relación de mezcla es de aproximadamente 16:1, el consumo de combustible es mínimo. Esta relación se llama "relación de mezcla económica". Los ajustes de los carburadores se determinan con base a los fundamentos anteriores.

(5) Relaciones de la mezcla en operación actual

- Arranque (motor frío) 2 ~ 3 : 1 (Estrangulador aplicado)
- Arranque (motor tibio) 7 ~ 8 : 1
- Operación en ralentí 8 ~ 10 : 1
- Operación a baja velocidad 10 ~ 12 : 1
- Operación a media velocidad 15 ~ 17 : 1
- Operación a alta velocidad, carga pesada 12 ~ 13 : 1
- 12 ~ 13 : 1.. Esta es la relación a la que se produce la máxima potencia.
- 15 : 1 Esta es la relación de mezcla teórica, a la cual, se quema completamente la gasolina.
- 16 ~ 17 : 1.. Esta es la relación de mezcla económica, a la cual, el consumo de combustible es mínimo.

Como se discutió arriba, la relación de la mezcla y la relación del flujo de la mezcla son automáticamente controladas por la válvula de aceleración del carburador y por la presión negativa en el sistema de admisión, para que la mezcla pueda ser suministrada a la relación de mezcla óptima.

5. Tipos de carburadores

(1) Clasificación por tipo de válvula de aceleración y por el tipo de venturi

① Válvula de aceleración de pistón y venturi variable

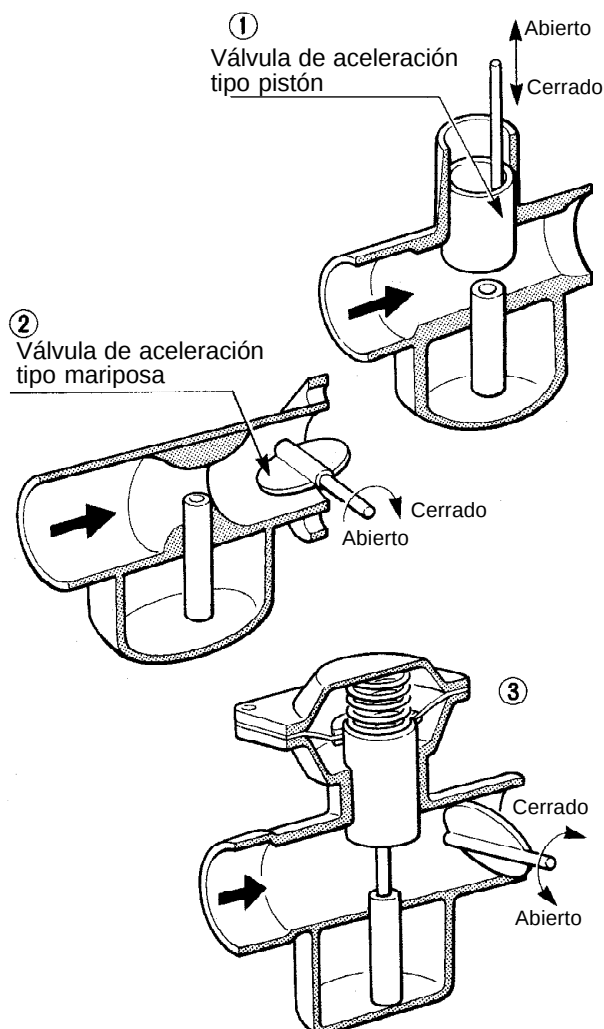
Una válvula de aceleración de pistón está localizada en el venturi y es operada directamente por el cable del acelerador, de este modo se puede variar el diámetro del venturi para regular el flujo de la mezcla en el carburador (Venturi de fuerza variable).

② Válvula de aceleración de mariposa y venturi invariable

Una válvula de aceleración de mariposa es colocada al lado del motor del venturi invariable, y se abre y se cierra directamente con el cable del acelerador, para regular el flujo de la mezcla.

③ Válvula de aceleración de mariposa y venturi variable

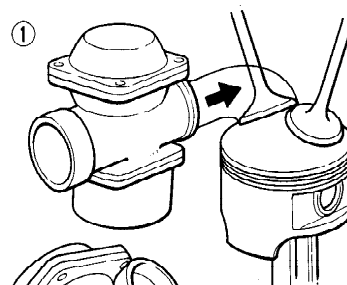
Este tipo de carburador tiene una válvula de aceleración de mariposa y una válvula de pistón en el venturi. El pistón se mueve automáticamente hacia arriba y hacia abajo por las variaciones de la presión negativa. Esto es, el flujo de la mezcla se regula por la válvula de pistón y de mariposa (venturi variable automático).



(2) Clasificación por el tipo de aspiración

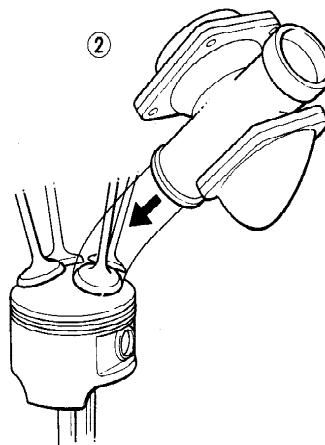
① Tipo de aspiración horizontal o tipo lateral

Este tipo es principalmente usado para motocicletas. El pasaje por el cual fluye la mezcla es horizontal.



② Tipo aspiración inferior

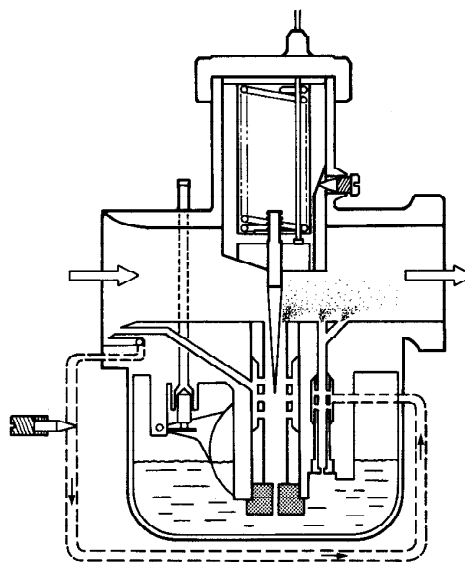
Este tipo es usado en su mayor parte para automóviles. El pasaje, por el cual fluye la mezcla es vertical y por consiguiente, la mezcla fluye por la parte inferior.



(3) Clasificación por la estructura del carburador

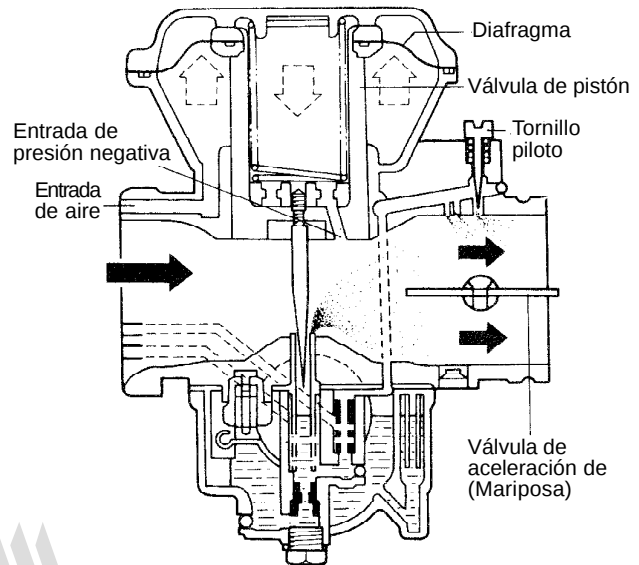
1) Carburador VM

- Cuando el acelerador es operado, la válvula del acelerador (tipo pistón) se acciona y se consigue variar la zona del venturi y regular el nivel de succión. El tazón (cuba) del carburador se encuentra inmediatamente por debajo de la válvula del acelerador y el circuito de alimentación del combustible se divide en dos: el circuito piloto (circuito lento) y el circuito principal.
- Este tipo es el más empleado en las motocicletas, principalmente en motores de dos tiempos, aunque también, en algunos de cuatro tiempos.



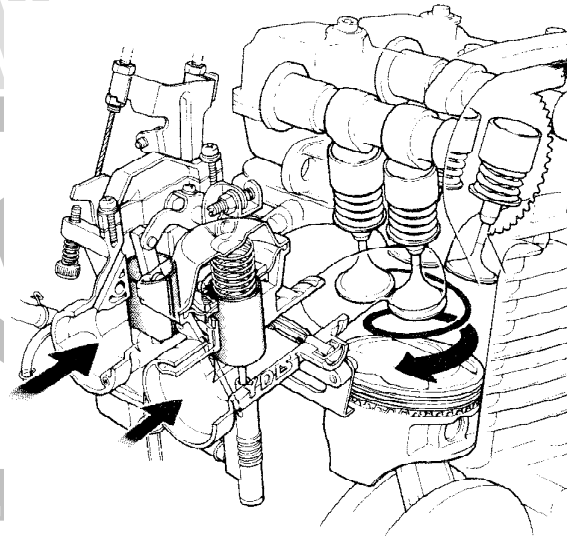
2) Carburador SU (Carburador CV)

- Cuando el acelerador es accionado, se abre y se cierra la válvula de aceleración de mariposa; y la válvula de pistón, en el centro de la bocina de aire, se abre y se cierra automáticamente por la presión negativa en el sistema de admisión. Así, se varía el diámetro del venturi para que se pueda mantener una velocidad constante del flujo de la mezcla. Este carburador usa un venturi variable automático.
- Excepto por el sistema de la válvula de aceleración, el tipo SU, tiene la misma construcción que el tipo VM.
- El carburador SU se emplea en motores de 4-Tiempos y asegura un funcionamiento suave del motor con mejor economía de combustible.



3) Carburador Y. D. I. S.

- El carburador Y.D.I.S. (Sistema de Admisión Doble Yamaha), combina dos carburadores, tipos VM y SU, pero estos carburadores actúan como uno solo. A velocidades medias y bajas, opera el carburador VM sobre el lado primario con una respuesta brusca al acelerador. A altas velocidades, comienza a operar el carburador SU, sobre el lado secundario, para mantener el rendimiento a altas velocidades. Este carburador es usado principalmente en motores grandes de 4-Tiempos (motores del tipo de lumbreras dobles). El carburador ajusta todo el rango de bajas a altas velocidades y así, se hace posible una aceleración suave.



6. Construcción y Operación del carburador VM

El carburador es fabricado de muchas partes pequeñas, y controla la relación de la mezcla y la cantidad de suministro desde el encendido, hasta las bajas velocidades, las medias velocidades y los viajes a altas velocidades; separando las partes que lo componen en varios sistemas.

- La construcción del carburador está dividida aproximadamente en los siguientes sistemas:

a) Sistema de la cámara de mezclado

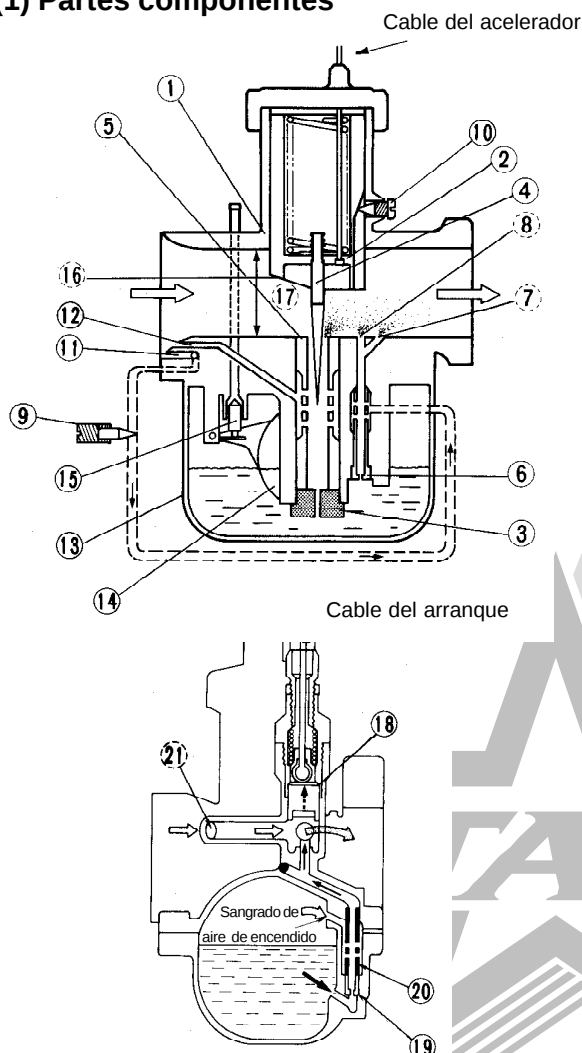
La parte principal del carburador está compuesta de partes individuales para el sistema de aire y de combustible. Estas partes miden el aire y el combustible y luego los mezclan en la proporción correcta requerida por el motor.

b) Sistema de la cámara del flotador

El sistema del flotador siempre mantiene el nivel constante del combustible y asegura su flujo continuo.

c) Sistema de arranque (arrancador, estrangulador)

Este sistema de arranque es independiente del sistema principal y produce una mezcla rica de aire-combustible para facilitar el encendido del motor en frío.

(1) Partes componentes**a. Sistema de la cámara de mezclado**

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥
- ⑦
- ⑧
- ⑨
- ⑩
- ⑪
- ⑫
- ⑬
- ⑭
- ⑮
- ⑯
- ⑰

b. Sistema de la cámara del flotador

- ⑬
- ⑭
- ⑮

c. Sistema de arranque (estrangulador)

- ⑱
- ⑲
- ⑳
- ㉑

(2) Operación del sistema de la cámara de mezclado

La cámara de mezclado está compuesta por un sistema de aire y un sistema de combustible y cada uno está compuesto de un sistema piloto (velocidad baja) y de un sistema principal. La cámara tiene partes diferentes que operan dependiendo del estado de operación del motor, particularmente de la abertura del acelerador.

○ **Abertura de la válvula del acelerador de 0 - 1/8 (ralentí)**

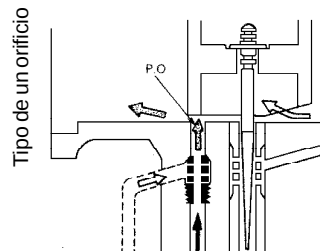
Desde el ralentí a bajas velocidades, la abertura de la válvula del acelerador es pequeña y la velocidad del flujo del aire del venturi es baja. Por lo tanto, el combustible no es descargado desde el surtidor de la aguja.

• En este momento, el combustible es medido por el surtidor piloto, el aire pasa a través del surtidor piloto de aire (orificio piloto de aire) y es medido por el tornillo de aire. Estos, son mezclados en la sección del orificio de sangrado, y descargados a través de la salida piloto, y mezclados con una pequeña cantidad de aire que fluye a través del calibre principal, para luego alimentar el motor.

[Tipo de un sólo orificio]

Este sistema solo tiene una salida piloto como orificio de descarga del combustible (mezcla aire-combustible). Es llamado tipo de un sólo orificio.

0-1/8



[Tipo de dos orificios]

Ya que el combustible de la salida piloto es insuficiente (pobre) cuando se cambia del ralenti a bajas velocidades, y si el diámetro principal del carburador es largo (usado en un motor de carrera larga), el combustible es también descargado a través de la lumbrera de derivación como complementación. Este sistema es llamado tipo de dos orificios.

○ Abertura de la válvula de aceleración: 1/8 - 1/4 (operación a baja velocidad)

- A esta abertura, ambos sistemas funcionan, el piloto y el principal. El combustible del sistema piloto es descargado por los orificios de salida piloto y por la lumbrera de derivación, además del combustible del sistema principal. El combustible del sistema principal es regulado por el espacio entre el surtidor de la aguja y la aguja del surtidor.
- Parte del aire es medido en el surtidor de aire principal (orificio de aire principal) y es mezclado con el combustible a través del orificio de sangrado en el surtidor de la aguja, y se realiza la atomización del combustible.
- El aire del sistema principal es regulado por el corte de la válvula de aceleración, y la cantidad de combustible es controlada por el ajuste de la presión negativa aplicada en el surtidor de la aguja.

○ Abertura de la válvula de aceleración: 1/4 - 3/4 (operación de media a alta velocidad)

- A esta abertura, el corte de la válvula de aceleración no tiene mucha influencia.
- El combustible es descargado a través del surtidor principal después de ser regulado por el espacio entre el surtidor de la aguja y la aguja del surtidor.
- Parte del aire es mezclado con el combustible a través del orificio de sangrado del surtidor de la aguja y por el surtidor de aire principal para realizar la atomización del combustible.

○ Abertura de la válvula de aceleración: 3/4 - total (operación a plena carga y a alta velocidad)

- A esta abertura, se requiere el rendimiento máximo del motor, y el surtidor de la aguja y la aguja no tienen casi influencia.
- El combustible medido por el surtidor principal es descargado directamente.
- El aire del surtidor de aire principal es mezclado con el combustible a través del orificio de sangrado del surtidor de la aguja para realizar la atomización y también para ajustar la mezcla aire-combustible, para evitar una densidad excesiva en la operación a plena carga y a alta velocidad.

[Método de sangrado y método primario]

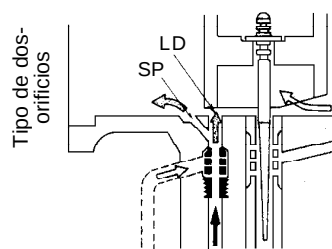
Los siguientes dos métodos son usados para alimentar el aire del surtidor de aire al surtidor de la aguja y realizar la atomización del combustible:

○ Método de sangrado

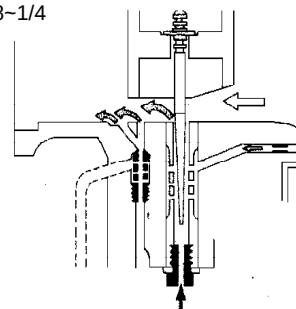
Un orificio de sangrado es realizado en la parte media del surtidor de la aguja. El efecto de sangrado es más grande en la operación de medias a altas velocidades.

○ Método primario

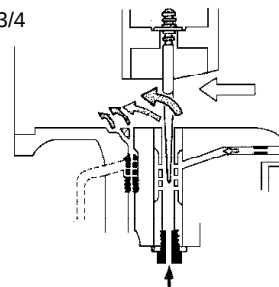
El surtidor de aguja tiene un orificio en el extremo. El aire del surtidor de aire es mezclado con el combustible que ha sido regulado por el surtidor de la aguja y la aguja. Además, el estrangulador primario previene el derrame de combustible por contraflujo. El efecto es más grande en la operación a bajas velocidades.



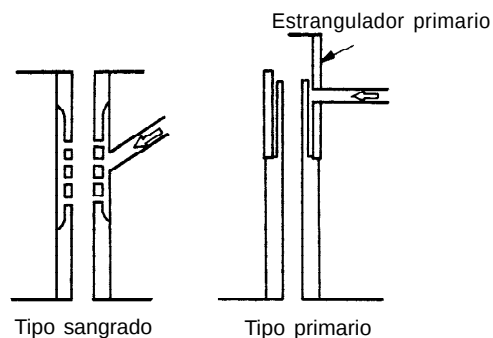
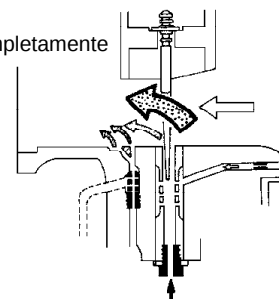
1/8~1/4



1/4~3/4



3/4~ Completamente abierto



Tipo sangrado

Tipo primario

(3) Operación del sistema de la cámara del flotador

Este sistema está compuesto de un flotador, un tazón (cuba) y una válvula. Está diseñado para mantener un nivel estable en todas las condiciones de funcionamiento.

- El combustible es controlado por el flotador y la válvula. Cuando el flotador se hunde, el combustible pasa a la cámara del flotador. Cuando se acumula cierta cantidad de combustible en la cámara, el flotador sube y presiona la aguja en el asiento de la válvula y bloquea el paso del combustible.
- La aguja de la válvula incluye un resorte para absorber las vibraciones y evitar el sobreflujo.

[Tipo flotador]

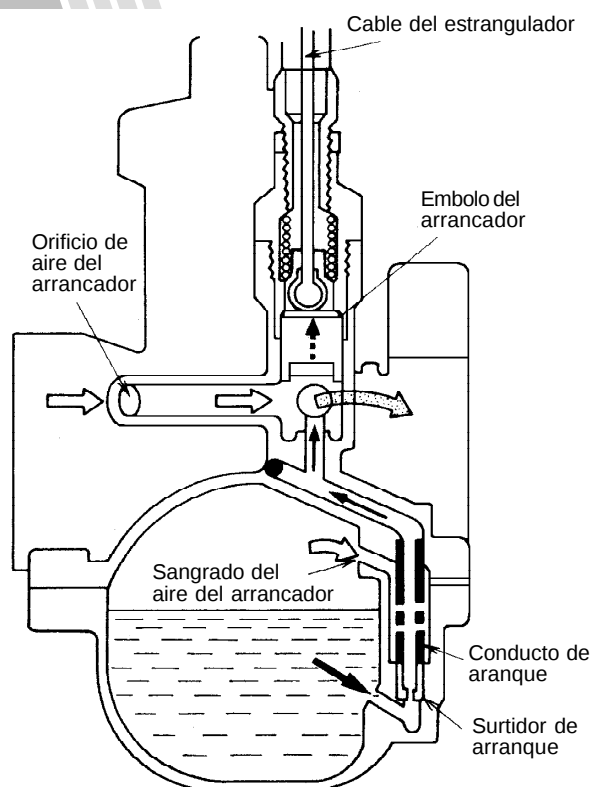
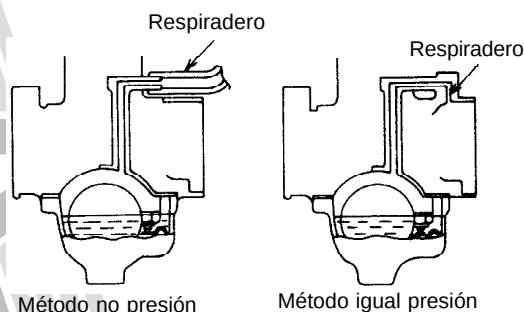
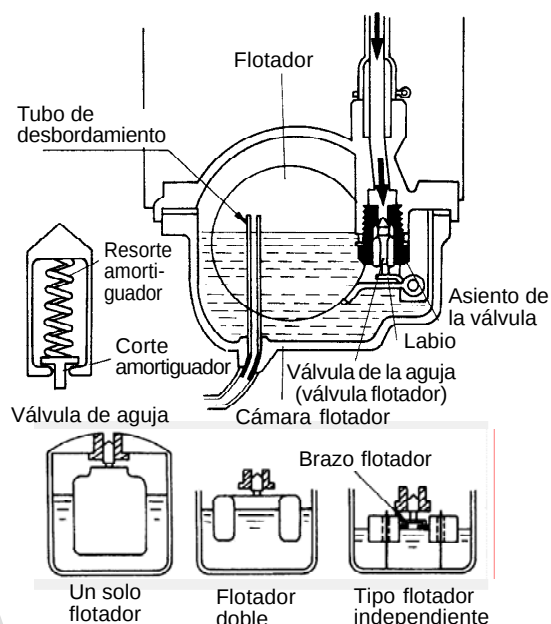
Para estos tipos, se usa un solo flotador, un flotador doble (gemelos), y un flotador independiente. Se usan flotadores redondos y cuadrados; y están hechos de latón y de resina sintética. En el tipo independiente, el flotador y el brazo del flotador están separados.

[Método del respiradero de aire]

El respiradero de aire es usado para aplicar presión atmosférica a la superficie del combustible en la cámara del flotador y lograr un flujo suave. Para esta operación se proveen dos métodos; un método de "no presión", que aplica la misma presión que la presión atmosférica, sobre la superficie del combustible y un método de "igual presión", que aplica la misma presión que el aire, a través del filtro del aire, sobre la superficie del combustible. Estos métodos son usados separadamente, dependiendo de las características del motor.

(4) Operación del sistema de arranque (estrangulador)

- Cuando la temperatura del aire o del motor es fría, el arranque se dificulta, debido a que la relación de la mezcla aire-combustible es menor. Un mecanismo estrangulador es suministrado para aumentar la relación de mezcla aire-combustible y mejorar la relación de la carburación.
- Un estrangulador es generalmente un tipo de obturador de aire que reduce el flujo del aire. Sin embargo, este tipo de arranque incluye un mecanismo dedicado al arranque.
- Cuando el motor es arrancado tirando del émbolo del arrancador con un cable o con una leva, el aire fluye dentro de la cámara del émbolo a través del orificio de aire del arrancador, para activar la fuerza de succión.
- El combustible es medido en el surtidor del arrancador, mezclado con aire y atomizado en el conducto del arrancador (tubo de emulsión), alimentado dentro de la cámara del émbolo del arrancador, mezclado con el aire del orificio de aire del arrancador, para convertirse en una mezcla de aire-combustible adecuada para el arranque, y alimentar el motor a través del orificio de inyección.
- Ya que el tipo de arrancador puede hacer uso de la presión negativa del orificio principal de admisión, la válvula de aceleración debe permanecer cerrada en el momento de activar el sistema del arrancador.
- El tipo arrancador tiene la ventaja de que el aire y el combustible son medidos y se puede obtener cierta relación de mezcla aire-combustible.

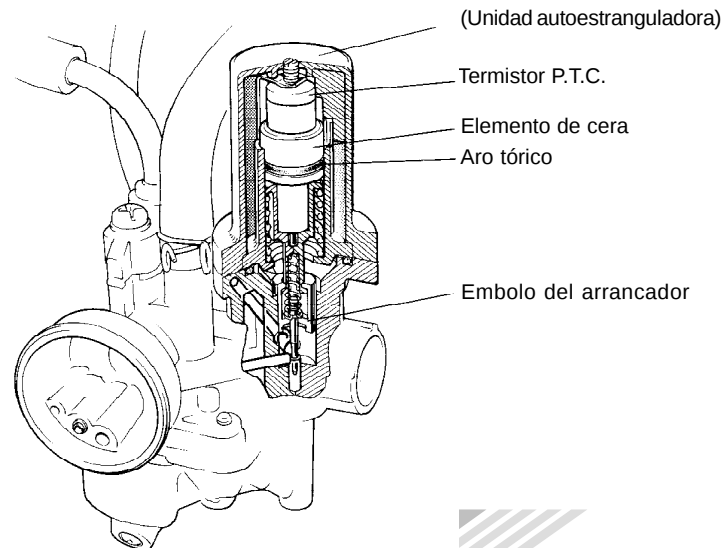


1) Estrangulador eléctrico automático

Es un carburador con un reciente diseño de estrangulador eléctrico automático, que permite un arranque fácil y seguro, un suministro estable de combustible y un excelente funcionamiento del arranque.

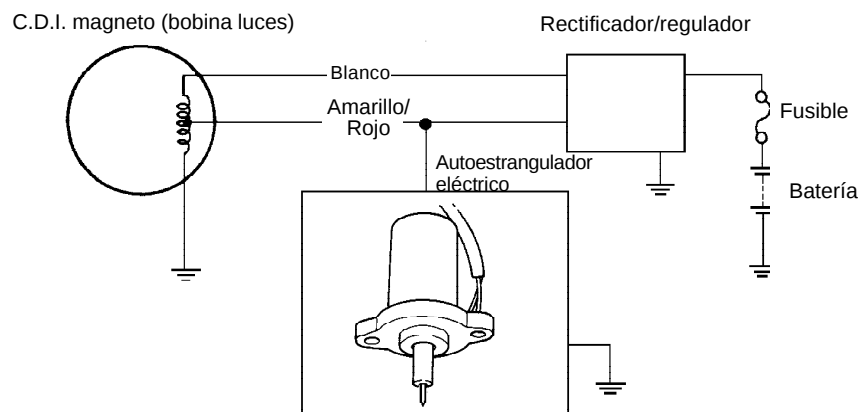
a) Partes Componentes

El estrangulador eléctrico automático está hecho de un termistor P.T.C. , un elemento de cera, y un émbolo de arranque.



b) Funcionamiento de los componentes

- Termistor P.T.C.
Cuando la corriente fluye a través de él, genera calor. Cuando la temperatura alcanza el valor preestablecido, la unidad mantiene la temperatura constante.
- Elemento de cera
Cambia su volumen con los cambios de temperatura generados por el termistor P.T.C. y activa el émbolo del arrancador.
- Émbolo del arrancador
Abre y cierra el conducto del arrancador, dependiendo de los cambios de volumen del elemento de cera.
- Circuito
La potencia es suministrada por la bobina de luces del magneto del C.D.I.



7. Construcción y operación del carburador SU

(1) Características del carburador SU

El carburador SU es del tipo de venturi variable, que cambia automáticamente la sección cruzada del venturi. Esto se consigue usando la diferencia entre la presión negativa de admisión del motor y la presión atmosférica, logrando que la válvula de pistón suba. El carburador tiene las siguientes características:

- 1) Se logra una operación muy suave, ya que el carburador usa la presión negativa de la admisión del motor para mover la válvula de pistón.
- 2) Ya que la válvula de pistón usa un diafragma para su funcionamiento, el desgaste de las partes en movimiento es menor porque el diafragma absorbe las vibraciones.
- 3) Tiene una excelente economía de combustible, debido al uso de la presión negativa de la admisión para hacer funcionar el venturi variable.
- 4) Provee un ralentí estable y una buena operación a bajas velocidades, debido a que incorpora un circuito de velocidad lento.

(2) Estructura

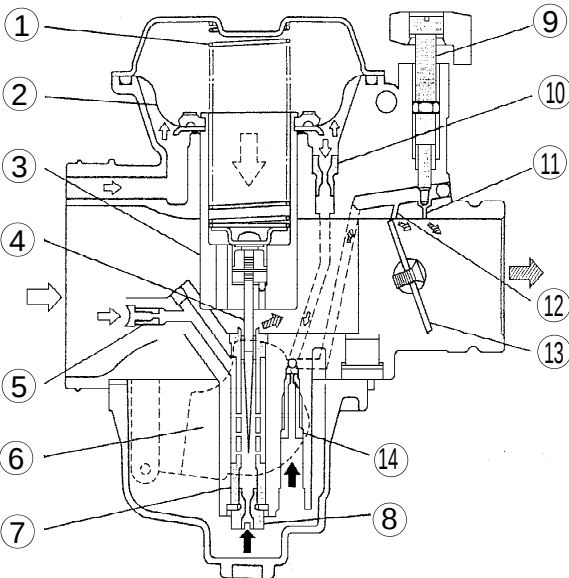
En comparación con un carburador VM, el carburador SU tiene varios puntos diferentes. Por su estructura, combina una válvula de pistón y un diafragma que cambia automáticamente dependiendo de la presión negativa de la admisión del motor, que es provista en la sección del venturi de la cámara de mezclado; y una válvula de aceleración tipo mariposa ubicada al lado del motor que controla la presión negativa de la admisión del motor.

1) Partes componentes

Está compuesto de muchas partes pequeñas, y controla la relación de la mezcla y la cantidad suministrada, desde el arranque a bajas, medias y altas velocidades, y separadas en varios sistemas.

La construcción del carburador está dividida aproximadamente en los siguientes sistemas:

- **Sistema de la cámara de mezclado**
La unidad principal del carburador consta de partes individuales para el sistema de aire y de combustible. Estas partes miden el aire y el combustible y después los mezclan para producir la mezcla correcta que el motor necesita.
- **Sistema de la cámara del flotador**
Este sistema mantiene un nivel constante para suministrar un flujo continuo de combustible.
- **Sistema de arranque (estrangulador)**
Este sistema es independiente del sistema principal y suministra una mezcla de aire-combustible rica, necesaria para el arranque del motor en frío.



← Aire
← Gasolina
← Mezcla Aire/combustible

1	Resorte	8	Surtidor principal(MJ)
2	Diafragma	9	Tornillo piloto (PS)
3	Valvula de piston	0	Surtidor de aire piloto (PAJ)
4	Aguja surtidor (JN)	A	Salida piloto (PO)
5	Conducto aire principal (MAJ)	B	Lumbrera de derivacion (BP)
6	Flotador	C	Valvula acelerador
7	Surtidor de aguja(NJ)	D	Surtidor piloto (PJ)

(3) Operación de cada sistema

1) Sistema de la cámara de mezclado

La cámara de mezclado consta de un sistema de aire y uno de combustible, y cada uno consta de un sistema piloto (Velocidad baja) y un sistema principal. La cámara tiene partes diferentes que operan dependiendo del estado de operación del motor, principalmente de la apertura de la válvula de aceleración.

○ Sistema de aire

La presión negativa de la admisión del motor es controlada por la abertura de la válvula de aceleración y el aire que pasa a través del filtro del aire. Esto incrementa la velocidad del flujo en la sección del venturi y es alimentado al motor.

La velocidad del flujo en el venturi varía con la velocidad del motor y la abertura del acelerador; y la variación de la velocidad cambia la presión negativa aplicada a la cámara del diafragma para activar la válvula de pistón.

Cuando la velocidad del flujo es baja, la relación del flujo es también baja y la válvula de pistón está en su posición más baja. Cuando la velocidad del flujo sube, la presión negativa aplicada al diafragma también sube y la válvula de pistón sube y el área de la sección del venturi se incrementa, aumentando la relación del flujo.

El surtidor de aire mezcla el combustible con el aire y atomiza la mezcla antes de ser descargada.

○ Sistema de combustible

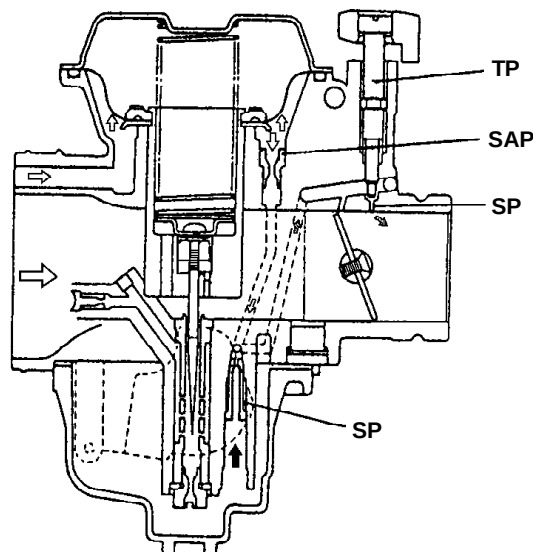
- En el sistema piloto (velocidad baja), el combustible es medido por surtidor piloto, mezclado con aire en el surtidor de aire piloto, ajustado por el tornillo piloto y enviado al motor a través de la salida piloto y de la lumbrera de derivación.
- En el sistema principal, el combustible es medido por el surtidor principal, mezclado con aire en el surtidor de aire principal, medido de nuevo y descargado por el surtidor de la aguja y la aguja con la operación de la válvula de pistón, mezclado con el aire en el sistema principal y alimentado al motor.

2) Operación en cada etapa

○ Sistema de baja (etapa de ralentí y baja velocidad)

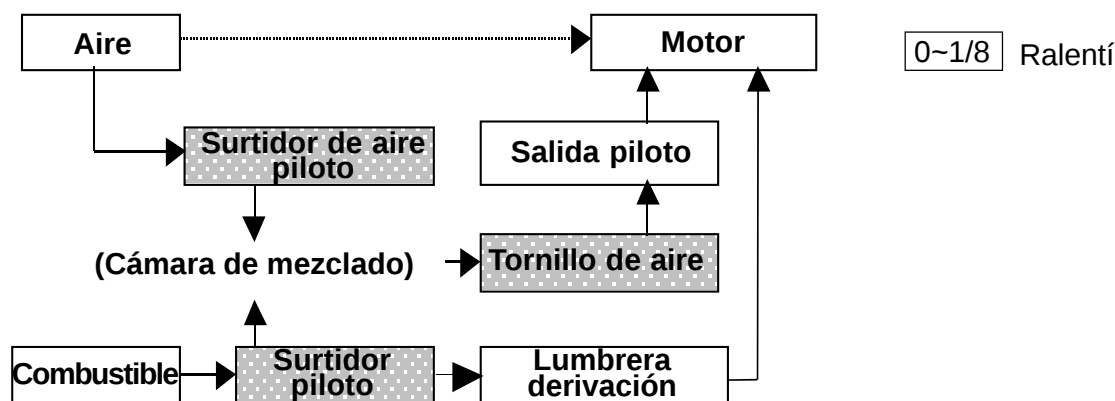
El combustible en el sistema lento pasa a través del surtidor principal y es medido en el orificio de sangrado del surtidor piloto.

- [En ralentí] La válvula de aceleración está casi completamente cerrada y la mezcla de aire-combustible es medida en el tornillo piloto y enviada al motor a través de la salida piloto.



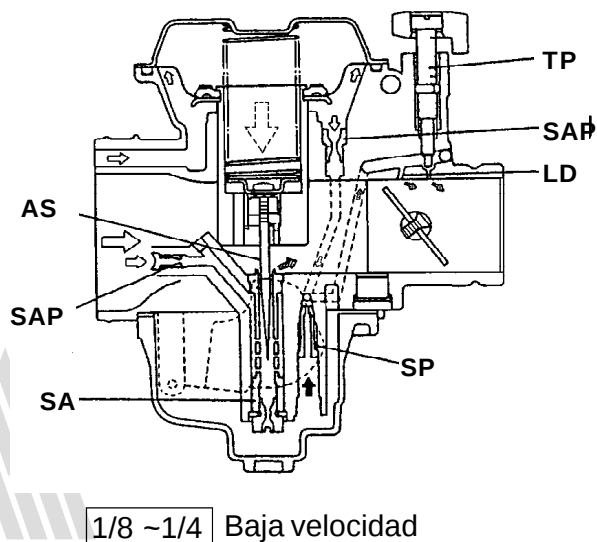
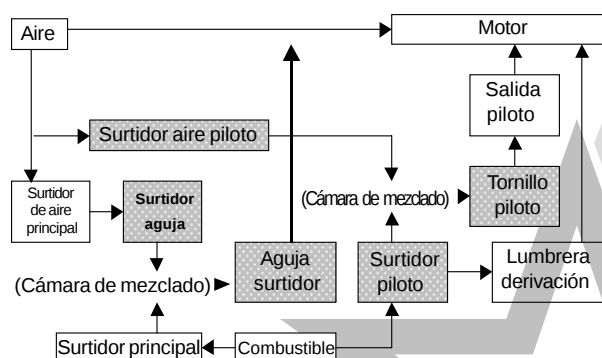
• En ralentí

<0~1/8> Apertura acelerador

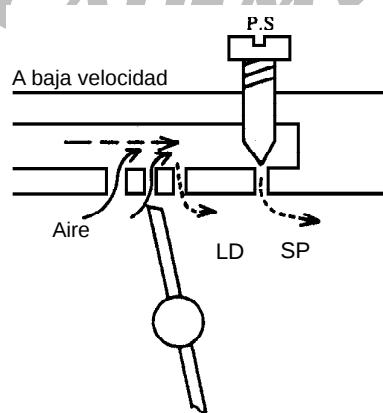
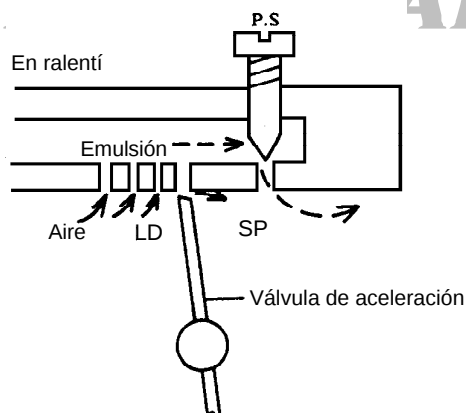


- [A baja velocidad] La válvula de aceleración comienza a abrirse, y abre gradualmente la lumbrera de derivación, incrementa los orificios de descarga para la mezcla de aire-combustible desde la salida piloto y parte de la lumbrera de derivación, hasta todas las lumbreras de derivación; y controla estrictamente desde el ralentí hasta bajas velocidades, para una operación suave.

- **Control a baja velocidad**

 $\langle 1/8 - 1/4 \rangle$ 

* La lumbrera de derivación tiene el papel no solamente de suministrar la mezcla aire-combustible para el sistema de bajas velocidades, sino también el de suministrar aire. La entrada de aire de la lumbrera de derivación es controlada por la posición de la válvula de aceleración. Justo cuando la válvula de aceleración comienza a abrir, se inicia la operación desde la entrada de aire, hasta la entrada de la mezcla aire-combustible, para obtener la mezcla correcta. El diámetro interior, la posición y el número de lumbreras de derivación son ajustados después de repetidas pruebas. El ajuste del sistema lento puede realizarse cambiando el diámetro interior del surtidor piloto y del surtidor de aire piloto. Sin embargo, el ajuste se realiza normalmente en el tornillo piloto, ajustando la densidad de CO de los gases de escape en el ralenti.



○ Sistema principal (Rango de medias y altas velocidades)

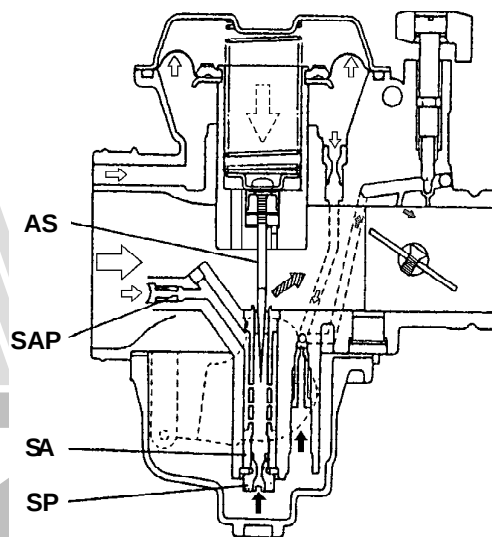
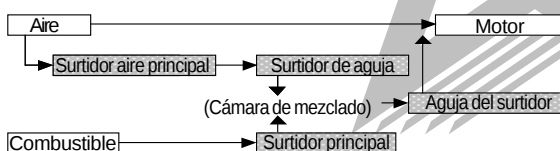
El combustible en el sistema principal es medido por el surtidor principal y controlado y alimentado por la diferencia del diámetro interior entre la aguja del surtidor, montada en la válvula de pistón y que es operada por la presión negativa de la admisión del motor, y el surtidor de la aguja, montado en el cuerpo de la cámara de mezclado.

El aire es alimentado después de que la cantidad es controlada por el cambio automático del área de la sección del venturi por la válvula de pistón, que usa la presión negativa de la admisión del motor. También, parte del aire es medido en el surtidor de aire principal y alimentado al orificio de sangrado del surtidor de la aguja, para agitar el combustible del surtidor principal y realizar la atomización.

- [Velocidad media] La válvula de aceleración se abre nuevamente y la presión negativa de la admisión del motor se hace grande y sube la válvula de pistón, como resultado se aumenta la cantidad de aire admitido y se controla la diferencia del diámetro interior entre el surtidor de la aguja y la aguja del surtidor. El combustible es medido por el surtidor principal, mezclado con el aire del surtidor de aire principal, controlado por la diferencia de diámetros entre el surtidor de la aguja y la aguja, descargado por el surtidor de la aguja y mezclado con el aire del sistema principal y alimentado al motor.
- El control a velocidad media es realizado por el cambio de la posición del clip de la aguja, que varía la diferencia de diámetros entre el surtidor de la aguja y la aguja, con la misma posición del pistón.

• A velocidad media

<1/4~3/4>



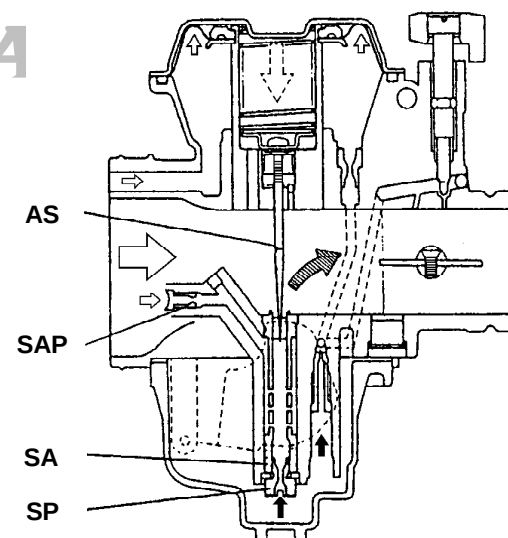
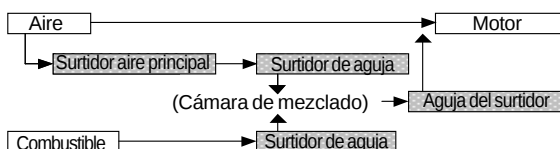
1/4~3/4
Velocidad media/alta

- [Velocidad alta] Cuando la válvula de aceleración se abre nuevamente y está casi completamente abierta, la presión negativa de la admisión del motor es máxima y la válvula de pistón sube nuevamente para aumentar el área de la sección del venturi al máximo y alimentar una gran cantidad de aire. En este momento, la diferencia de diámetros entre el surtidor de la aguja y la aguja es máxima y el combustible que ha sido medido por el surtidor principal y agitado por el surtidor de aire principal, es descargado a través del surtidor de la aguja y mezclado con el aire del sistema principal y luego alimentado.

El control a velocidad alta es realizado por el surtidor principal.

• A alta velocidad

<3/4~Total>



3/4~Total
Velocidad alta, carga alta

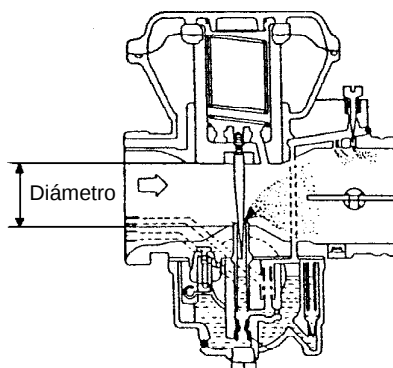
(Conocimiento fundamental)

1. Nombre de las partes y funciones**1) Diámetro de orificio**

Orificio del venturi

El diámetro del carburador se mide en mm.

Ejemplo: BS26

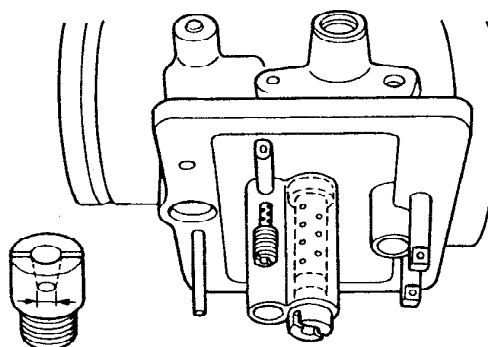
**2) Surtidor principal (SP)**

Controla la relación del flujo en el sistema principal en medias y altas velocidades.

Número SP: Relación del flujo del combustible.

Ejemplo: No 122.5

- Número grande: Relación del flujo del combustible grande.
- Número pequeño: Relación del flujo del combustible pequeña.

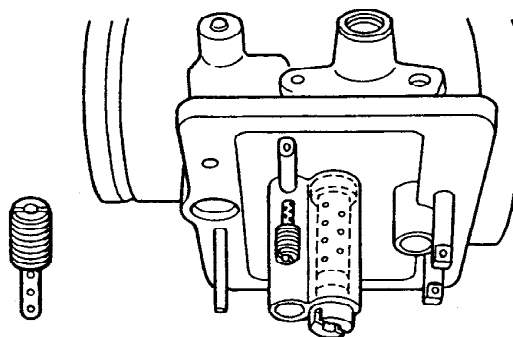
**3) Surtidor piloto (SP)**

Controla la relación del flujo del combustible en el sistema piloto en bajas y medias velocidades.

Número SP: Relación del flujo del combustible.

Ejemplo No 35

- Número grande: Relación del flujo del combustible grande.
- Número pequeño: Relación de flujo del combustible pequeña.

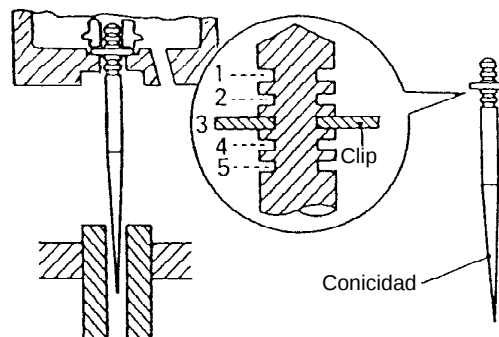
**4) Aguja del surtidor (AS)**

Controla la cantidad de mezcla de aire-combustible descargada por la sección cónica de la aguja.

Ejemplo: 4C11-3

Posición del clip en la tercera ranura

Tipo de conicidad



(Conocimiento fundamental)

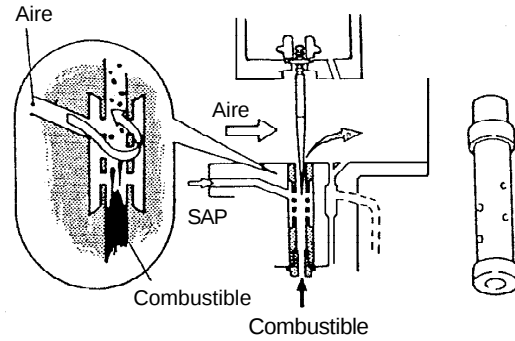
5) Surtidor de la aguja (SA)

Controla la cantidad de mezcla de aire-combustible descargada por el espacio entre el surtidor de la aguja y la aguja del surtidor.

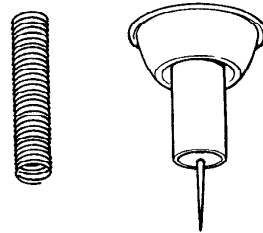
- Atomización de la gasolina

Ejemplo: 0-2

Indica el diámetro interior

**6) Diafragma y resorte**

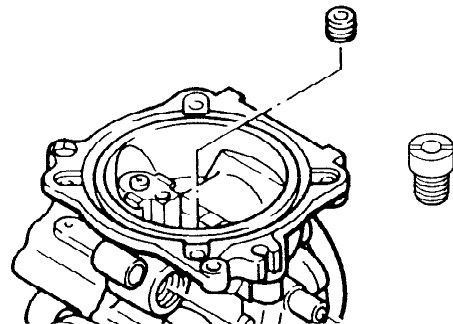
- Son activados por la diferencia entre la presión atmosférica y la presión negativa de la admisión, para controlar la cantidad de aire que entra.
- La aguja del surtidor está montada en el centro de la válvula de pistón.

**7) Surtidor de aire piloto (SAP)**

Controla la relación del flujo del aire en el sistema piloto, en el ralentí y en bajas velocidades.

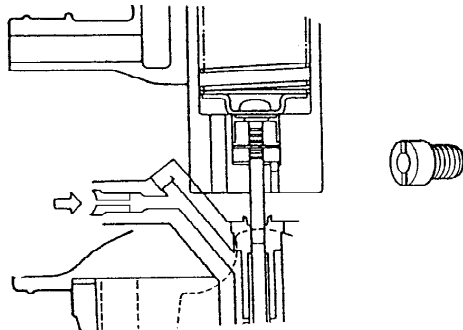
La cantidad de aire es ajustada en el surtidor piloto de aire.

Ejemplo: No 127.5

**8) Surtidor de aire principal (SAP)**

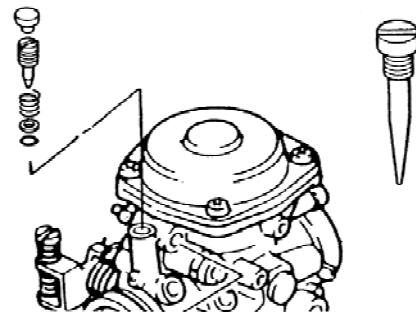
- Controla la cantidad del aire en el sistema principal de mezcla de aire-combustible, en medias y altas velocidades.
- Controla la cantidad del aire que se envía al surtidor de la aguja, facilitando la mezcla con la gasolina succionada a través del surtidor principal.

Ejemplo: No 70

**9) Tornillo piloto (TP)**

Controla la cantidad de mezcla aire-combustible descargada a través de la salida piloto.

Ejemplo: 3.0 (vueltas hacia afuera)



8. Inspección del carburador

Ya que la cantidad de mezcla producida por el carburador tiene una influencia directa en el rendimiento del motor, es importante realizar un ajuste adecuado.

Los problemas del carburador se deben en su mayoría a obstrucciones por suciedad, y sincronizaciones inadecuadas, especialmente en el sistema de carburadores múltiples. Otras causas son el desgaste de las partes, los errores de montaje y los ajustes incorrectos. En este caso, la relación de la mezcla es incorrecta, principalmente porque la mezcla de aire-combustible o es muy rica o es muy pobre, ocasionando un mal funcionamiento del motor.

(1) Observaciones sobre como juzgar un problema

Debido a que un problema en el carburador afecta directamente el motor, el mal funcionamiento de otras partes también puede tener una influencia directa en el estado de la combustión, en el rendimiento y en la economía del combustible. Si estos malos funcionamientos se confunden con un problema del carburador y sólo éste es chequeado y ajustado, el problema podría ser más complicado de resolver. Si determinar la causa (carburador u otras partes) se dificulta, es importante primero chequear los puntos fáciles de los tres elementos que necesita el motor para funcionar. (buena mezcla de aire-combustible, buena compresión, buena chispa).

1) Sistema de admisión de aire y de combustible

2) Sistema de compresión

3) Sistema de encendido

4) Otros

(2) Determinar el problema y la inspección/mantenimiento

Si después de completar la inspección descrita arriba, se determina que la causa del problema es el carburador, es necesario verificar la densidad de la mezcla de aire-combustible (muy rica o muy pobre) y chequear las condiciones de operación que causaron el problema.

1) Determinar la densidad de la mezcla de aire-combustible

Para determinar la densidad de la mezcla se deben conocer los síntomas (problemas) causados por una mezcla pobre o una mezcla rica.

Síntomas causados por una mezcla muy rica	
1	Quemado de la bujía
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Síntomas causados por una mezcla muy pobre	
1	Quemado de la bujía
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

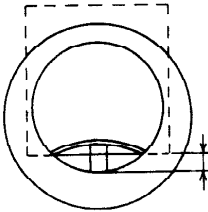
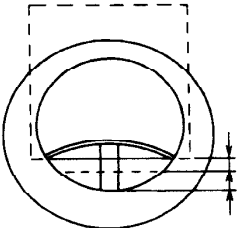
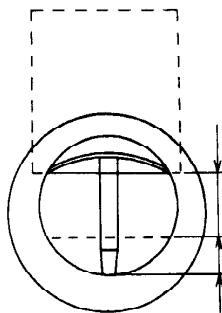
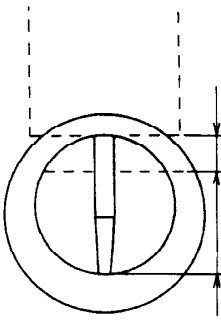
2) Inspecciones y ajustes básicos

Verificar el estado de operación del motor (abertura de la válvula de aceleración), en el cual se manifiesta el problema e inspeccionar y ajustar el sistema que opera principalmente a esa abertura. En este caso, verifique obstrucciones por suciedad, partes sueltas, y desgastes. Limpiar, ajustar y reemplazar las partes necesarias. El ajuste también incluye verificar los estándares del fabricante. Son correctos los estándares? Si el problema se resuelve cambiando las especificaciones, es necesario verificar otras partes, ya que el problema puede ser ajeno al carburador.

*** Para motocicletas de competencia como el motocross y la velocidad, el ajuste adecuado se logra teniendo en cuenta el trazado, el estado del tiempo, las habilidades del piloto, la afinación y los gustos.**

○ Método de ajuste en cuatro etapas

Una vez activado el sistema principal, se realizan diferentes funciones, dependiendo de la abertura de la válvula de aceleración. Si se determina la abertura, a la cual se presenta el problema, se puede inspeccionar el sistema correspondiente a esa abertura.

	(Operación del ralentí)	(Operación a baja velocidad)	(Operación de media a alta velocidad)	(Operación a alta velocidad y a alta carga)
				
Abertura de la válvula de aceleración	0~1/8	1/8~1/4	1/4~3/4	3/4~Total
Sistema activo	Sistema piloto	Sistema piloto, sistema principal	Sistema principal	Sistema principal
Principales partes activas y lugares de inspección	Surtidor piloto Tornillo de aire (Surtidor de aire piloto)	Válvula de aceleración (corte) Surtidor piloto Tornillo de aire Aguja surtidor Surtidor aguja	Aguja del surtidor Surtidor de aguja (surtidor de aire principal) Surtidor principal	Aguja del surtidor Surtidor de aguja (surtidor de aire principal) Surtidor principal
Partes a ajustar	Tornillo de aire	Válvula de aceleración (corte)	Aguja del surtidor	Surtidor principal
Si la mezcla es rica				
Si la mezcla es pobre				

* Cuando desensamble, lave todas las partes con gasolina. Los conductos de aire y de combustible se deben soplar con aire a presión. (la inserción de alambres no se recomienda).

3) Problemas e inspección/ajuste del sistema del flotador

Si hay problemas con el sistema del flotador, puede ocurrir el sobre flujo y las variaciones del nivel del combustible.

4) Sobreflujo

El sobreflujo ocurre cuando más combustible del requerido fluye dentro de la cámara del flotador. Esto hace que el nivel del combustible sea excesivo y no pueda salir por el tubo de rebose. Si se continúa operando en este estado, la relación de la mezcla se hace muy rica, causando problemas de funcionamiento del motor. Las causas pueden ser por perforación o daños del flotador, ajuste del nivel del combustible inadecuado o falta de sello de la válvula de aguja debido a partículas extrañas en el asiento de la válvula.

○ Flotador

- Perforado → Reemplazar
- Operación inadecuada (corrosión de la porción de doblado y de la sección del pin)
 - Corregir y limpiar
- Desajuste del brazo y del pin
 - Ajustar el brazo
- Deformación → Reemplazar
- Nivel de combustible muy alto → Ajustar la pestaña del flotador

○ Válvula de aguja

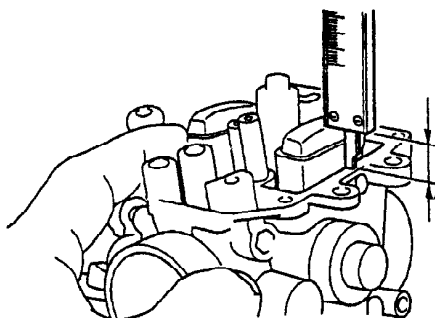
- Taponamiento por suciedad → Limpiar
 - Desgaste y defecto de la aguja
 - Reemplazar
 - Desgaste y defecto del asiento de la válvula
 - Reemplazar
 - Fractura del resorte
 - Reemplazar
 - Deterioro y ruptura del empaque
 - Reemplazar
- } Reemplazar como juego

5) Inspección y ajuste del nivel del combustible

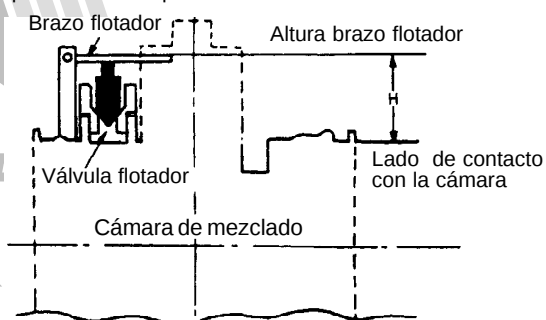
La altura del nivel del combustible se define como la distancia en mm desde el centro del calibre principal, dependiendo del modelo, y raramente falla durante la operación. Si se realiza el reemplazo de partes, siga el siguiente procedimiento para la inspección y el ajuste:

○ Método de inspección y de ajuste

- Para medir correctamente la altura del nivel del combustible se utiliza un medidor especial. La altura del nivel del combustible es determinada generalmente por una medida estándar de la altura del flotador o de la altura del brazo del flotador.
- Gire el cuerpo de la cámara de mezclado con la parte de arriba hacia abajo, después de remover el tazón (cuba) de la cámara del flotador y los empaques.
- Levante el flotador y verifique que la válvula de aguja esté completamente cerrada. Baje el flotador lentamente hasta que la pestaña del flotador haga contacto con la válvula de la aguja, y mida la altura del flotador desde la superficie de unión del carburador (distancia H).
- Para el flotador tipo independiente, mida la altura del brazo del flotador.
- Si la altura es incorrecta, ajústela doblando la pestaña del brazo del flotador.



Tipo flotador independiente

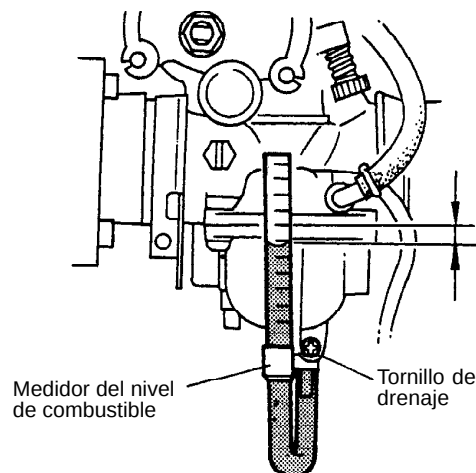


○ Inspección del nivel actual del combustible

Para verificar el nivel actual del combustible, se monta al carburador un medidor de nivel del combustible.

- Montar el medidor del nivel en el tubo de drenaje del carburador (herramienta especial).
- Colocar la palanca de la llave del combustible en "PRI" o en "ON" y aflojar el tornillo de drenaje.

Alinear el medidor con la superficie de unión del cuerpo de la cámara de mezcla y leer el nivel del combustible como un estándar.



6) Ajuste del ralentí

- a) Ajustar el juego libre del cable del acelerador en el manillar del acelerador de 3 - 7 mm.
- b) Ajustar el tornillo del aire según las especificaciones.
- c) Encender el motor y calentarlo suficientemente. → Utilizar un medidor de revoluciones.
- d) Ajustar el ralentí un poco por encima del valor especificado, utilizando el tornillo de parada de la aceleración (aproximadamente 100 rpm).
- e) Girar en 1/2 vuelta el tornillo del aire hacia adentro y hacia afuera, para verificar el cambio de la velocidad del ralentí. Si no hay cambios, ajustar el tornillo del aire según el numeral b).
- f) Ajustar el tornillo del aire según las especificaciones.
- g) Finalmente, revolucionar el motor dos o tres veces y verificar la estabilidad del ralentí y la rotación suave del acelerador al abrirse gradualmente.

7) Otros puntos de inspección**○ Montaje del carburador**

- Ajustar correctamente las abrazaderas del carburador, tanto en el lado del motor, como en el del filtro del aire, para evitar las entradas de aire.
- Montar el carburador en forma vertical, para que no cambie el nivel del combustible.

○ Inspección del mecanismo del estrangulador (arrancador)

- Tipo de cable: corregir la flojedad del cable. Ajustar el juego libre aproximadamente 1 mm.
- Tipo de leva: para el caso de carburadores múltiples conectados con varillas, verificar que los émbolos del arrancador derecho e izquierdo funcionen uniformemente. Verifique que los émbolos funcionen uniformemente cuando están completamente abiertos y que retornen adecuadamente.

○ Inspección del respiradero de aire

Verifique que el respiradero no este obstruido, doblado o enganchado con algo. Si el respiradero esta obstruido o doblado, el combustible no fluye adecuadamente, resultando en una mezcla de aire-combustible pobre.

○ Inspección del conducto de vacío

Si se utiliza una llave de combustible de presión negativa (llave automática), es necesario conectar una manguera al cuerpo del carburador. Verificar que la manguera no esté dañada, doblada o enganchada y asegúrela correctamente para que no haya entrada de aire.

○ Inspección de la manguera de suministro

Si el carburador tiene una boquilla para la descarga del aceite, es necesario asegurar adecuadamente la manguera de suministro del aceite, para evitar entradas de aire o fugas de aceite.

(3) Uso del probador de CO

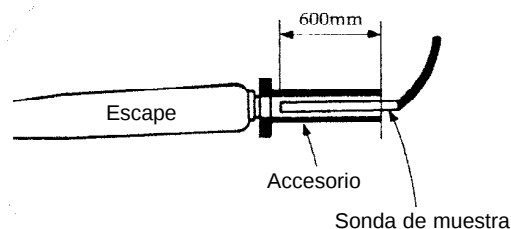
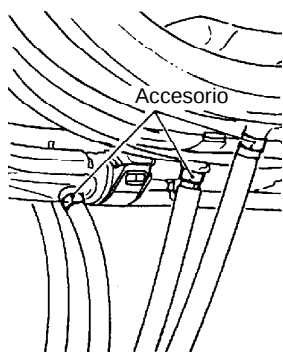
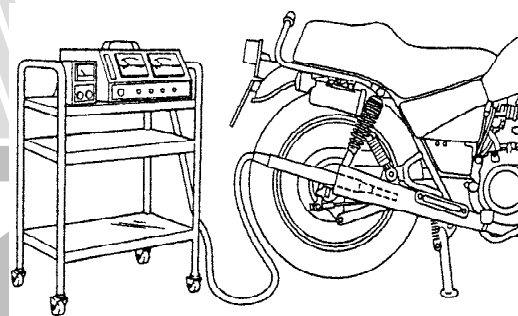
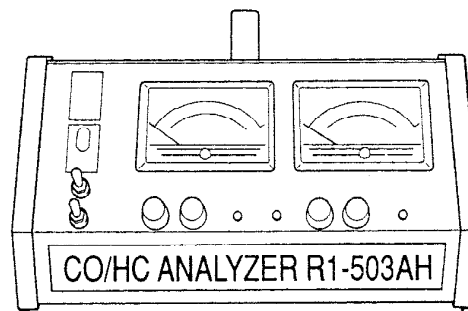
* CO (monóxido de carbono): es un gas venenoso generado por la combustión imperfecta de la gasolina y que impide el intercambio de oxígeno de la sangre. Este gas se reduce con el suministro suficiente de aire y con un eficiente quemado a altas temperaturas.

[Procedimiento]

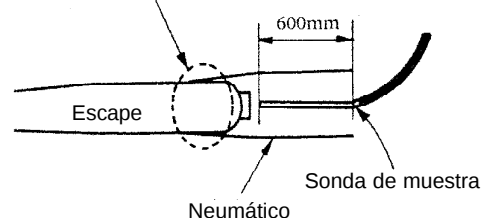
- 1) Calentar el motor.
- 2) Ajustar el medidor de revoluciones.
- 3) Remover el tornillo para gases de escape del silenciador y colocar el accesorio de medición de CO.
- 4) Calibrar el probador de CO.
(Ya que el procedimiento de operación varía con el tipo de probador, ver el manual de instrucciones).
- 5) Encender el motor y ajustar el ralentí según las especificaciones.
- 6) Para medir la densidad de CO insertar la sonda de prueba dentro del tubo plástico de cada accesorio.
- 7) Girar el tornillo piloto gradualmente desde la posición estándar, dentro de un rango de 1/2 vuelta, hasta ajustar el valor de la densidad especificada de CO.
- 8) Si el ajuste con el tornillo piloto causa variaciones en el ralentí, utilizar el tornillo de parada de la aceleración para ajustarlo.
- 9) Después de acelerar el motor dos o tres veces, mida la densidad de CO y verifique si hay cambios en el ralentí.
- 10) Verifique el ralentí nuevamente y ajústelo al valor especificado.

○ **En caso de no haber tornillo para los gases de escape:**

Para una muestra correcta, la sonda debe insertarse 600 mm en el silenciador. Conecte el accesorio adecuado en el escape e inserte la sonda. Si el accesorio no es suministrado, use un neumático viejo o algo similar para hacer un protector de 600 mm de largo y evitar una entrada de aire que contamine la muestra.



* Tenga cuidado con una entrada de aire



9. Gases de escape

Los gases de escape de la motocicleta incluyen los gases del silenciador, del soplado del cárter, y los gases evaporados del tanque de la gasolina y del carburador.

(1) Proceso de generación de los gases de escape

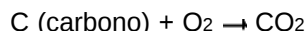
Cuando ocurre la combustión y aunque la mayor parte de la mezcla aire-combustible se convierte en CO₂ (dióxido de carbono), gases dañinos como el CO (monóxido de carbono), el HC (hidrocarburos) y el NO_x (óxido de nitrógeno), se producen debido a la combustión incompleta de la mezcla.

1) CO

El CO se produce como sigue, debido a la combustión incompleta del combustible por la falta de suministro de aire:



Sin embargo, cuando el aire es suficiente y la combustión es completa el CO₂ se produce como sigue:



Por consiguiente, el CO y el CO₂ descargados por el motor tienen relación con la relación de aire-combustible (relación de masa de aire-combustible suministrada al motor) mostrada en la figura a). En particular, el CO es fuertemente afectado por la relación de mezcla de aire-combustible.

Así, el nivel de CO puede ser reducido usando una relación de aire-combustible pobre hasta cierto punto (relación alta de aire). Sin embargo, si es demasiado pobre, hay fallas en el encendido que pueden generar fácilmente HC, y el rendimiento del motor se baja.

La producción de CO₂ es mayor cerca de la relación estequiométrica aire-combustible, y cuando la relación de la mezcla es más pobre, la cantidad de gases sin quemar aumenta, de este modo, la cantidad de CO₂ baja.

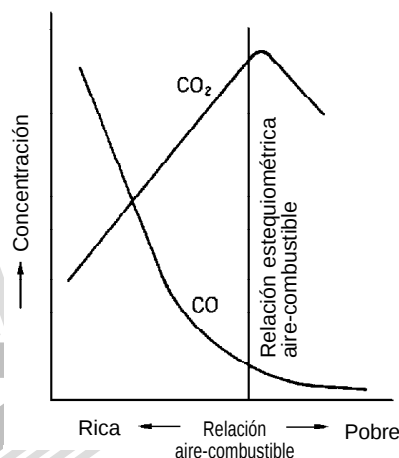
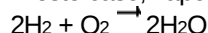


Fig. a) Relación aire-combustible y concentración de CO, CO₂

2) HC

Los HC es un nombre que se le da a todos los compuestos de hidrógeno y de carbono. Cuando ocurre una combustión completa, C se convierte en CO₂ como se explicó antes, y el H₂ (hidrógeno) se convierte en H₂O (En este caso, vapor de agua) como sigue:



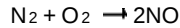
Los HC descargados por el escape, resultan de una combustión incompleta del combustible y de la mezcla no quemada. En general, se pueden considerar las siguientes tres causas:

- La llama que genera la bujía se expande progresivamente por la cámara de combustión, pero la temperatura cerca a las paredes de la cámara de combustión es baja, y así, la temperatura de combustión no es alcanzada en esa zona, la temperatura de la llama baja y es extinguida antes de que alcance las paredes de la cámara. La zona donde desaparece la llama es llamada la "zona de apagado". La mezcla de aire-combustible no quemada de la zona de apagado, es empujada hacia afuera por el pistón en el proceso de escape como gases no quemados.
- Cuando la válvula de aceleración retorna al ralentí durante el proceso de desaceleración, la presión del múltiple aumenta súbitamente y ocurre un enriquecimiento momentáneo, generando una gran cantidad de gases sin quemar.
- El traslape valvular es responsable de que parte de la mezcla aire-combustible fluya al sistema de escape, generando así, gases sin quemar.

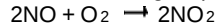
3) NOx

Los NOx es el nombre que se le da a todos los compuestos de nitrógeno y de oxígeno. Es un gas que generalmente se produce cuando algo es quemado a altas temperaturas. Hay diferentes tipos de NOx dependiendo de la duración de la unión con el oxígeno (oxidación).

Si el N₂ y el O₂ existen a altas temperaturas, el NO (óxido de nitrógeno) es generado por la siguiente reacción:



Sin embargo, si el NO entra en contacto con el O₂ en el aire, ocurre la siguiente reacción fácilmente y el NO₂ (dióxido de nitrógeno) es producido:



La mayor parte de NOx en el sistema de escape es NO y NO₂. La generación del NOx, es máxima cerca de la relación estequiométrica y cae rápidamente si la relación es más rica o más pobre que la estequiométrica. El efecto de la temperatura es también grande. Para un motor común la generación de NOx aumenta rápidamente si la temperatura de la combustión aumenta, como se muestra en la Figura b). Ya que el CO y el HC son generados por una combustión incompleta, el NOx es inversamente generado en cantidad por una combustión completa. Por consiguiente, para reducir la salida de NOx, es necesario reducir la temperatura máxima de la combustión, pero esto produciría efectos adversos, como pérdida de rendimiento del motor.

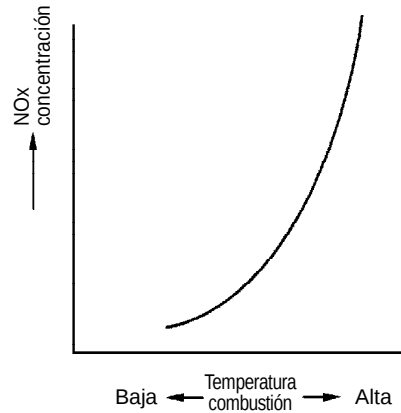


Fig. b) Temperatura de combustión y concentración de NOx

(2) Correlación con la generación de sustancias dañinas

Aunque la relación de aire-combustible, el tiempo de encendido y la construcción del motor, etc. afectan la generación de sustancias dañinas entre los gases de escape, generalmente el efecto más grande se debe a la relación de aire-combustible y al tiempo de encendido.

La concentración generada de CO, HC y NOx con relación a la relación de aire-combustible, es mostrada en la Fig. c). En general, si la región de la relación aire-combustible es ligeramente más pobre que la relación estequiométrica usada, el CO y el HC se podrán reducir. Pero el nivel de NOx se aumentará, y si la relación aire-combustible es aún más pobre, el NOx bajará pero el HC aumentará súbitamente debido a fallas del encendido.

En la región de la relación de aire-combustible rica, el NOx se reduce pero el CO y el HC aumentan. Por consiguiente, los niveles de CO y de HC son inversamente proporcionales a los niveles de NOx.

La cantidad de NOx y de HC es altamente afectada por la distribución del encendido y si como se muestra en la figura d), el tiempo de encendido se retarda de α° a β° , la línea de la presión interior del cilindro cambia de la curva (A) a la curva (B). La presión interior del cilindro y la temperatura de la combustión son casi proporcionales, así podemos observar lo siguiente de la figura d):

- La temperatura máxima de la combustión baja, por lo tanto, el NOx se reduce.
- La temperatura de la combustión se puede mantener alta durante la expansión, así se realiza la oxidación y el HC se reduce.
- Se mantiene una alta temperatura del gas en el sistema de escape, así se realiza la oxidación y el HC se reduce.

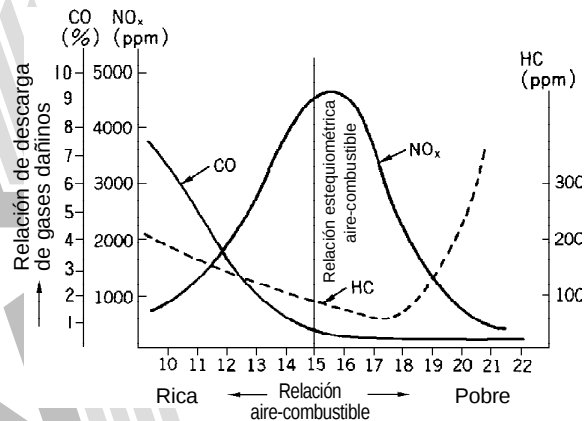


Fig. c) Relación aire-combustible y concentración de sustancias dañinas

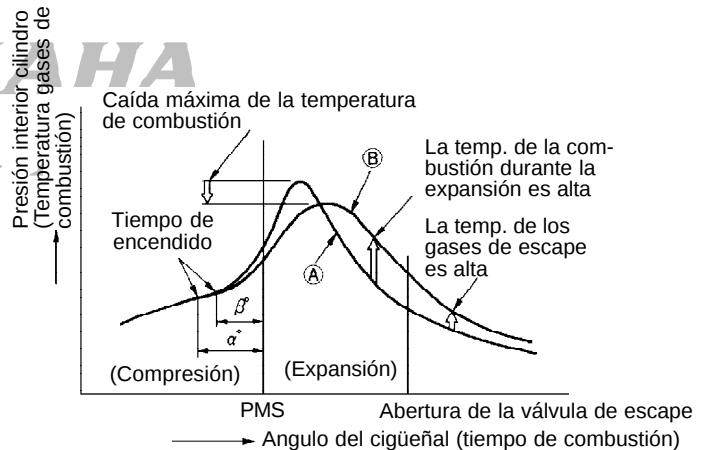


Fig. d) Cambios en la presión interior del cilindro (temperatura de los gases de combustión)

(3) Reglas para gases de escape limpios

A continuación explicamos los métodos para reducir las emisiones de CO, de HC y de NOx del tubo de escape.

1) Reducción de CO y de HC

El CO es el resultado de una combustión incompleta, y puede ser reducido realizando una combustión en una relación aire-combustible que sea pobre sólo hasta cierto punto. Si la relación aire-combustible es demasiado pobre, el encendido se dificulta y aparecen las fallas, el HC es generado y el rendimiento del motor se baja.

El HC es un componente que es producido cuando el combustible es descargado sin quemar, y su generación se puede considerar que sigue de cerca la misma tendencia del CO. Sin embargo, como se muestra en la figura f), si la relación de aire-combustible es demasiado pobre, después tiene la característica de aumentar. En particular, si se aplica el freno de motor, un nivel alto de HC es producido. Una medida común para la reducción del CO y del HC, es mantener una combustión estable con una mezcla de aire-combustible ligeramente pobre. Para alcanzar esto, se deben tomar las siguientes medidas:

- El carburador ha sido mejorado para que pueda suministrar constantemente una mezcla de aire-combustible apropiada.
- Un flujo turbulento es aplicado a la admisión de la mezcla aire-combustible para una combustión efectiva.
- La forma de la cámara de combustión ha sido cambiada para mejorar el quemado del combustible.
- La distribución de las válvulas ha sido cambiada para evitar la descarga de los gases sin quemar durante el tiempo del traslape.
- El sistema de encendido ha sido mejorado.

2) Reducción del NOx

La contramedida básica para la reducción del CO y del HC es la combustión completa de la mezcla aire-combustible admitida, pero esto, no es aplicable para el NOx.

La Fig. g) muestra que la generación de NOx es más grande cerca de la relación estequiométrica, y a más alta eficiencia de la combustión y a más alta temperatura de la combustión, particularmente cuando el motor es acelerado, hay más generación de NOx. Esto choca con el principio de reducción de generación de CO y HC, por lo tanto, tomar medidas para su reducción es difícil, pero en general, se pueden utilizar los siguientes métodos como contramedidas:

- Una turbulencia es aplicada a la mezcla de aire-combustible para realizar una combustión rápida y acortar el período de la temperatura máxima de la combustión.
- La forma de la cámara de combustión es mejorada para producir los mismos efectos anteriores.

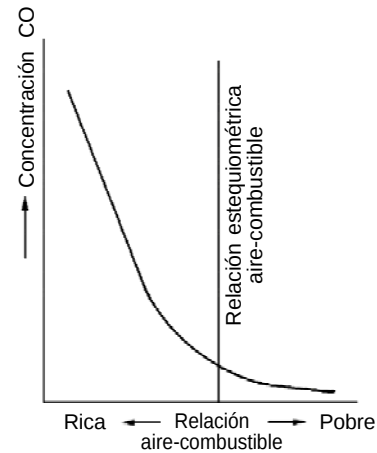


Fig. e) Concentración CO Vs Relación aire-combustible

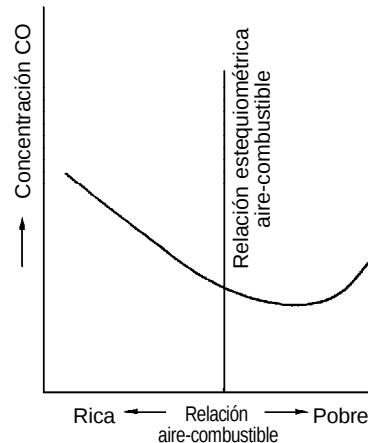


Fig. f) Concentración HC Vs relación aire-combustible

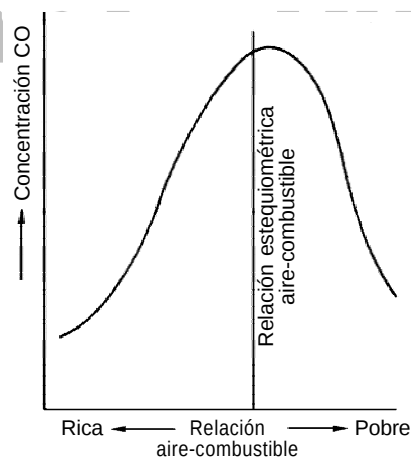
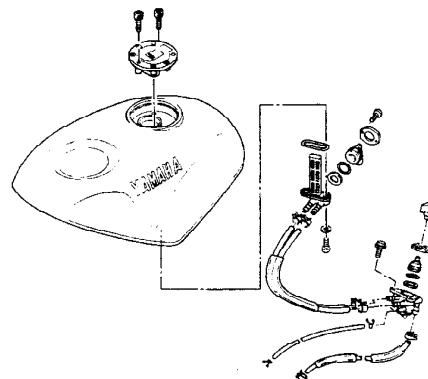


Fig. g) Concentración NOx Vs relación aire-combustible

10. Tanque de combustible

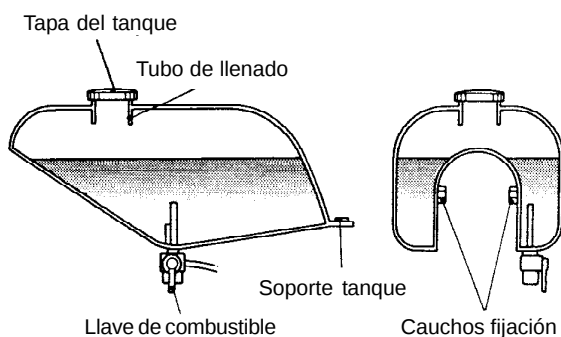
(1) Necesidad del tanque de combustible

- Para almacenar el combustible con seguridad.
- Para suministrar combustible cuando sea necesario.



(2) Estructura del tanque de combustible

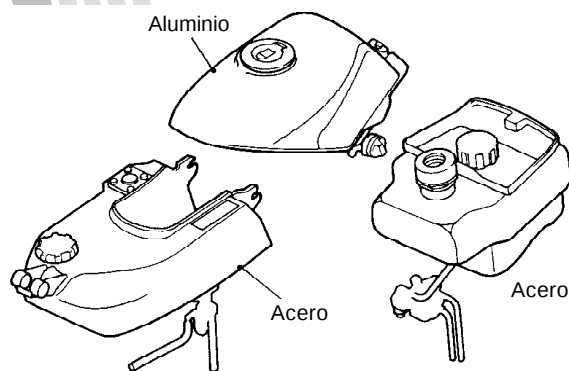
- Tapa del tanque
- Tubo de llenado
- Llave de combustible
- Cauchos de fijación antivibrantes



(3) Tipos de tanques de combustible

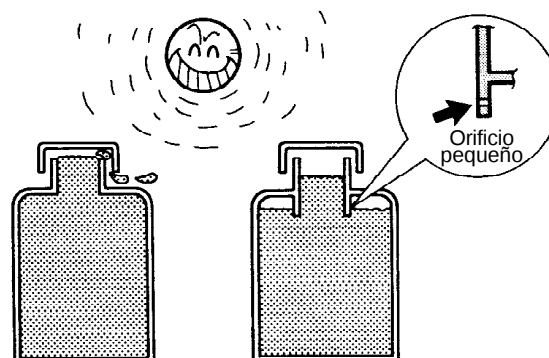
Clasificación por material

- Acero Motocicletas tipo negocio y scooters.
- Aluminio Motocicletas de competición.



(4) Funciones del tubo de llenado

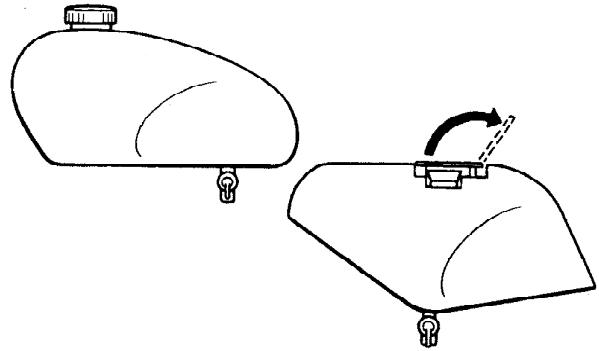
Prevenir que la gasolina se derrame cuando el tanque está lleno (la gasolina se expande cuando es calentada).



11. Tapa del tanque de combustible

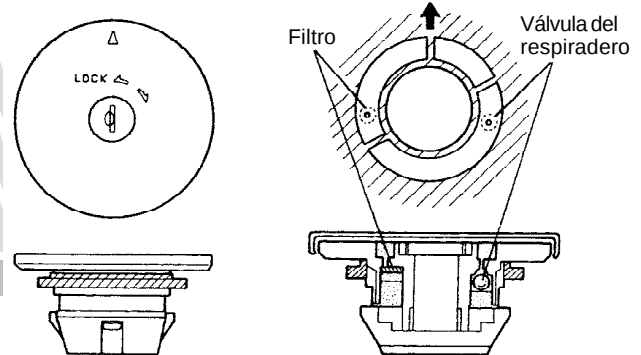
(1) Necesidad de la tapa del tanque de combustible

- Sellar la entrada del tanque.
- Proteger el combustible del polvo y del agua.
- Admitir aire y permitir que el combustible respire (respiradero).
- Prevenir el escape de gasolina si la motocicleta se cae.



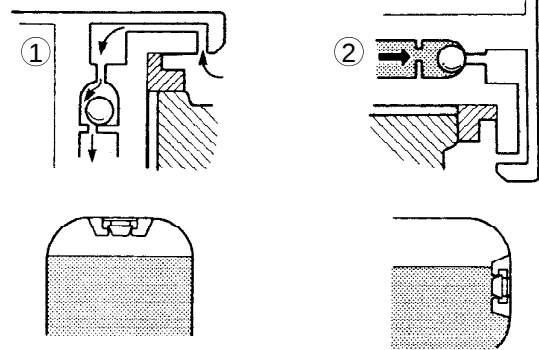
(2) Estructura de la tapa del tanque

- Filtro
- Válvula del respiradero



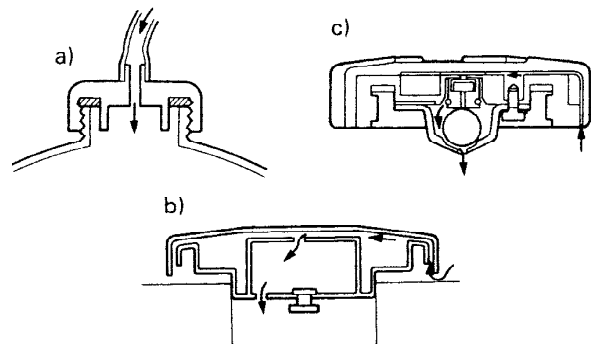
(3) Operación de la válvula del respiradero (con control de bola)

- ① Cuando la tapa del tanque está en posición normal:
 - Abre el pasaje de aire → Sangrado de aire
- ② Cuando la tapa está en posición de lado o hacia arriba:
 - Cierra el pasaje de aire → Para prevenir el flujo contrario del combustible



(4) Tipos de tapas de tanque

- a) Tipo tubo respiradero...Para motocicletas tipo motocross.
- b) Tipo normal...Para pequeñas motocicletas.
- c) Tipo válvula de respiradero (con control de bola)...Para motocicletas grandes.



12). Llaves de combustible

La llave de combustible está situada debajo del tanque de combustible para regular el paso del combustible. No solamente controla el flujo de combustible del tanque al carburador, sino que también, lo limpia de partículas de polvo. La llave de combustible viene en dos tipos como se describe abajo.

(1) Llave tipo estándar

Esta es una llave operada manualmente. Usted mueve la palanca de la llave para cortar o permitir el flujo de combustible. Hay tres pasajes en el cuerpo de la llave. Dentro de la palanca de la llave hay un pasaje que puede conectar los pasos de entrada y de salida. La palanca tiene tres posiciones: ON, OFF y RES (reserva).

1) Posiciones de la palanca y pasajes del combustible

○ Posición ON

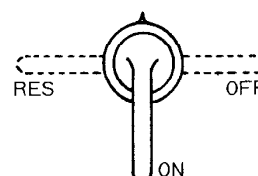
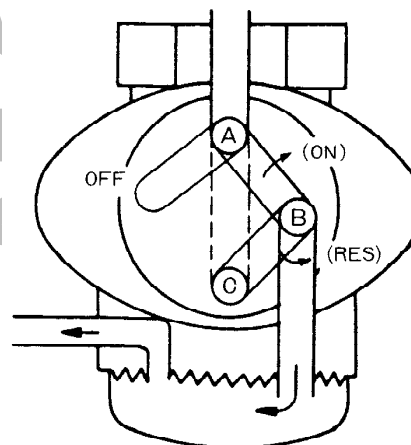
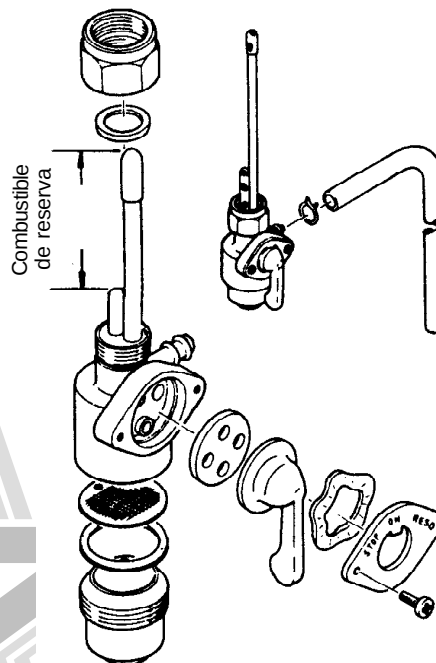
Tubo de nivel largo → Abertura A → Pasaje interno de la palanca → Abertura B → Tazón del filtro → Filtro → Tubo de combustible → Carburador (Seleccione esta posición para la conducción normal).

○ Posición RES

Tubo de nivel corto → Abertura C → Pasaje interno de la palanca → Abertura B → Tazón del filtro → Filtro → Tubo de combustible → Carburador (Seleccione esta posición para conducción en reserva).

○ Posición OFF (PARADA)

Tubo de nivel → Abertura A → El pasaje interno de la palanca está cerrado y no está conectado a la abertura B (Seleccione esta posición cuando esté detenido por largo tiempo).



(2) Llave tipo de vacío

Esta es una llave automática que se abre o se cierra automáticamente cuando el motor arranca o se detiene. La succión producida en el cilindro se usa para operar la llave.

Hay cuatro pasajes en el cuerpo de la llave. Dentro de la palanca de la llave hay un pasaje que puede conectar los pasajes de entrada y de salida. La palanca tiene tres posiciones; ON, RES y PRI (cebado; directa). Esta llave tiene diafragmas que se mueven por la succión del motor.

Cuando el motor arranca, el diafragma detecta la succión y abre el paso del combustible. Cuando el motor se detiene, ella opera para cerrar el paso.

1) Posición de la palanca y pasajes del combustible

○ Posición ON

Tubo de nivel largo → Abertura A → Paso interno de la palanca → Abertura B → Válvula → Tazón del filtro → Filtro → Carburador (Seleccione esta posición para la conducción normal).

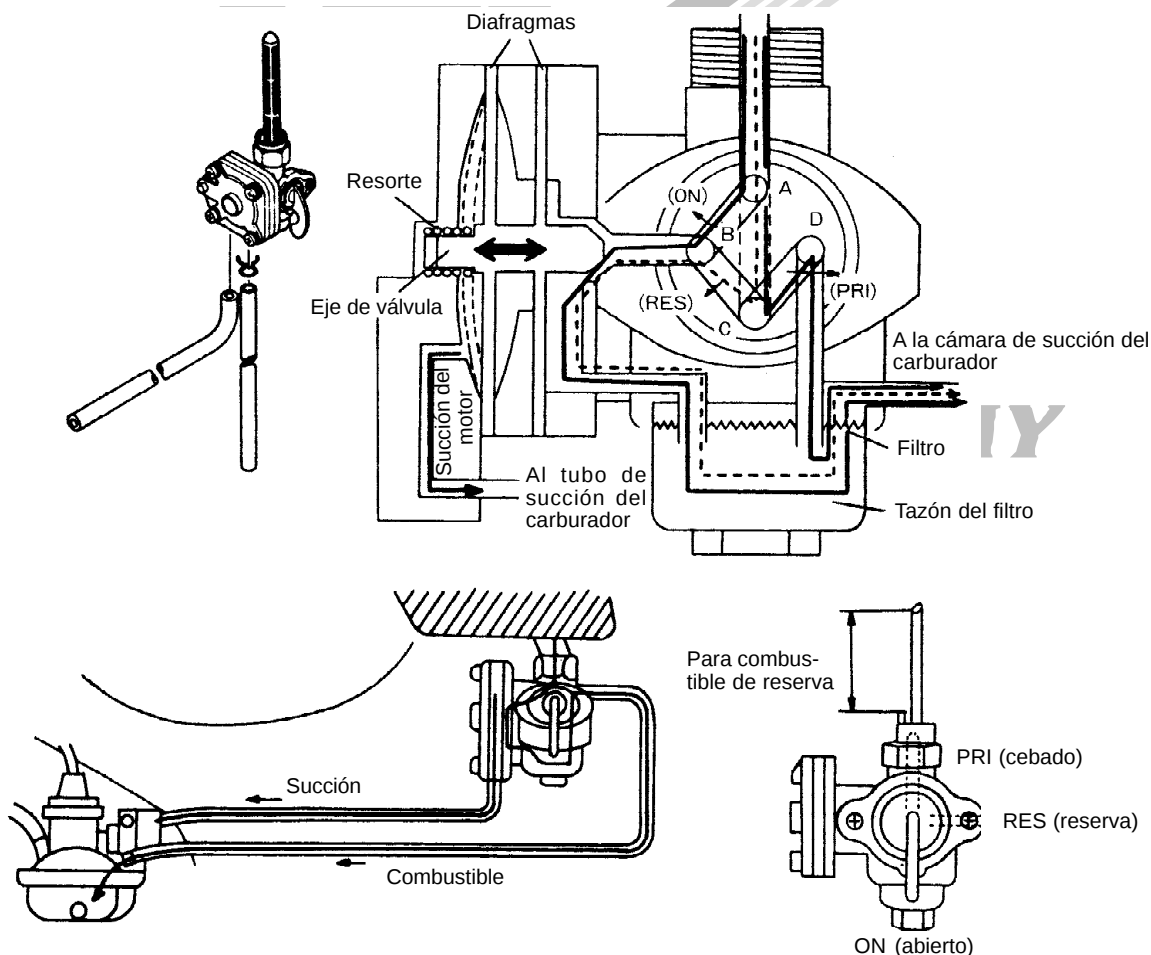
○ Posición RES

Tubo de nivel corto → Abertura C → Paso interno de la palanca → Abertura B → Válvula → Tazón del filtro → Filtro → Carburador (Seleccione esta posición para la conducción en reserva).

○ Posición PRI

Tubo de nivel corto → Abertura C → Pasaje interno de la palanca → Abertura D → Tazón del filtro → Filtro → Carburador.

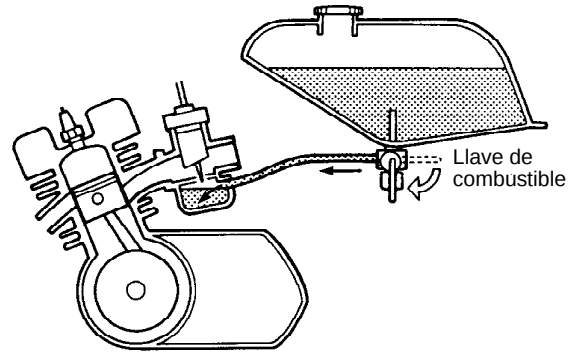
El combustible no pasa por la válvula del diafragma pero fluye directamente al tazón del filtro.



(3) Operación de la llave de combustible

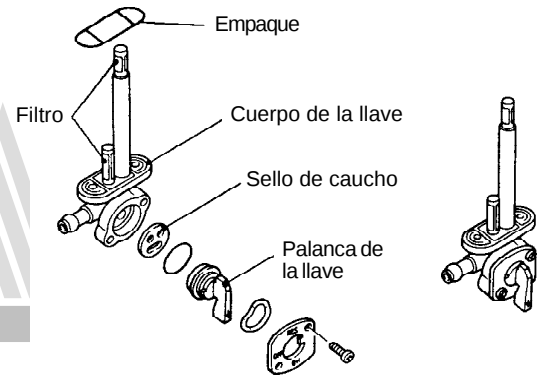
1) Necesidad de la llave de combustible

- a) ON: Permite que la gasolina fluya al carburador.
- b) OFF: Detiene el flujo de gasolina al carburador.
- c) Filtro: Filtra las partículas extrañas de la gasolina.



2) Estructura de la llave de combustible

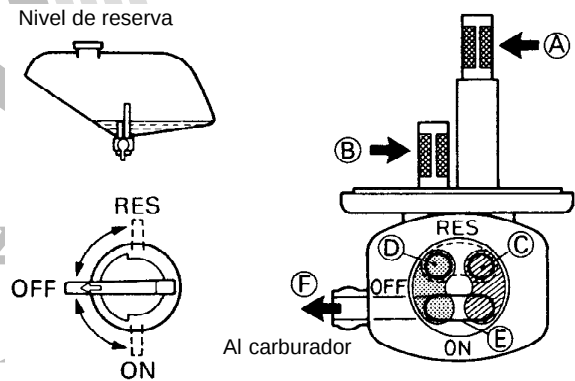
- a) Palanca de la llave
- b) Cuerpo de la llave
- c) Sello de caucho
- d) Filtro



3) Operación de la llave de combustible

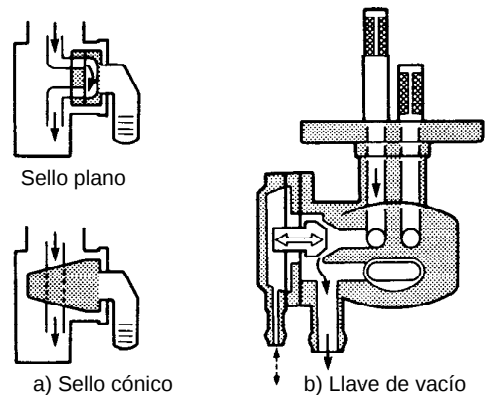
Posición de la palanca/flujo del combustible:

PALANCA	FLUJO COMBUSTIBLE	AL
ON	A → C → E → F	Carburador
RES	B → D → E → F	
OFF	A → C → E → F B → D → E → F	



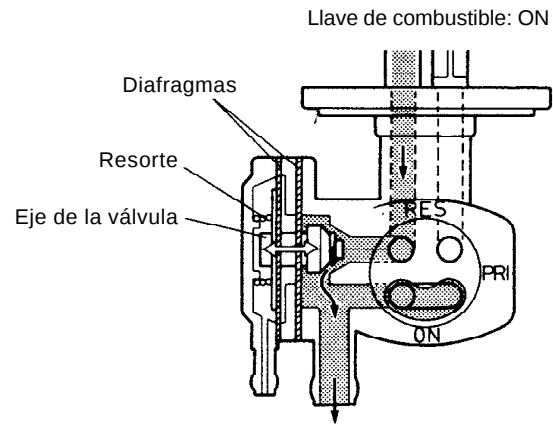
4) Tipos de llaves de combustible

- a) Tipo manual
 - Tipo de sello plano
 - Tipo de sello cónico (cónico)
- b) Tipo llave de combustible de vacío



(4) Operación de la llave de combustible de vacío

1) Estructura de la llave de combustible de vacío



2) Operación

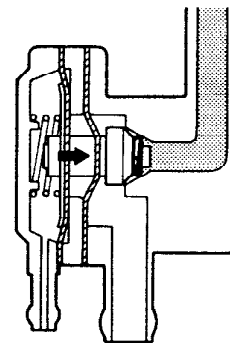
○ Motor apagado (OFF)

La válvula es empujada contra el asiento por el resorte.

La válvula está cerrada.



Llave de combustible: ON



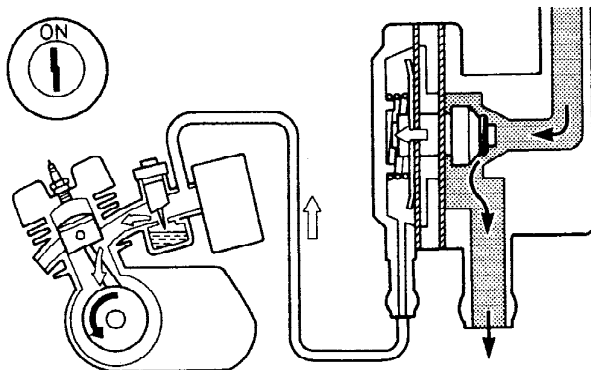
○ Motor encendido (ON)

El vacío es más fuerte que la fuerza del resorte.

La válvula está abierta.

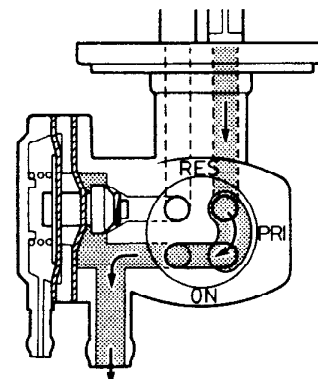


Llave de combustible: ON



○ PRI (cebado)

La gasolina pasa a la llave de combustible directamente sin ir a través del vacío de la llave.



Llave de combustible: PRI

13. Combustible

Puesto que los motores de combustión interna son motores calientes, el combustible debe tener un alto poder calórico y no debe emitir gases contaminantes. El combustible usado para los motores de las motocicletas debe ser de bajo costo y seguro de manejar, ya que es usado por el público en general.

(1) La Gasolina

La Gasolina es transparente y sin color, con un olor característico, es altamente volátil y consiste esencialmente de una mezcla de muchos tipos de hidrocarburos. En general, tiene una gravedad específica de 0.72–0.77, un poder calórico inferior a 10,400–11,000 kcal/kg, un rango de octanos de 85–100, un punto de encendido de 500 °C (aprox.) y un punto de destello de –25 °C o más, siendo un líquido extremadamente inflamable.

1) Rango de octanos

El número de octanos indica la capacidad antidetonante. A mayor número de octanos, mayor capacidad antidetonante.

Puntos	Nº 1 (Gasolina con plomo)	Nº 2 (Gasolina sin plomo)
Relación de octanaje (investigación)	95 o más 97-98	85 o más 86-91
Contenido de plomo m/l	0.16	0.001 o menos

2) Punto de destello

El punto de destello es la temperatura más baja a la cual, el vapor de un líquido volátil se enciende espontáneamente con la aplicación de una llama pequeña y bajo condiciones específicas. La gasolina tiene un bajo punto de destello, por lo cual, se debe manejar y almacenar con cuidado y de acuerdo a las regulaciones.

3) Aditivos para la gasolina

Se utilizan varios aditivos para mejorar la calidad de la gasolina. El más representativo de estos, es el mejorador del número de octanos para prevenir una combustión anormal. El tetraetilo de plomo (TEL), es el mejorador de octanos más ampliamente usado. Actualmente, desde el punto de vista de la reducción de la polución atmosférica, el uso del tetraetilo de plomo está decreciendo y las gasolinas sin plomo están siendo usadas.

4) Notas sobre el manejo de la gasolina

- No deje contenedores de gasolina abiertos ni desatendidos.
- Mantenga las llamas lejos de la gasolina.
- Almacene la gasolina en lugares bien ventilados.
- Mantenga un extintor apropiado para el fuego de la gasolina.

5) Método de producción de la gasolina

Los métodos de producción de la gasolina incluyen la destilación y la descomposición. El método de destilación cubre la destilación del petróleo crudo. El método de descomposición cubre materiales de aceite pesado, como el gas oil y el aceite combustible pesado por ruptura térmica o por ruptura catalítica usando un catalizador, para transformar el aceite en una sustancia con un bajo punto de ebullición el cual, es destilado nuevamente para producir gasolina. En estos casos, el producto de los procesos anteriores es directamente destilación de gasolina y el producto de los procesos posteriores es gasolina por ruptura.

Además, hay gasolina de gas natural, la cual es separada de las sustancias que salen con el gas natural, y gasolina reformada producida por la reacción química con la nafta. La gasolina vendida al público es principalmente gasolina por ruptura o reformada, mezclada apropiadamente con la gasolina directamente destilada o con la gasolina de gas natural.

(2) Aceite combustible (Diesel)

Es un destilado del petróleo, obtenido después de recoger la gasolina y el queroseno. Tiene una gravedad específica de 0.84~0.9, un rango de ebullición de 200 °C~250 °C, un valor calórico inferior a 9,000~10,300 kcal/kg, y un punto de destello de 50 °C o más. Su color es amarillo o café claro. El aceite combustible tiene una mejor encendibilidad que la gasolina y es usado en motores diesel de alta velocidad.

Item	Nº 1	Nº2	Nº3	Nº 3 Especial
Punto de licuado	-5°C o menos	-10°C o menos	-20°C o menos	-30°C o menos
Nº cetano, índice cetano	50 o más	45 o más	40 o más	42 o más

1) Número e índice de cetano

Ambos, el número y el índice de cetanos indican la encendibilidad del combustible. A mayor número o índice, mayor será la encendibilidad.

2) Punto de encendido

El punto de encendido es la temperatura más baja, a la cual arde un combustible por sí sólo, cuando se eleva su temperatura.

3) Gas LP

El gas licuado de petróleo es obtenido de gases naturales y también durante el proceso de refinación del petróleo. Es un hidrocarburo, el cual puede ser obtenido aplicando presión a temperaturas normales.

Propiedades: Gravedad específica líquido, 0.51~0.58; gravedad específica gaseoso, 1.45~2.07; valor calórico inferior a 10,920~11,080 kcal/kg; rango de octanaje 94~100, punto de encendido 440~540 °C; punto de ebullición -42~-0.5 °C.

Item	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº R	Nº C
Presión de vapor (40°C) (Kg/cm²)	15.8 o menos	15.8 o menos	12.7 o menos	5.3 o menos	15.6 o menos	15.6 o menos
Uso principal	Para uso industrial, automóviles, otros		Para uso industrial, automóviles, negocios, otros.		Para uso familiar (general)	Para uso familiar (invierno o áreas frías)

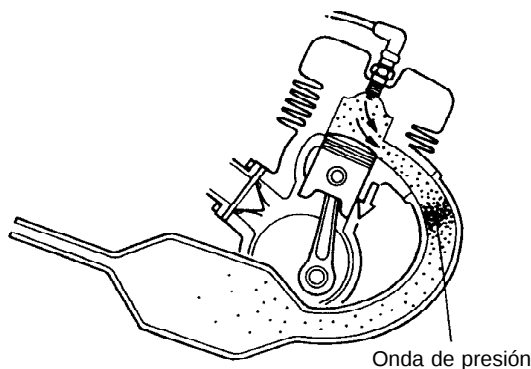
[9] Sistema de escape

Cuando los gases quemados fluyen hacia afuera, todavía tienen gran cantidad de energía. Si no hubiera un silenciador, el escape de gases a alta temperatura produciría un sonido de explosión. La función del silenciador es la de absorber la energía de los gases de escape para reducir la presión del escape, la temperatura y el sonido. También crea un “efecto pulsante” para reducir la presión del escape cerca a la salida de la lumbrera de escape, para ayudar a salir los gases y a devolver hacia el cilindro la carga fresca de la mezcla que tiende a salirse por la lumbrera de escape. Esto contribuye a incrementar la relación de llenado.

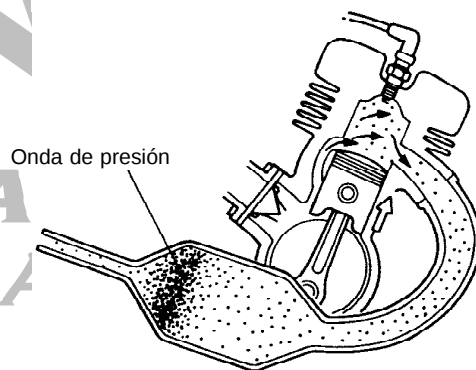
El “efecto pulsante” es como las ondas que se generan por la caída de una piedra en el agua en calma y que se esparcen en anillos. Ya sea que el efecto pulsante sea útil o no, puede ser determinado por el diseño del tubo de expansión y el tubo trasero. Un tubo de expansión que es efectivo en un rango de velocidad específico puede tener un resultado contrario fuera de este rango. En el caso de máquinas de calle, se diseñan los silenciadores para que el efecto pulsante sea evidente en un amplio rango de velocidades, aunque el énfasis de diseño se centra en la reducción del ruido.

1. Pulsaciones de escape

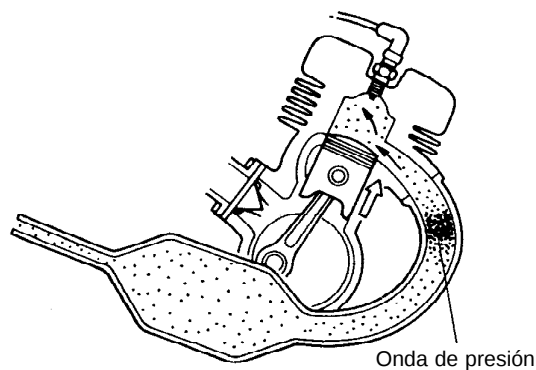
- Cuando se abre la lumbrera de escape, fluyen hacia afuera los gases de la combustión, a la vez que se generan ondas de presión.



- Se abre la lumbrera de transferencia y una carga fresca de mezcla fluye hacia el cilindro mientras los gases quemados remanentes son forzados a salir del cilindro. Pero parte de la carga fresca, también fluye hacia el tubo de escape.



- Justo antes de que se cierre la lumbrera de escape, la mezcla fresca remanente en el tubo de escape, es forzada a regresar al cilindro por las ondas de presión que vienen desde la parte trasera del escape.



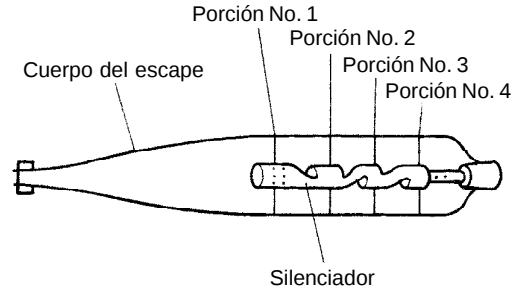
2. Métodos de reducción de ruidos

- (1) Eliminación del ruido por interferencia con ondas de sonido.

El ruido es interferido al separarlo en porciones y recogerlo dentro del final de un tubo. (Cuando la parte esparcida y la parte densa de las ondas de sonido se combinan, se cancelan unas a otras).

La resistencia del flujo es baja.

Esta construcción es usada dentro de los escapes de las motocicletas en general.



- (2) Absorción de la ondas de sonido usando materiales absorbentes del sonido.

Los materiales de absorción del sonido son colocados a lo largo de los pasajes de los gases de escape para absorber los sonidos de alta frecuencia.

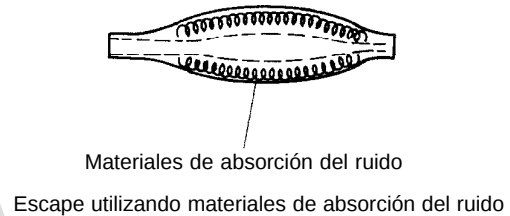
* Materiales absorbentes del sonido

Filtro, asbesto, fibra de vidrio, fibra de aluminio, etc.

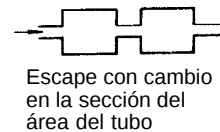
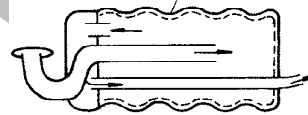
Aunque absorben muy bien los sonidos de alta frecuencia, son menos efectivos para los sonidos de baja frecuencia.

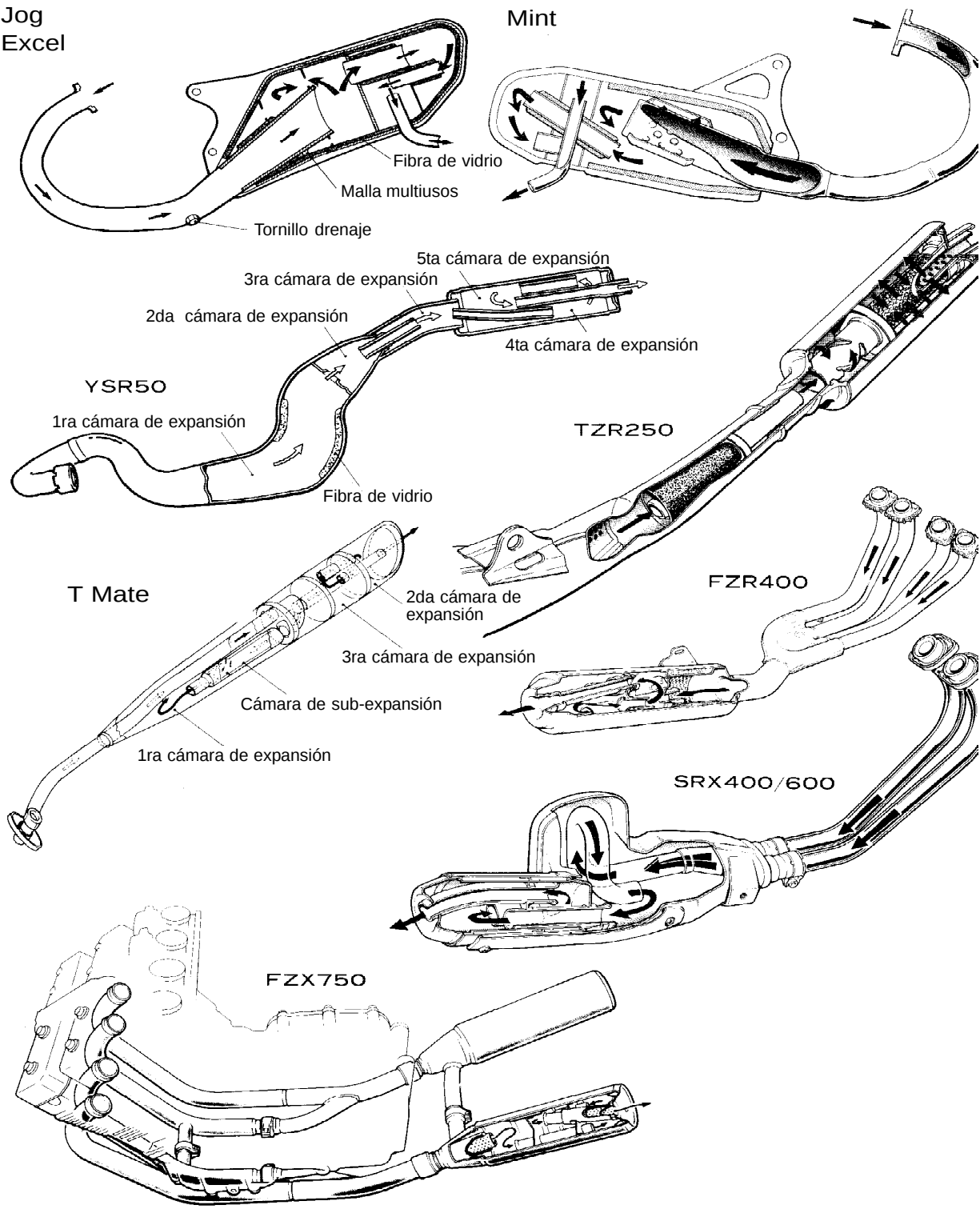
- (3) Eliminación del ruido cambiando la sección del área del tubo.

El ruido es eliminado incrementando el área del tubo hasta cierta longitud. La resistencia de los pasajes es pequeña y un amplio rango de ondas de sonido es amortiguado, pero se requiere una gran capacidad si es a menudo usado en vehículos de cuatro ruedas preferiblemente que en las motocicletas. Un tipo multietapas, con 2 ó 3 cámaras de expansión puede ser usado porque su capacidad es mucho más grande que con una cámara de expansión.



Fibra de vidrio (material de absorción del ruido)



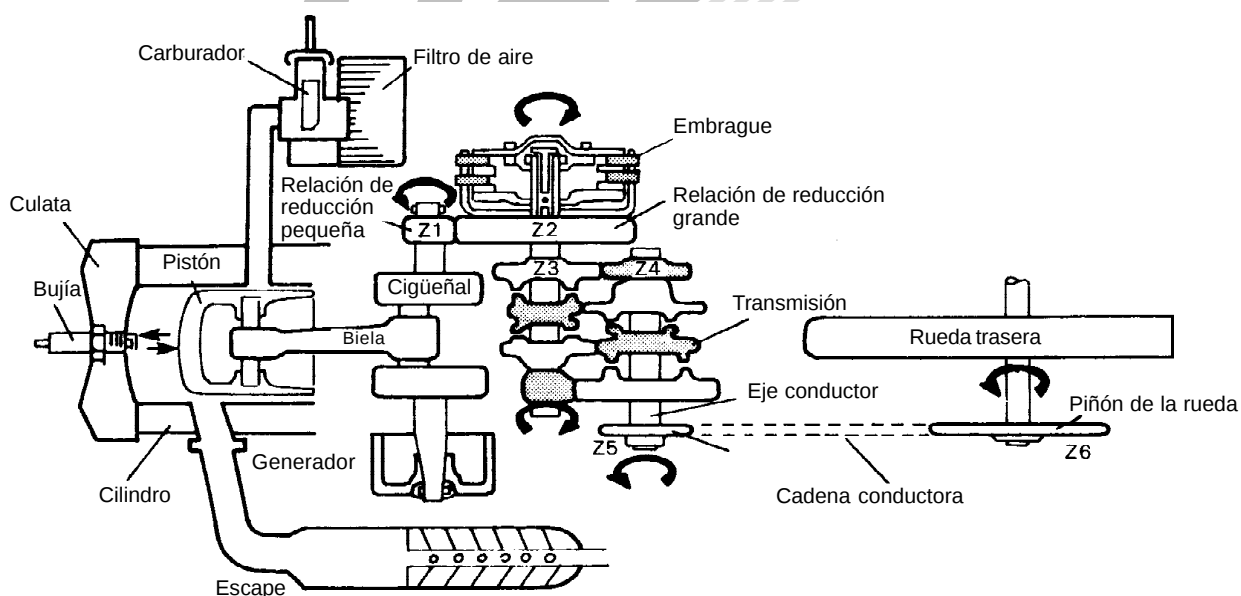


[10] Transmisión de potencia

Principios de operación del motor y la transmisión de potencia

La ruta básica de transmisión de potencia para una motocicleta, es mostrada en el siguiente diagrama y su explicación resultará de seguir la ruta de transmisión de potencia.

- La potencia externa del pedal de arranque o del motor de arranque hace girar el cigüeñal para producir un movimiento alternativo en el pistón. La operación del pistón crea un vacío dentro del motor (dentro del cilindro o del cárter), el cual es usado para enviar la mezcla de aire-combustible creada por el carburador a la cámara de combustión. Luego, la mezcla es comprimida en la carrera ascendente del pistón para crear una condición de carburación de fácil encendido; la explosión de la combustión ocurre cuando la mezcla es encendida por una chispa eléctrica generada por la bujía. El pistón es empujado súbitamente hacia abajo por la presión de la explosión, y por medio de la biela hace girar el cigüeñal. El cigüeñal continúa girando debido a esta fuerza, haciendo que el pistón se mueva hacia arriba y repita el trabajo. La continuación de esta operación genera una rotación continua y suave del cigüeñal (torque del cigüeñal), la cual es transmitida como una relación de reducción pequeña. Esta potencia es luego transmitida a una relación de reducción grande, al embrague y a la transmisión como la velocidad apropiada del motor (velocidad y torque de rotación), luego es transferida desde el piñon conductor al piñon de la rueda, por medio de la cadena, para conducir la rueda trasera.
- Si la relación de reducción que transfiere la velocidad del motor fuera invariable, la altísima velocidad del motor no sería de uso práctico, por esto, la relación de giro es reducida y el torque (potencia) es aumentado cambiando la relación de reducción. Además, es necesario incorporar un medio de enganche y desenganche de la potencia del motor para hacer posible los arranques y las paradas de la motocicleta.



Relación de reducción total = relación de reducción primaria x relación de reducción de la transmisión x relación de reducción secundaria. Z: Número de dientes de cada piñon.

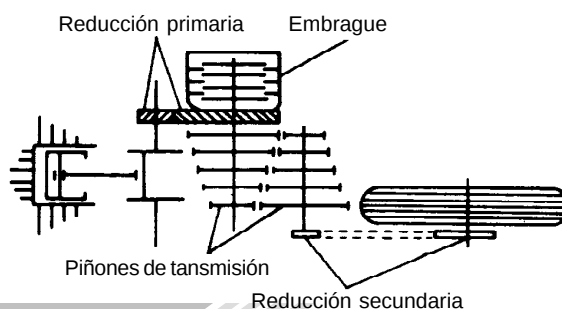
$$\left(\frac{Z_2}{Z_1} \right) \times \left(\frac{Z_4}{Z_3} \right) \times \left(\frac{Z_6}{Z_5} \right)$$

1. Embragues

El embrague está situado entre el motor y la transmisión y conecta y desconecta el motor de la transmisión cuando arranca o cuando para la máquina, o cuando se desplazan los engranajes. El embrague está integrado con el engranaje de la reducción primaria.

- Las razones por las cuales se debe interrumpir la potencia del motor son: el torque del motor es bajo a bajas velocidades y por lo tanto, la rueda trasera no puede ser impulsada.
- Es imposible arrancar el motor con la rueda trasera directamente conectada al motor. Arrancar el motor sin desconectar la rueda trasera hará que la motocicleta arranque con sacudidas, lo que puede ser muy peligroso.

- Por lo tanto, es necesario desconectar el embrague hasta que la velocidad del motor se incremente hasta un cierto nivel. Esto es, el motor se debe arrancar con la rueda trasera desconectada, y después de que el motor haya generado el torque necesario para impulsar la rueda trasera, se conecta lentamente el embrague para que la motocicleta pueda efectuar un arranque suave. Durante la operación, es necesario cambiar la velocidad y el torque del motor, desplazando los engranajes dependiendo de las condiciones de la carretera. Para desplazar los engranajes, se debe desacoplar temporalmente el embrague, ya que los piñones se podrían dañar por el impacto.



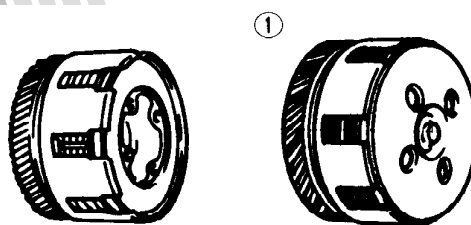
2. Tipos de embrague

Hay los siguientes tipos de embragues:

(1) Clasificación por construcción (sistema de transmisión)

① Embrague tipo disco

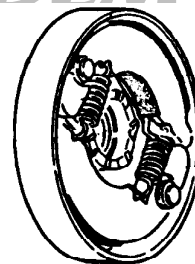
Las placas giratorias de fricción están distribuidas alternativamente. Para aplicar el embrague, las placas en los lados conductor y conducido se empujan entre sí, (por medio de resortes (tipo manual) o por fuerza centrífuga).



Embrague centrífugo de disco Embrague manual de disco

② Embrague de zapatas centrífugas

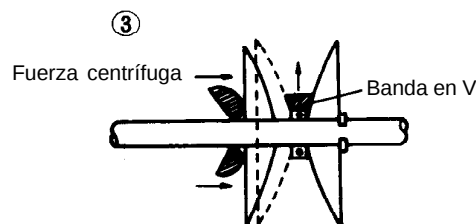
Las zapatas de fricción son impulsadas hacia afuera por la fuerza centrífuga para que queden en contacto con la campana.



Embrague centrífugo de zapata

③ Embrague por banda en V

El sistema de embrague por banda en V consiste de una banda en V y de poleas, una de las cuales, se mueve por fuerza centrífuga para que la banda en V sea forzada hacia afuera, acoplando luego el embrague automáticamente. Este tipo se usa principalmente en vehículos de nieve y en algunas motocicletas.



Embrague de banda en V

(2) Clasificación por sistemas de operación

1) Embragues manuales

El embrague manual es operado por el conductor; halando la palanca del embrague lo desacopla y liberándola acopla el embrague. Para esta aplicación se usa un embrague tipo disco. La mayoría de las motocicletas emplean este tipo de embrague.

2) Embragues centrífugos (Embrague automático)

El embrague es acoplado y desacoplado haciendo uso de la fuerza centrífuga producida por la rotación del cigüeñal. Cuando la velocidad del motor es baja, el embrague está desacoplado y cuando es alta, el embrague se acopla automáticamente. Hay tipos de discos y de zapatas y son la mayoría usados en scooters y motocicletas familiares.

(3) Clasificación del embrague por el medio ambiente

1) Embragues húmedos

El embrague está localizado en la tapa de la carcasa del motor, y parte del embrague está sumergido en aceite para que su operación sea muy suave. Muchos de los embragues de discos y de zapatas son del tipo húmedo.

2) Embragues secos

El embrague está localizado fuera de la cámara de aceite y siempre está expuesto al aire, y por lo tanto, la disipación del calor es buena. El sistema seco tiene una acción de embrague segura y es una característica general para los embragues secos. Este tipo de embrague se usa ampliamente para competencias de velocidad.

(4) Tipos de embragues de disco

1) Tipo de un solo disco

Se usa únicamente un disco. Ya que el área de las superficies de fricción es pequeña, se necesita un disco de gran diámetro.

2) Tipo de disco múltiple

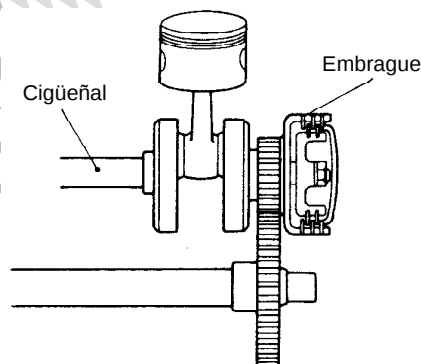
Los discos se ponen juntos para poder obtener una gran área de superficie de fricción y que la transmisión de potencia sea suave. También permite un diseño compacto y por lo tanto, es adecuado para los motores de las motocicletas. Se usan en tipos manuales y centrífugos.

(5) Clasificación por posición del embrague

1) Tipo de conexión directa

El embrague está montado en el cigüeñal y de este modo, el embrague gira tan rápido como el motor. Son requeridos para un trabajo de precisión y durabilidad.

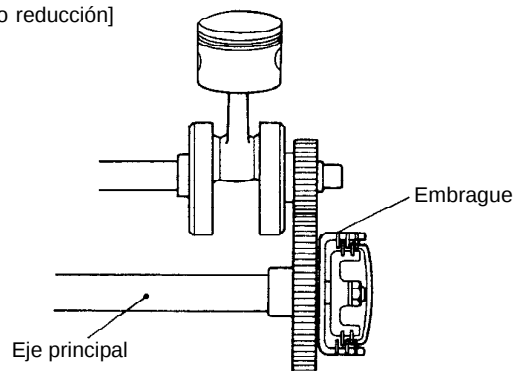
[Tipo de conexión directa]



2) Tipo reducción

El embrague está montado sobre el eje principal (de la transmisión) y por lo tanto, la velocidad del motor es reducida y se puede asegurar una mayor vida del embrague. Ya que el torque del motor a ser transmitido es mayor, el área de las superficies de fricción debe ser mayor.

[Tipo reducción]



* Como se discutió anteriormente, hay muchos tipos de embragues pero los embragues más ampliamente usados son:

- Tipo manual: los embragues multidisco húmedo tipo reducción son usados por la mayoría de las motocicletas.
- Tipo centrífugo: embragues multidisco, embragues de zapatas húmedas y embragues de zapatas secas, disponibles en los tipos de conexión directa y de reducción. El tipo disco se usa principalmente para motocicletas de placer, y el tipo de zapatas para motocicletas familiares livianas.

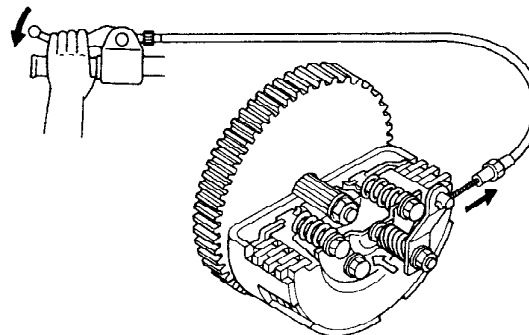
3. Construcción y operación del embrague

(1) Embrague multidisco húmedo tipo manual

Las placas del embrague y las placas de fricción son constantemente empujadas entre sí por los resortes del embrague, a través de lo cual, se transmite la potencia del motor. El embrague se desacopla liberando los resortes del embrague con la palanca del embrague.

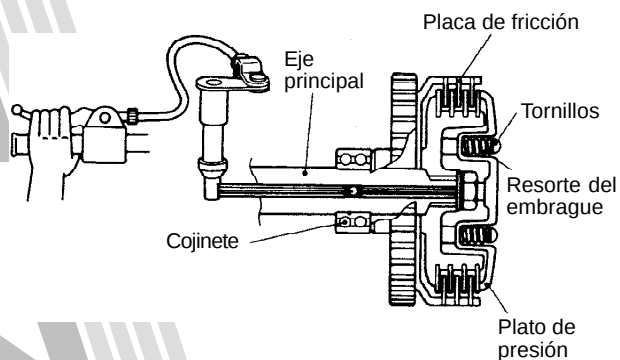
○ Tipo de empuje externo

Para desacoplar el embrague, se empuja la placa de presión hacia adentro, desde afuera (Para motocicletas pequeñas).



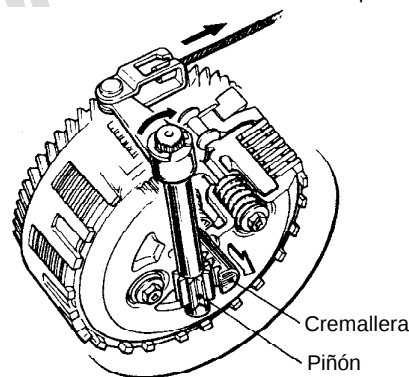
○ Tipo de empuje interno

Para desacoplar el embrague, la placa de presión se empuja hacia afuera, desde adentro (para motocicletas de tamaño mediano y grande).



○ Tipo de halar externamente (cremallera y piñón)

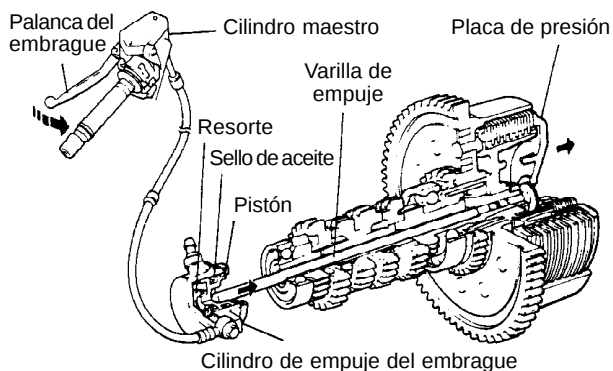
Este embrague hace posible la operación de enganche y de desenganche de una forma directa. Tiene una construcción simple que aumenta su durabilidad y su bajo peso, contribuyendo a que las máquinas de alto rendimiento sean compactas.



○ Embrague hidráulico

La operación del embrague hidráulico es rápida y más efectiva, además, es libre de mantenimiento. Cuando la palanca del embrague es apretada, la operación de la presión hidráulica del cilindro maestro mueve el pistón del embrague del cilindro de empuje. El pistón opera moviendo la varilla de empuje y el plato de presión, así, el embrague es desenganchado.

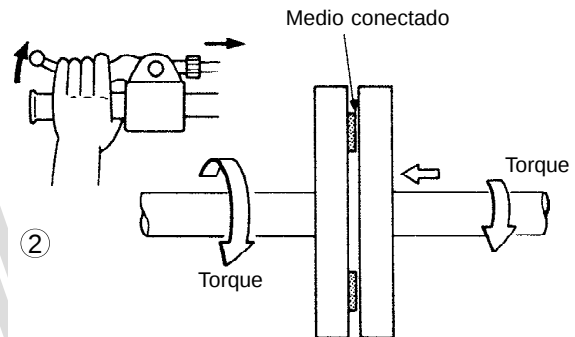
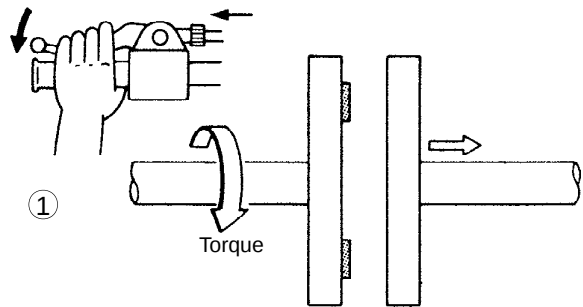
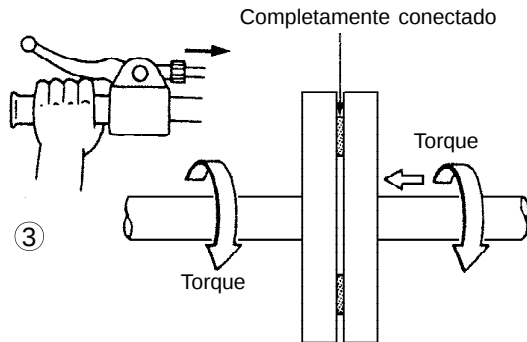
El cilindro de empuje del embrague está formado por el cuerpo, el resorte, el pistón y el sello de aceite. Suministra excelentes resultados de rendimiento y durabilidad.



○ Transmisión de potencia

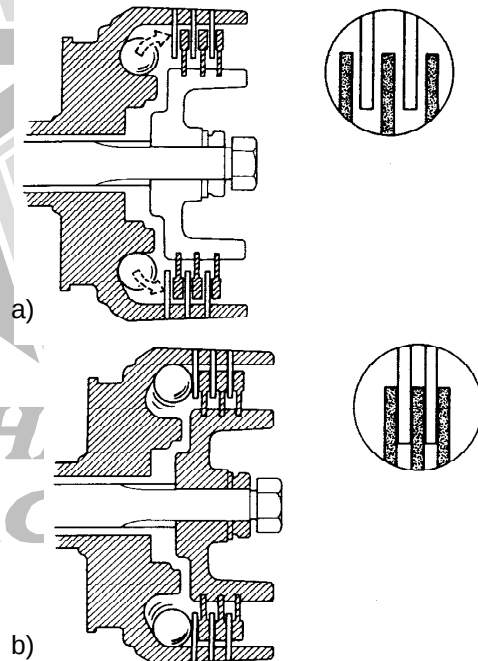
Cigüeñal → Piñón conductor primario →
Piñón conducido primario (Copa del em-
brague) → Placa de fricción → Placa
de embrague → Manzana del embrague
→ Eje principal (Transmisión).

Cuando el embrague está desacoplado, la
palanca de presión se mueve hacia afuera y
las placas de fricción y las placas del em-
brague son liberadas para detener la trans-
misión de potencia del motor.



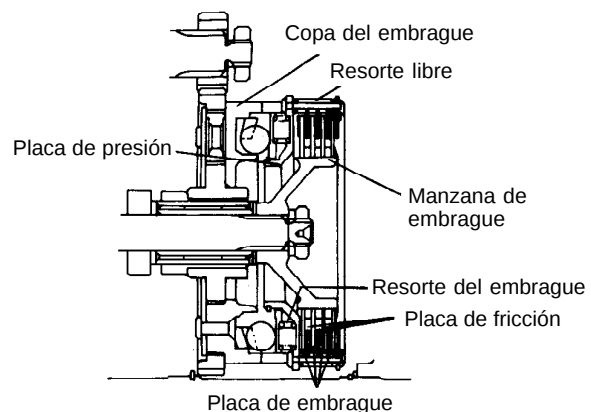
(2) Embragues centrífugos multidiscos húmedos

Cuando gira el cigüeñal, los pesos del em-
brague (rodillos o bolas) son empujados hacia
afuera por la fuerza centrífuga, empujando de
este modo, las placas del embrague y las pla-
cas de fricción para acoplar el embrague. Cuan-
do la velocidad del motor es baja, el embrague
está desacoplado, y cuando la velocidad del
motor se incrementa, las placas del embrague
y las placas de fricción son empujadas gradual-
mente entre sí, permitiendo de este modo, que
se transmita la potencia del motor. Por lo tanto,
este tipo de embrague permite un arranque
suave, ya que el embrague está en un estado
de "medio embragado". Cuando la velocidad del
motor se incrementa, el embrague realiza un
acople completo, transmitiendo así, toda la po-
tencia del motor sin pérdidas.



○ Transmisión de potencia de motor

Cigüeñal → Piñón conductor primario → Pi-
ñón conducido primario (copa del embrague)
→ (la placa de presión es empujada por las
bolas impulsadas hacia afuera por la fuerza
centrífuga a una velocidad específica) →
Placa del embrague → Manzana del em-
brague → Eje principal (transmisión).



(3) Embrague centrífugo de zapatas

Las zapatas giran completas (integradas con pesas) con el cigüeñal. Cuando la velocidad del motor se incrementa, las pesas son impulsadas hacia afuera por la fuerza centrífuga y así, entran en contacto con la pared interna de la campana del embrague, permitiendo así, que la potencia del motor se transmita a la campana. El embrague puede ser acoplado y desacoplado de igual manera que otros embragues.

* Tensión de los resortes del tipo zapatas

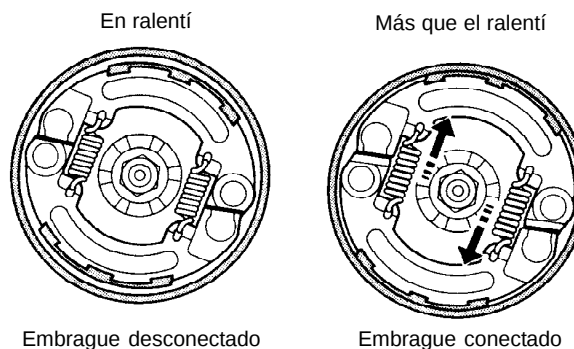
En el embrague centrífugo, los resortes de cierre y los resortes de tensión de las zapatas vencen la fuerza centrífuga de las pesas, manteniendo el embrague desacoplado, hasta que la velocidad del motor se incrementa a una velocidad específica (torque). Cuando la velocidad del motor se incrementa, ambos resortes son vencidos por la fuerza centrífuga, acoplando así el embrague, para transmitir la potencia del motor.

○ Embragado (embrague centrífugo)

Con el embrague centrífugo, la transmisión de la potencia comienza cuando la velocidad del motor se incrementa.

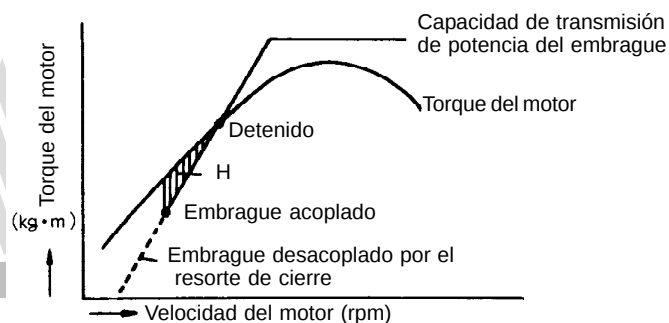
○ Detención (embrague centrífugo)

Esto ocurre cuando el torque del motor y el torque transmitido por el embrague son iguales.



Embrague desconectado

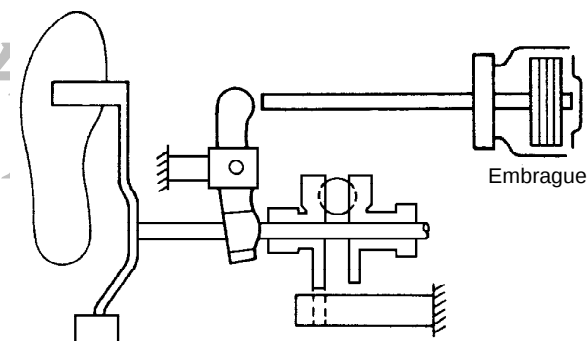
Embrague conectado



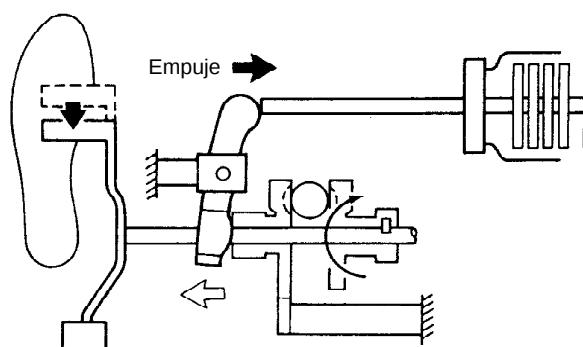
(4) Embrague Auto-liberado

Este tipo de embrague no crea mucho choque mecánico cuando realiza los cambios de velocidad.

○ Embrague conectado.



○ Embrague desconectado



4. Transmisión y mecanismos de desplazamiento

La transmisión está situada entre el embrague y el engranaje de reducción secundaria (sistema de conducción de la rueda trasera). Esta, cambia las relaciones de los engranajes dependiendo de las condiciones de operación o de la carretera, por ejemplo, arranque, aceleración, pendientes, superficies de la carretera, presión del viento, etc, en orden a variar la velocidad o el torque de la rueda trasera. La razón por la que las relaciones de los engranajes tienen que ser cambiadas: cuando una motocicleta arranca o asciende una colina, es innecesaria una alta velocidad pero se requiere un gran torque. De otro lado, cuando una motocicleta corre sobre una carretera plana, se requiere velocidad pero no es necesario un gran torque. Para incrementar el torque del motor (fuerza de conducción), se debe reducir la velocidad del motor a través de los engranajes de reducción primaria y secundaria. Además, es necesario hacer un uso eficiente del torque del motor dependiendo de las condiciones del camino, para evitar ejercer cargas extras sobre el motor.

(1) Tipos de transmisiones

- El desplazamiento de los engranajes es realizado por el conductor. . . Transmisión tipo engranajes (usado por la mayoría de las motocicletas).
- Cambio automático de velocidad dependiendo de la velocidad y de la carga del motor... Convertidor, banda en V, transmisión automática de 2 velocidades, transmisión interconectada con embrague automático (usado por la mayoría de los ciclomotores y motocicletas familiares livianas).

(2) Transmisión tipo engranajes

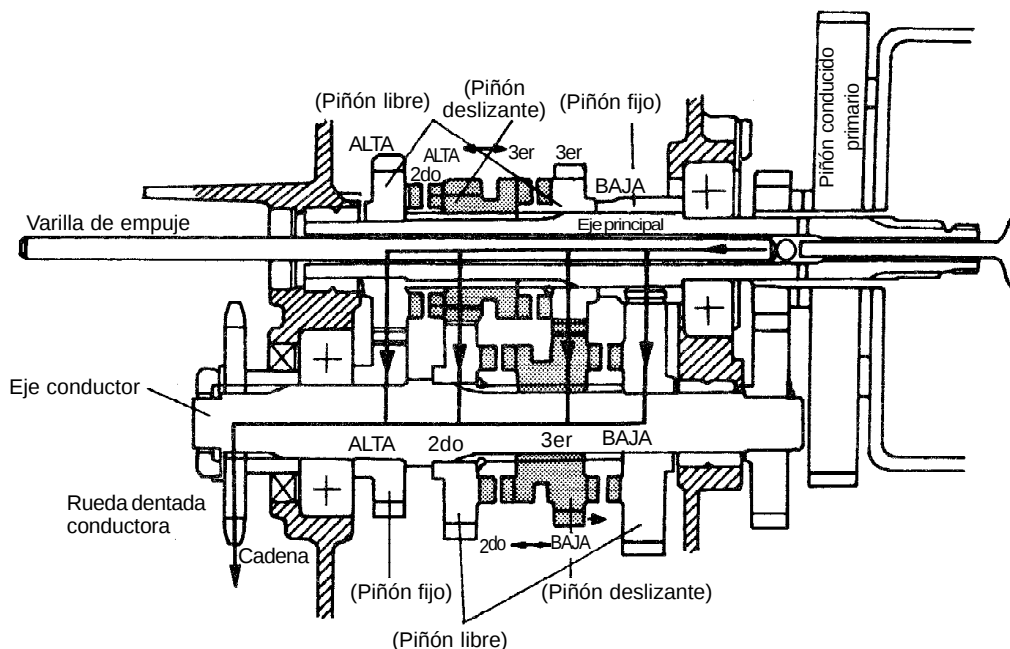
Variando las relaciones de los engranajes, se cambia la velocidad y el torque del motor. Muchas motocicletas emplean este tipo de transmisión.

○ Tipo engranaje constante con embrague de garras

Los piñones sobre el eje principal están en engranaje constante con los piñones sobre el eje conductor. Los piñones incluyen piñones fijos (girando con el eje), piñones libres, (girando sobre el eje) y piñones desplazables, que se pueden deslizar hacia la izquierda o hacia la derecha, actuando como piñones fijos con relación al eje.

Los piñones están equipados con garras, y cuando se presiona el pedal de cambios, un piñón deslizante se mueve hacia los lados para engranar con un piñón libre adyacente para que la potencia del motor sea transmitida. La relación del número de dientes de un piñón sobre el eje conductor, al número de dientes del piñón sobre el eje principal se llama "relación de engranajes".

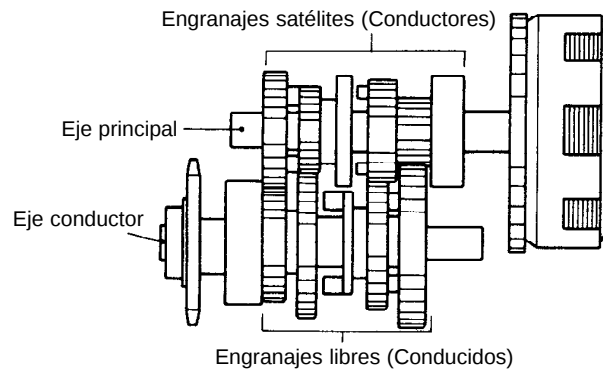
Relación de engranaje = Número de dientes sobre el eje conducido / Número de dientes sobre el eje conductor.



(3) Principios de Operación

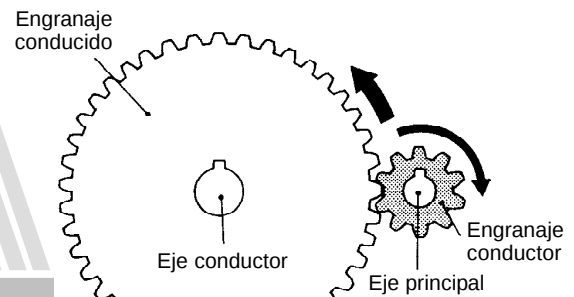
○ Transmisión

Combinación de engranajes.



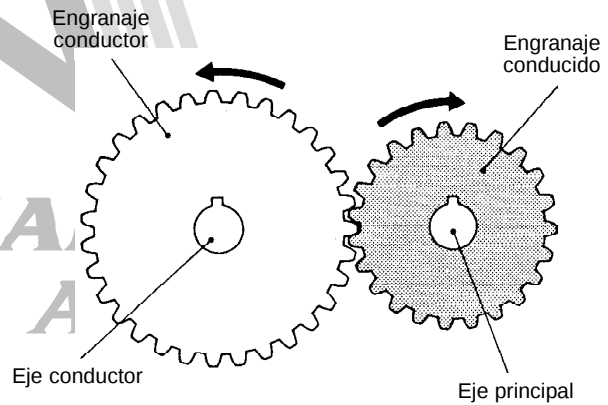
1) Engranajes de baja velocidad (para arrancar y subir cuestas).

Velocidad motocicleta	Torque
Baja	Grande



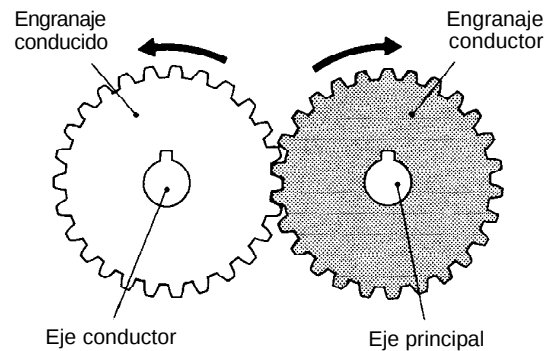
2) Engranajes de velocidad media.

Velocidad motocicleta	Torque
Media	Medio



3) Engranajes de velocidad alta.

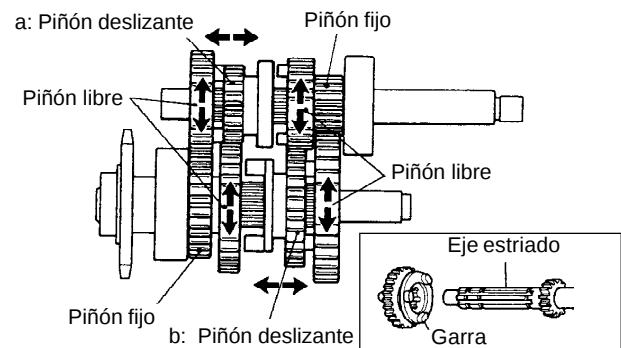
Velocidad motocicleta	Torque
Rápida	Pequeño



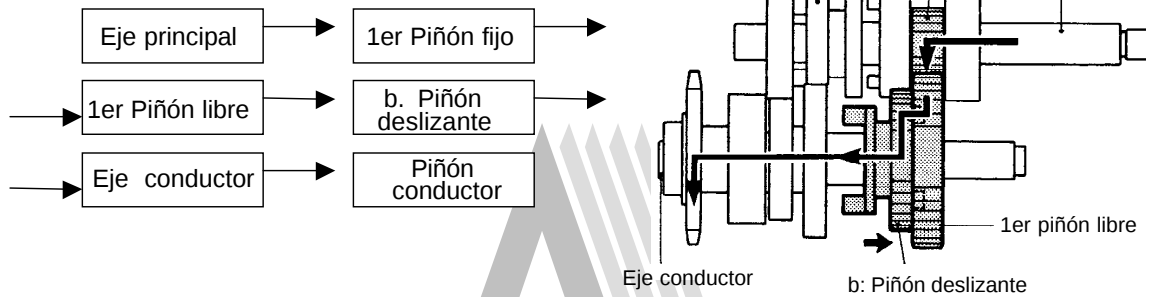
(4) Operación de la transmisión

○ Nombre del piñón

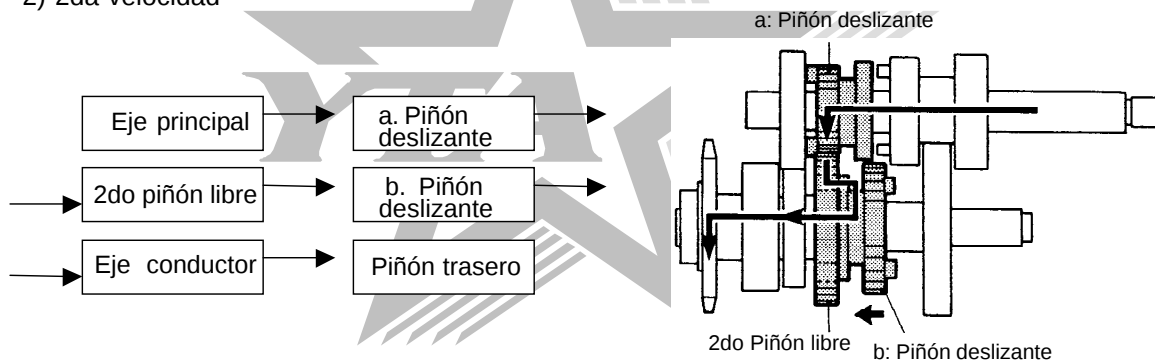
- Piñón fijo
- Piñón libre
- Piñón deslizante



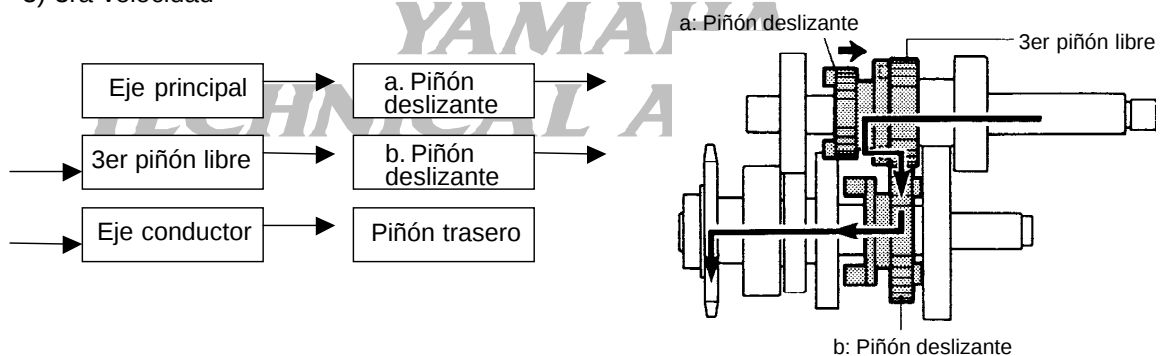
1) 1ra velocidad (baja)



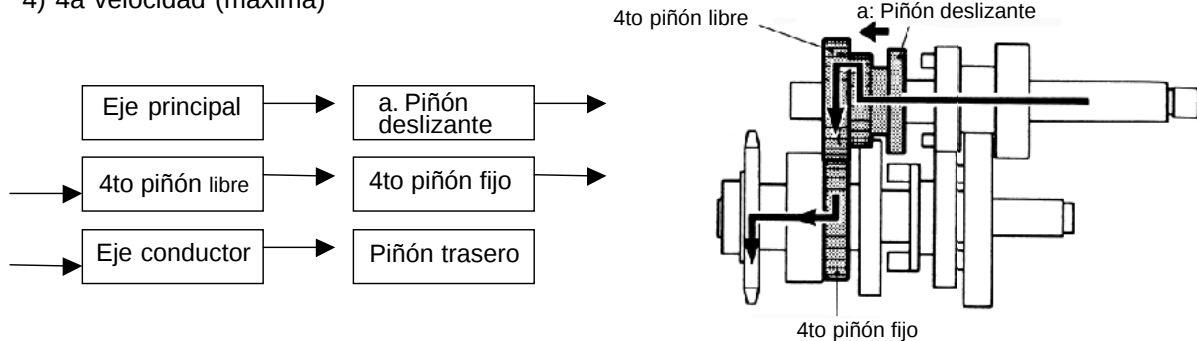
2) 2da velocidad



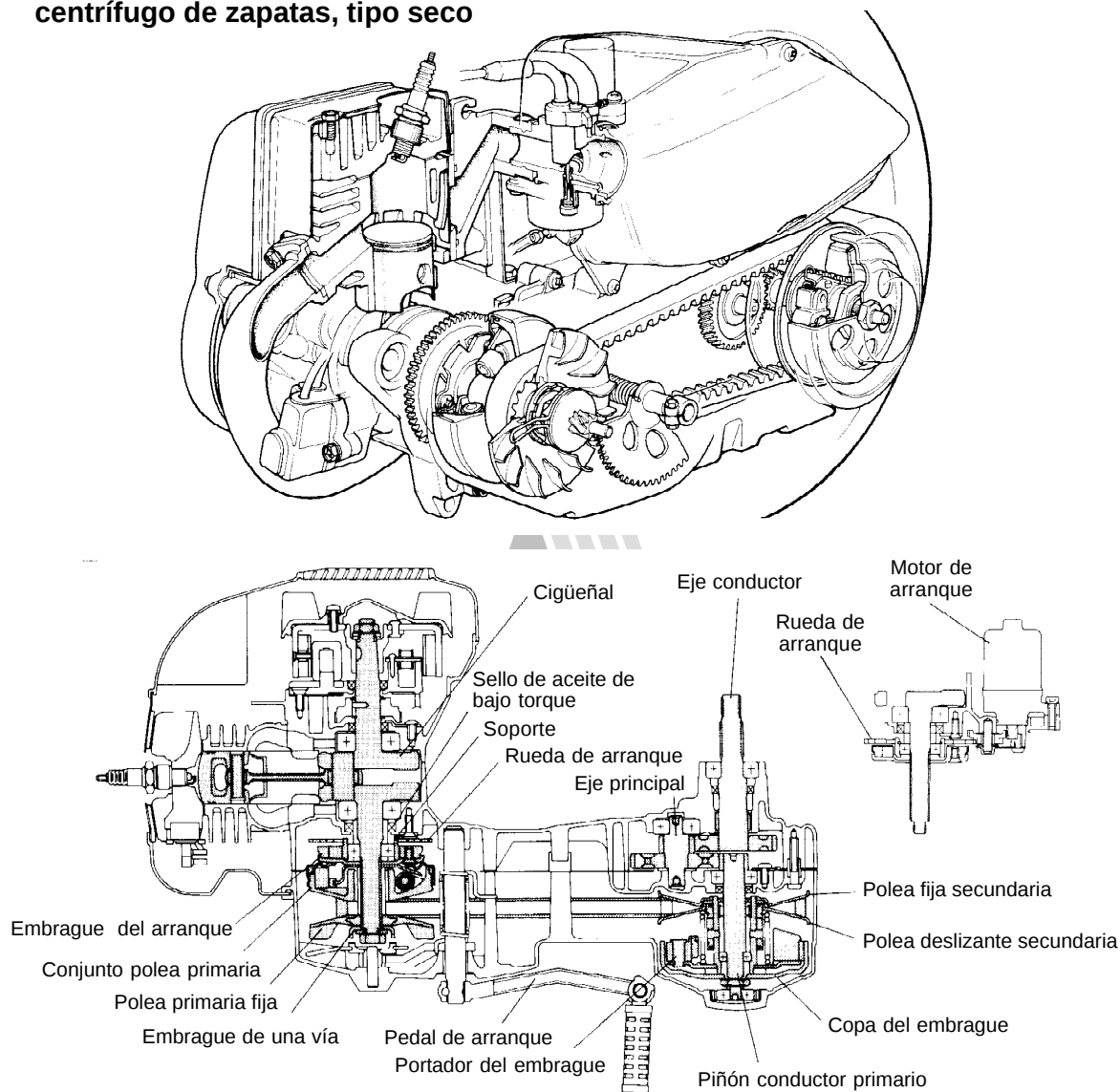
3) 3ra velocidad



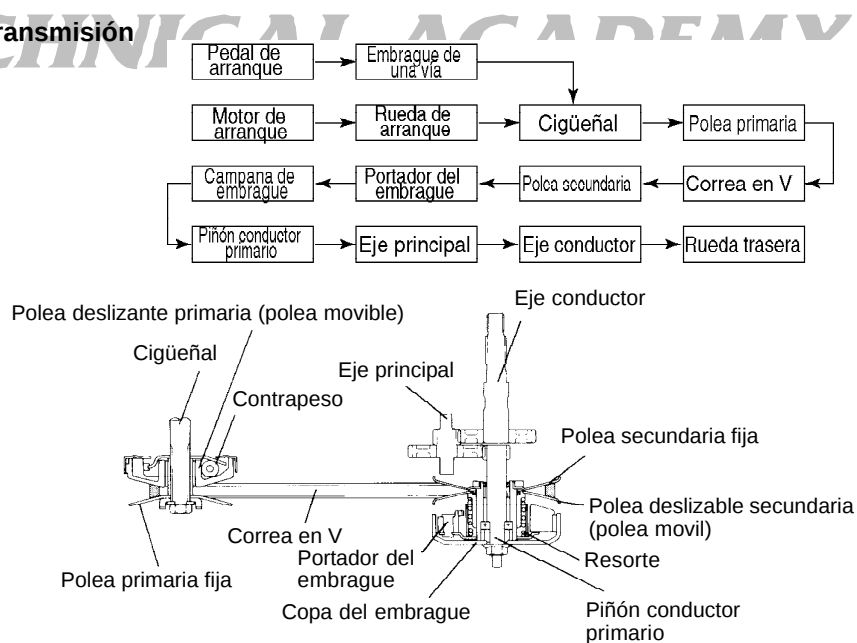
4) 4a velocidad (máxima)



(5) Powerfmatic (mecanismo de cambio sin etapas por correa en V)...Embrague centrífugo de zapatas, tipo seco

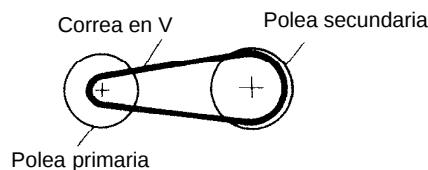
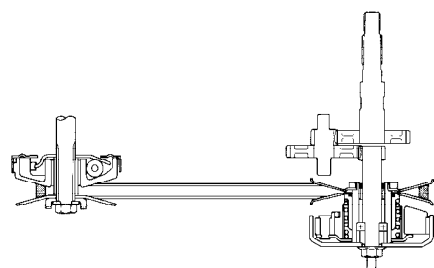


1) Orden de la transmisión



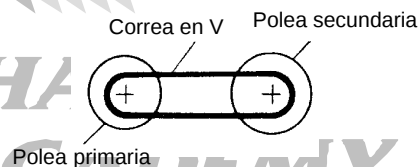
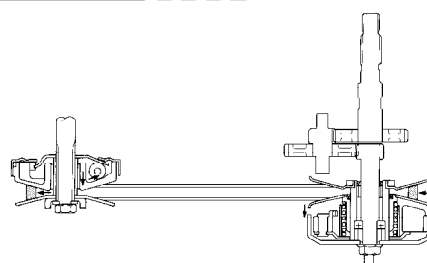
○ Ralentí

Durante el ralentí, aunque la potencia es transmitida por medio de la polea primaria, la correa en V y la polea secundaria, al portador del embrague, la fuerza centrífuga del portador del embrague es más débil que la fuerza del resorte del embrague, por lo tanto, las zapatas del embrague no pueden presionarse contra la parte interior de la campana del embrague y la potencia no es transmitida.



○ Arranque y conducción a baja velocidad

Cuando la velocidad del motor alcanza las 3.000 rpm, la fuerza centrífuga del portador del embrague es más fuerte que el resorte del embrague, así, las zapatas del portador del embrague se presionan contra la parte interior de la campana del embrague y se genera una fuerza de fricción (transferencia de torque). En este momento, la posición de la correa en V está en la parte interior de la polea primaria y en la posición más externa de la polea secundaria. Esta es la máxima relación de reducción, y transfiere suficiente impulso a la rueda trasera para el arranque.

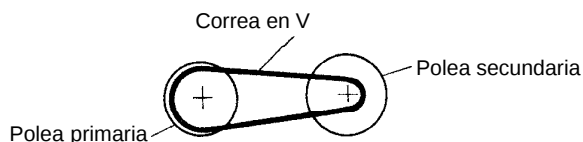
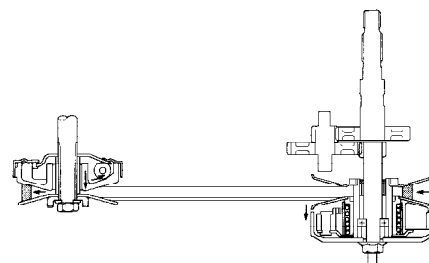


○ Rango de media velocidad

Cuando la velocidad del motor aumenta, la fuerza centrífuga mueve los contrapesos hacia afuera. Este movimiento de los contrapesos empuja la polea deslizante primaria hacia el lado de la polea fija primaria, y la correa en V es empujada hacia afuera (el diámetro de la correa en V se incrementa).

Como el diámetro de la polea primaria aumenta, la correa en V tira de la polea secundaria ya que su longitud es fija. La correa en V es empujada hacia adentro antes de que la fuerza de la correa y el resorte sean iguales (el diámetro de la correa disminuye).

Así, la relación de reducción es gradualmente reducida desde el máximo y la rotación de la polea secundaria gradualmente también aumenta la velocidad.



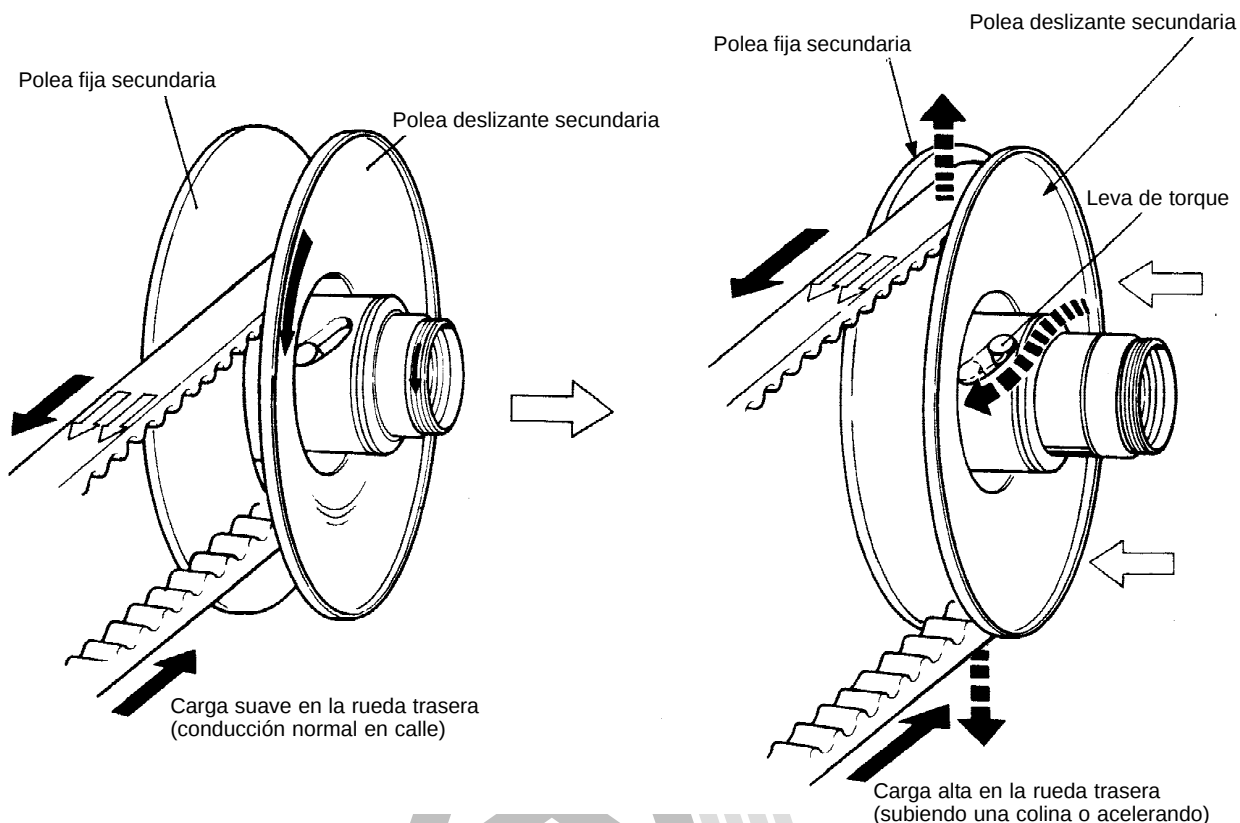
○ Rango de alta velocidad

Como la velocidad del motor aumenta, los contrapesos son movidos a su posición mas externa, la polea deslizante primaria es empujada hacia la polea fija primaria y la correa en V es empujada hasta la posición más externa.

Inversamente, la polea secundaria es empujada hasta la posición más interna y la relación de reducción se hace mínima.

2) Leva de torque

Cuando se requiere un gran torque para ascender una pendiente, la leva de torque opera para que la máquina pueda ascender suavemente, independiente de la técnica del conductor.



○ Operación

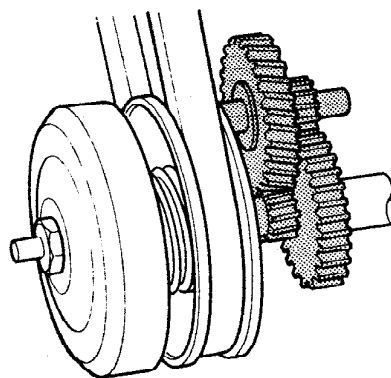
Cuando una motocicleta llega a una pendiente, la carga en la rueda trasera se incrementa y la velocidad del vehículo se reduce, por lo tanto, el conductor debe abrir el acelerador.

Cuando el acelerador es abierto, el torque del motor se incrementa y la leva de torque hace que la polea deslizante secundaria fuerce la correa en V. Como resultado, la correa en V se mueve hacia afuera y así, la relación de reducción se incrementa, por lo que la fuerza de conducción de la rueda trasera también se eleva.

Por lo tanto, se puede obtener una excelente capacidad de ascenso y de aceleración sin impactos ocasionados por las variaciones.

○ Reducción de engranajes

Una reducción de engranajes ha sido instalada para incrementar la fuerza de salida de la rueda trasera.

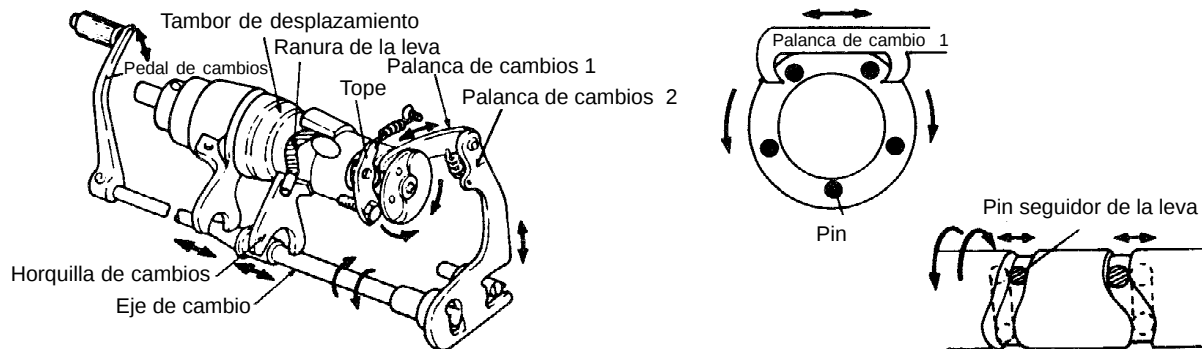


(6) Mecanismo de desplazamiento (cambios)

Operando el pedal de cambios, se mueve la horquilla de desplazamiento ajustada a un piñón desplazable. Se usa principalmente un mecanismo de desplazamiento del tipo leva de tambor.

○ Tipo leva de tambor

Cuando el pedal de los cambios se mueve hacia arriba y hacia abajo, las palancas de cambios (2) y (1) integradas con el eje de cambios se accionan y empujan o tiran de un pin en el extremo del tambor, girando así el tambor. El tambor tiene una ranura de levas en la cual, está ajustado un pin seguidor de la horquilla de cambios para desplazar un piñón deslizante. Cuando el tambor gira, el pin se mueve hacia los lados para operar la horquilla de cambios.



○ Sistema de operación del pedal de cambios

1) Tipo vaivén (balancines)

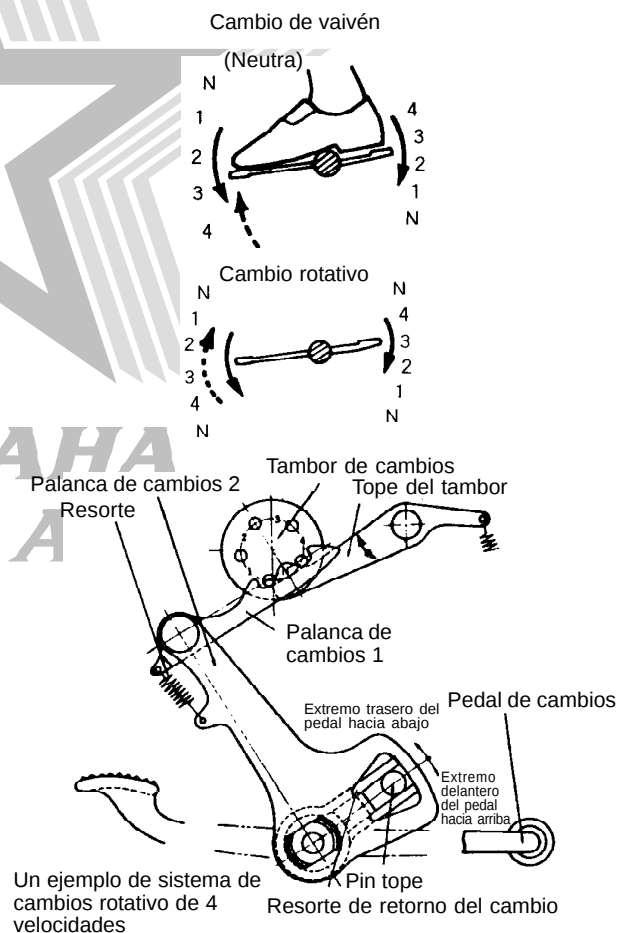
La ranura de levas en el tambor de desplazamiento tiene un punto muerto y por lo tanto, el tambor de desplazamiento no puede ser girado indefinidamente. En otras palabras, el pedal de cambios puede ser presionado alternativamente en los lados frontal y trasero para hacer los cambios en orden de 1a., 2a., 3a y cambio superior. Para desplazar los cambios hacia abajo, el pedal se debe operar en el orden inverso.

2) Tipo rotativo

La ranura de levas en el tambor de desplazamiento permite al tambor de desplazamiento girar continuamente. El pedal de los cambios puede ser presionado continuamente en la misma dirección y los piñones cambian desde 1a. al mayor y luego, desde el mayor a neutra.

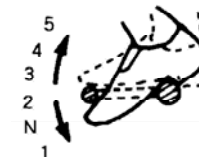
3) Tipo retorno

Para cambiar de neutra a 1a., se presiona el frente del pedal de los cambios, pero para cambiar de neutra a 2a., 3a., . . . superior, se empuja el extremo frontal del pedal de los cambios. Para cambiar hacia abajo, se invierte el orden. Este sistema de cambios se llama "1-abajo 5-arriba". La neutra está situada entre los cambios 1a. y 2a.



Un ejemplo de sistema de cambios rotativo de 4 velocidades

Cambio de retorno



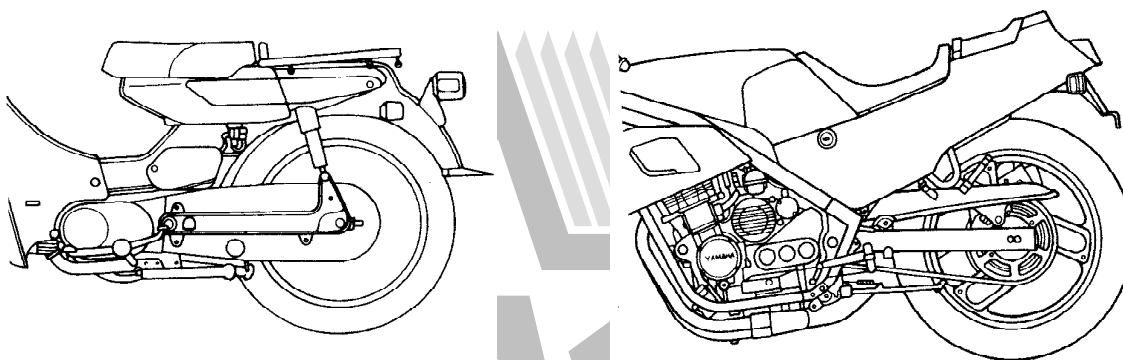
5. Mecanismos de transmisión final

El mecanismo final de conducción transmite la velocidad del motor, reducida por la transmisión, a la rueda trasera. Hay dos sistemas diferentes, transmisión por cadena y transmisión por cardán; hay un sistema de transmisión por correa que es usado en algunas motocicletas.

El mecanismo de transmisión final es también usado para cambiar (desacelerar) la rotación del eje de salida de la transmisión; esto es llamado reducción secundaria.

(1) Sistema de transmisión por cadena

En este sistema, la rueda dentada conductora en el lado de la transmisión y la rueda dentada conducida en la rueda trasera están conectadas por una cadena. En general, las motocicletas de propósito comercial están equipadas con un guardacadenas completo para toda la cadena, con el fin de protegerlas del polvo y del pantano e incrementar su durabilidad. Sin embargo, muchas motocicletas deportivas tienen un guardacadenas medio, para la mitad superior de la cadena. Este tipo de cadena requiere de lubricación periódica y chequeo de la tensión de la cadena.



(2) Sistema de transmisión por cardán

La potencia de la transmisión es transferida como una rotación lateral del cardán al piñón cónico espiral de la caja de cambios de la rueda trasera, donde es convertida en una rotación vertical para conducir la rueda trasera. En este sistema de transmisión, hay dos métodos para conectar el cardán de acuerdo con la posición del motor (disposición de los cilindros).

○ Tipo montura horizontal

- En el caso de un motor paralelo horizontalmente, el cigüeñal está situado de lado y por lo tanto, el eje principal se intercepta en ángulo recto con el eje de la transmisión. El otro extremo del eje de transmisión tiene un piñón espiral engranado con la rueda dentada de la llanta trasera, de tal forma, que ésta, pueda ser girada en la misma dirección del cigüeñal.

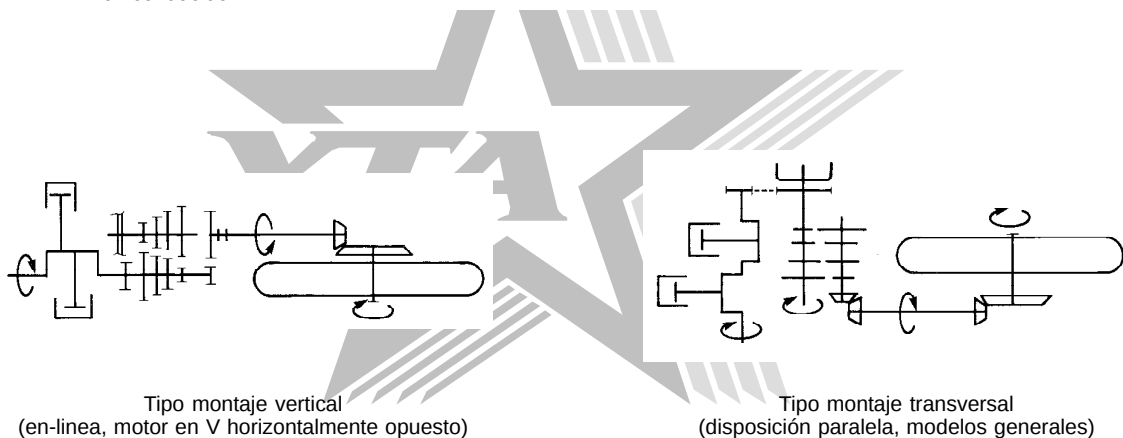
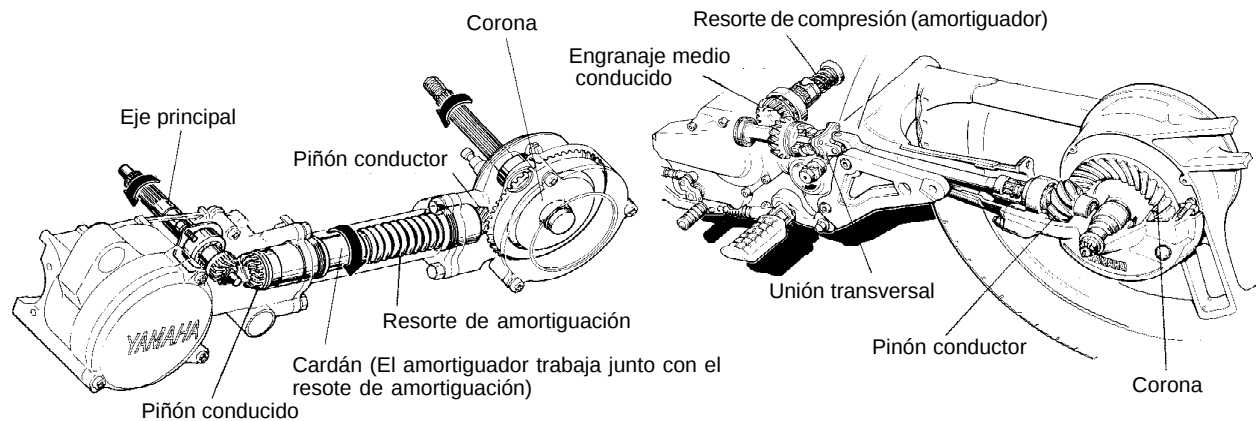
La carcasa del eje de la transmisión sirve como brazo oscilante y así el eje de la transmisión se mueve hacia arriba y hacia abajo o hacia atrás y hacia adelante. Para prevenir que el eje de la transmisión se desengrane de la rueda dentada en el lado de la transmisión, se usa una junta universal o una junta de empalme. Las motocicletas de tamaño pequeño emplean una unidad de tipo oscilante en la cual se integra el motor con el eje de la transmisión.

- Comparado con el sistema de transmisión por cadena, tienen menos pérdidas de potencia y el engranaje de la transmisión está constantemente lubricado. Tiene mayor durabilidad, bajo ruido y una operación libre de mantenimiento.

○ Transmisión de potencia del tipo cardán (para motocicletas suaves)

El movimiento de rotación del embrague es transmitido desde el embrague hasta el eje principal, la dirección de la rotación es cambiada por el piñón del engranaje conducido y transmitido al cardán. Luego, el piñón del engranaje conductor rota la corona y así, la rueda trasera gira.

*El cardán tiene un mecanismo de amortiguación, el cual trabaja junto con el resorte de amortiguación.



YAMAHA
TECHNICAL ACADEMY

○ Tipo montaje vertical

Los motores horizontalmente opuestos o en V, rotan lateralmente y la potencia es transmitida sin variar desde el cardán por vía de la transmisión y luego es convertida en una rotación vertical por el piñón cónico espiral.

6. Mecanismo de puesta en marcha

Para arrancar el motor, se debe girar el cigüeñal. Hay tres sistemas diferentes:

○ Arranque por pedal

Presionando la palanca (pedal) con el pie, se mueve el motor.

○ Arranque por motor

Operando un motor eléctrico usando una batería, se mueve el motor.

○ Arranque empujando la motocicleta hacia adelante

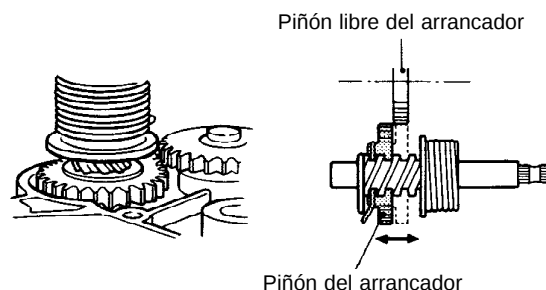
Empujando la motocicleta, se mueve el motor.

En general, se adoptan los arrancadores de pedal en motocicletas de tamaño pequeño y mediano y en el caso de motocicletas de tamaño grande, se usan motores arrancadores, (en unión de arrancadores de pedal). Las máquinas de competencias de velocidad no están equipadas con mecanismos de arranque, por lo cual, deben arrancar empujando la motocicleta hacia adelante desde una posición de parada. También en el caso de fallas del arrancador de pedal o del motor de arranque, el motor se puede encender empujando la motocicleta.

(1) Tipo de arranque por pedal

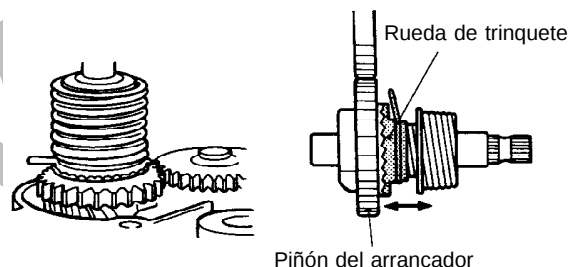
1) Arranque a pedal y engranaje

Únicamente cuando el pedal es pateado, el engranaje del arrancador engrana con el piñón compañero. El área de contacto del eje del pedal con el piñón tiene ranuras en espirales, y cuando el eje arrancador se gira, el piñón del arrancador se mueve axialmente para engranar con su piñón compañero.



2) Arranque a pedal tipo trinquete

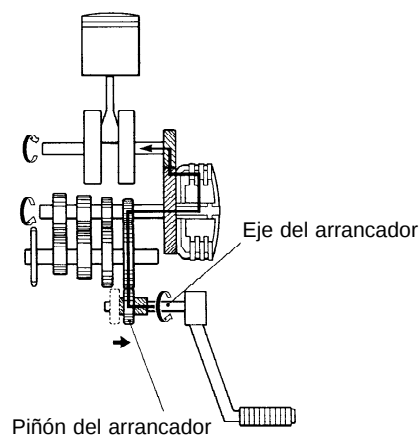
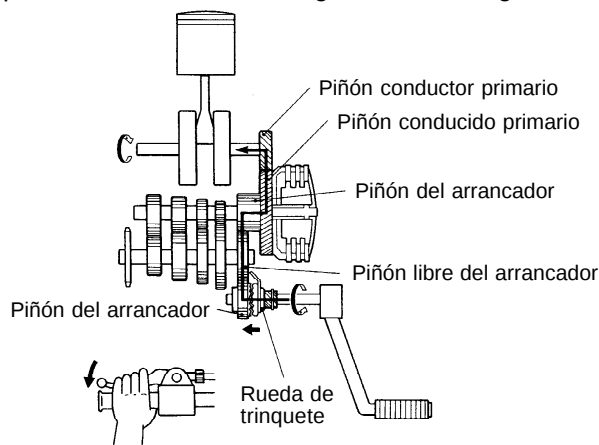
El piñón arrancador está engranado constantemente con el piñón compañero, pero el piñón gira libremente, independiente del eje arrancador. El área de contacto del eje del arrancador tiene ranuras en espiral y cuando el eje del arrancador se gira, la rueda de trinquete se mueve axialmente para engranar con las horquillas del piñón arrancador, accionando luego el piñón.



3) Sistema de arranque primario

En este sistema el torque del eje arrancador es transmitido en la ruta siguiente:

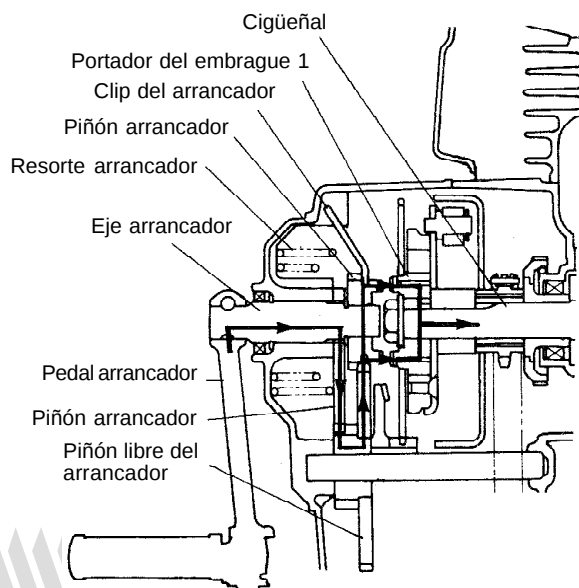
Rueda del arrancador → Piñón libre del arrancador → Piñón arrancador → Piñón conducido primario → Piñón conductor primario → Cigüeñal. Este sistema permite arrancar el motor en cualquier posición de los engranajes (diferente de neutro) y se llama sistema de "arranque primario". Cuando el motor gira por medio de la transmisión, el eje principal gira y por lo tanto, si el embrague está desengranado, es imposible girar el piñón conducido primario. De este modo, es necesario patear en neutra sin desengranar el embrague.



(2) Motocicletas con embrague centrífugo

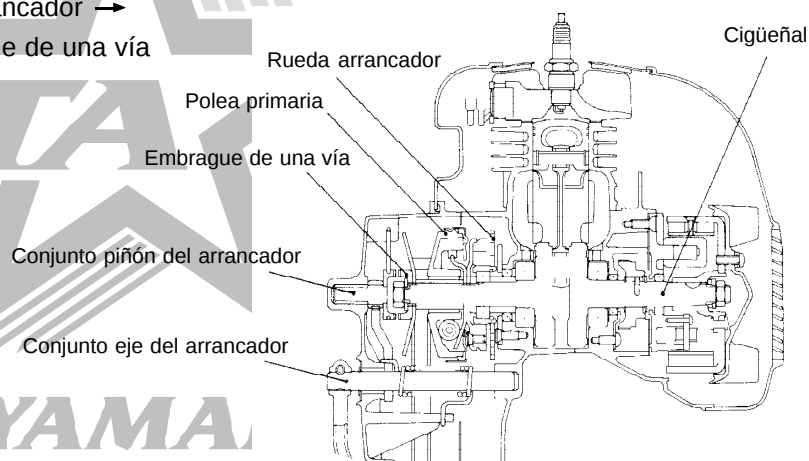
1) Embrague tipo zapata

En una motocicleta con zapatas de embrague instaladas en el cigüeñal, el piñón arrancador está engranado con el portador del embrague, rotando de este modo la zapata del embrague y el cigüeñal (Rueda del arrancador → Piñón libre del arrancador → Piñón arrancador → Portador del embrague → Cigüeñal).



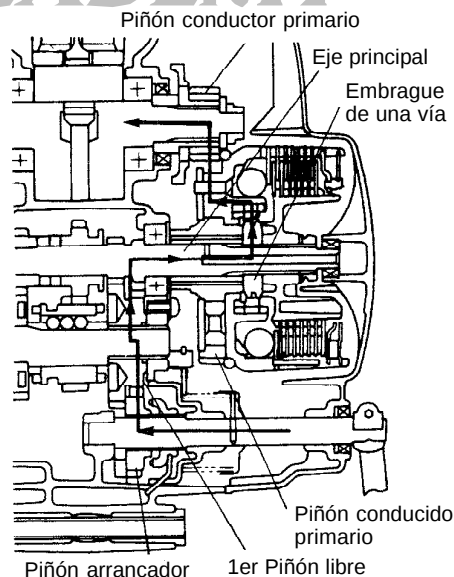
○ Tipo correa en V

Pedal de arranque → Eje arrancador → Piñón arrancador → Embrague de una vía → Cigüeñal.



2) Embrague tipo disco

El torque del arrancador es transmitido a través de la transmisión, pero el embrague, es un embrague de una dirección, por lo tanto, el torque del arrancador se transmite del eje principal al piñón conducido primario. Sin embargo, cuando el arrancador es pateado, se debe colocar la transmisión en neutra. Piñón arrancador → 1er piñón libre → Eje principal → Embrague de una vía → Piñón conducido primario (Conjunto de la campana del embrague) → Piñón conductor primario → Cigüeñal.





IV BASTIDORES - CONSTRUCCION BASICA Y OPERACION



[1] Bastidor (chasis)

1. Funciones del bastidor

El bastidor es el esqueleto de una motocicleta. Soporta el motor y acomoda el equipo eléctrico. Por otra parte, debe tener la resistencia y la rigidez suficientes para transportar al conductor y soportar los choques de la carretera y aún así, debe ser liviano y estable con una distribución adecuada de pesos y un excelente efecto amortiguador. Entre otros requisitos están la productividad, además del diseño y del estilo que deben reunir el propósito de la motocicleta.

2. Clasificación y tipos de bastidores

Hay varios tipos de bastidores. Pueden ser clasificados por 1) materiales y 2) por las formas.

(1) Clasificación por los materiales

1) Bastidor de tubos de acero (Bastidor tubular)

El bastidor de tubos de acero se fabrica soldando miembros tubulares directamente o a través de tirantes o conectados con tuercas y con tornillos. Se emplean principalmente las soldaduras de tirantes (las uniones de tirantes se hacen de acero forjado o de fundición y se conectan por medio de tubos ajustados en los tirantes).

- Los tubos de acero ofrecen muchos tipos de tamaños y son recomendados para la fabricación de bastidores ya que tienen muchos méritos en mecánica estructural. Permiten modificaciones y reparaciones fáciles y por lo tanto, se usan ampliamente para motocicletas deportivas, también como para motocicletas familiares y de placer, debido a la facilidad de su diseño.

2) Bastidor de placas de acero (Bastidor prensado)

Las secciones están hechas de placas de acero prensado que luego son soldadas o ribeteadas. Los componentes grandes como el bastidor en sí, son soldados, y los componentes pequeños son soldados con soldadura de punto o ribeteados.

- Aunque hay algunas pequeñas diferencias desde el punto de vista de la estructura mecánica, su rigidez ha sido incrementada con la innovación en las propiedades de los materiales, del grosor de los paneles y de la forma.

Estos son apropiados para la producción en masa y adoptados para modelos de negocios con pocos cambios en su diseño y en su estilo.

3) Bastidor combinado de tubos de acero y placas de acero

En los bastidores ensamblados con la combinación de tubos y placas de acero, la parte principal está construida de tubos de acero con otras partes prensadas y soldadas de placas de acero.

4) Bastidor de aleación de aluminio

(2) Clasificación por las formas

1) Bastidor de diamante

El bastidor de diamante tiene un tubo inferior desconectado en su extremo inferior. Usa el cárter como uno de sus miembros. Este tipo de bastidor se usa principalmente en las motocicletas deportivas de tamaño pequeño.

2) Bastidor tipo cuna

El tubo inferior continúa describiendo una curva debajo del motor. Este tipo de bastidor es de excelente resistencia y rigidez. El bastidor tipo cuna que tiene un tubo inferior se llama “bastidor de cuna simple”, y el que tiene dos tubos inferiores se llama “bastidor de cuna doble”. Cuando un tubo inferior sencillo se divide en dos, el bastidor se llama “bastidor tipo de cuna semidoble”.

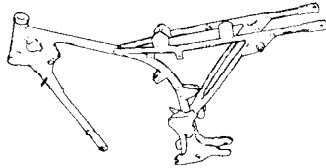
3) Bastidor de armazón central

El motor se ve como si estuviera sostenido por un miembro grande como un armazón. Todas las cargas están sostenidas por este miembro principal. El bastidor se fabrica normalmente por prensado y es adecuado para las motocicletas con propósitos de negocios.

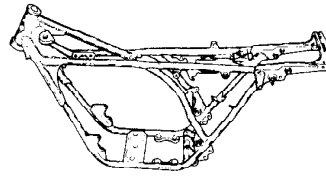
4) Bastidor de armazón inferior

El bastidor principal es doblado hacia abajo para que el conductor pueda sentarse a horcajadas o bajarse fácilmente. Existen dos tipos, el bastidor prensado y el bastidor de tubos. Estos tipos de bastidores se usan ampliamente en los ciclomotores y en las motocicletas familiares.

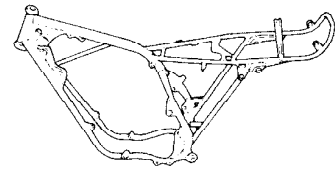
Bastidor tubular de acero



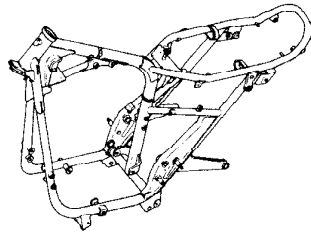
Bastidor de diamante



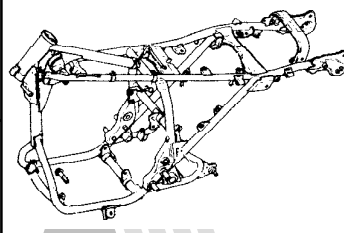
Doble cuna (carretera)



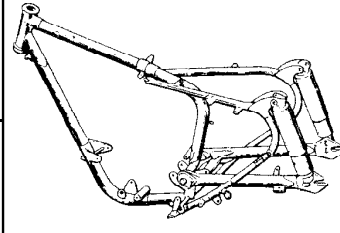
Doble cuna (fuera de carretera)



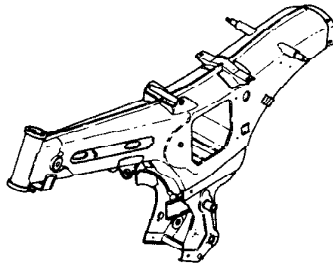
Bastidor de cuna



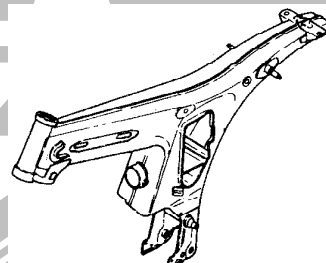
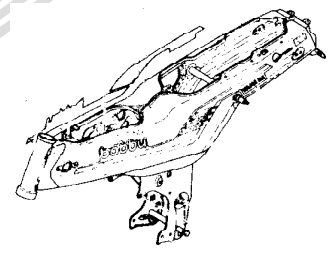
Cuna semi-doble



Cuna simple

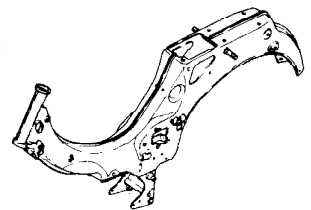
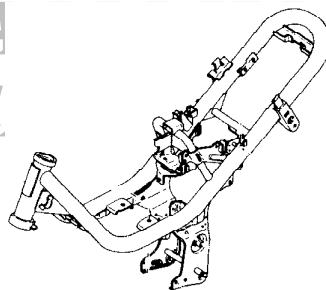


Bastidor de armazón central

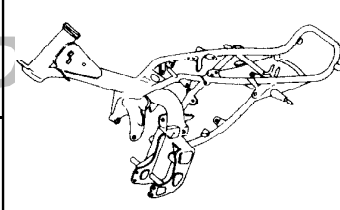
Bastidor de armazón en T
(armazón 7)

Armazón central

Bastidores de planchas de acero

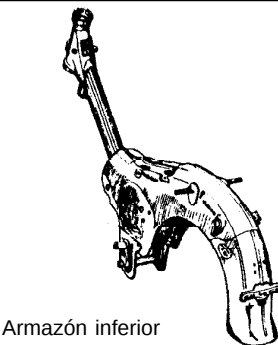
Bastidor de armazón inferior
(abierto)

Armazón inferior de acero tubular

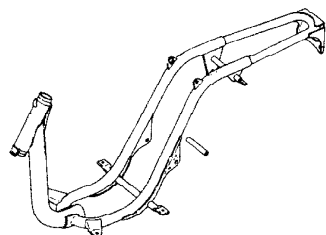


Armazón central de acero tubular

Bastidores combinados de planchas y tubos de acero

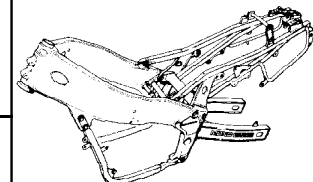


Armazón inferior



Armazón inferior de acero tubular

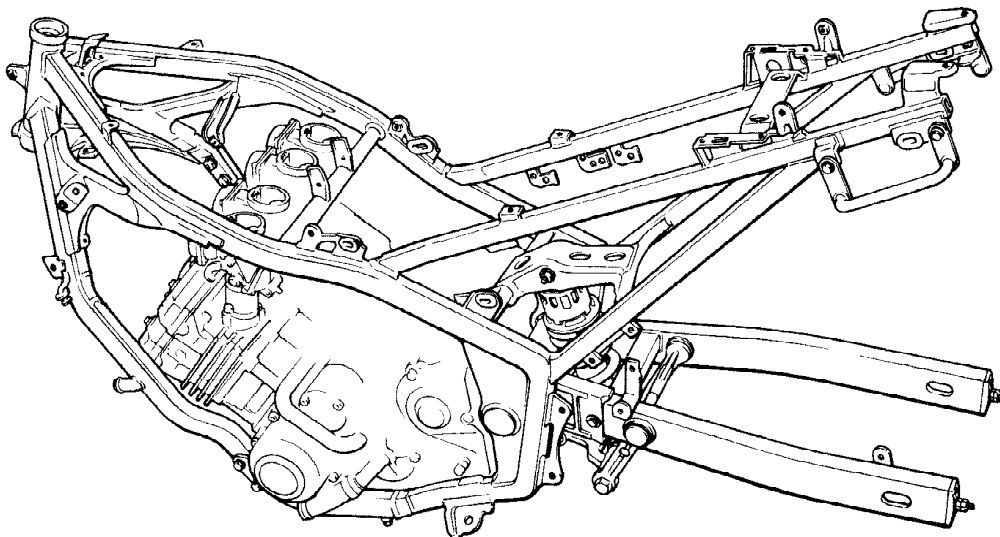
Bastidor de aleación de aluminio



Bastidor delta box

5) Bastidor de tubo cuadrado

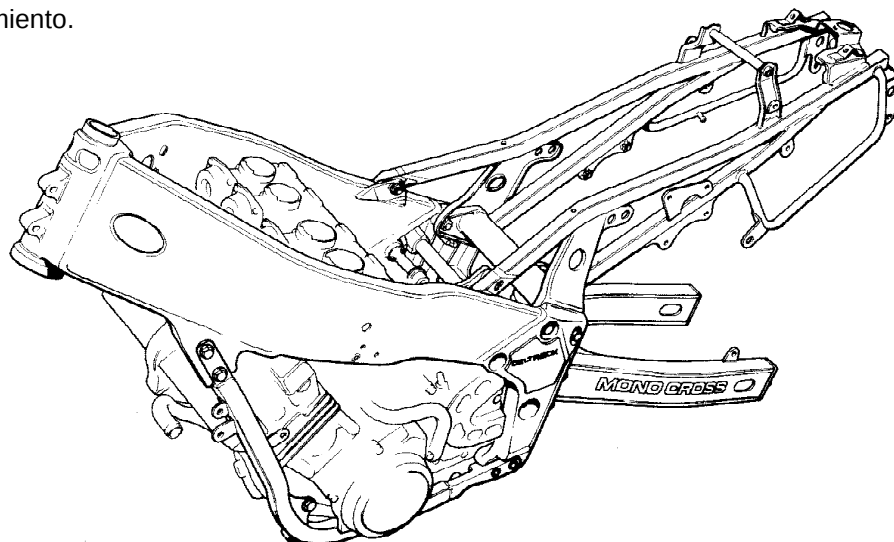
La tubería cuadrada tiene alta relación de resistencia y es relativamente liviana, esto hace posible su uso en casi cualquier necesidad de diseño y de aplicación.



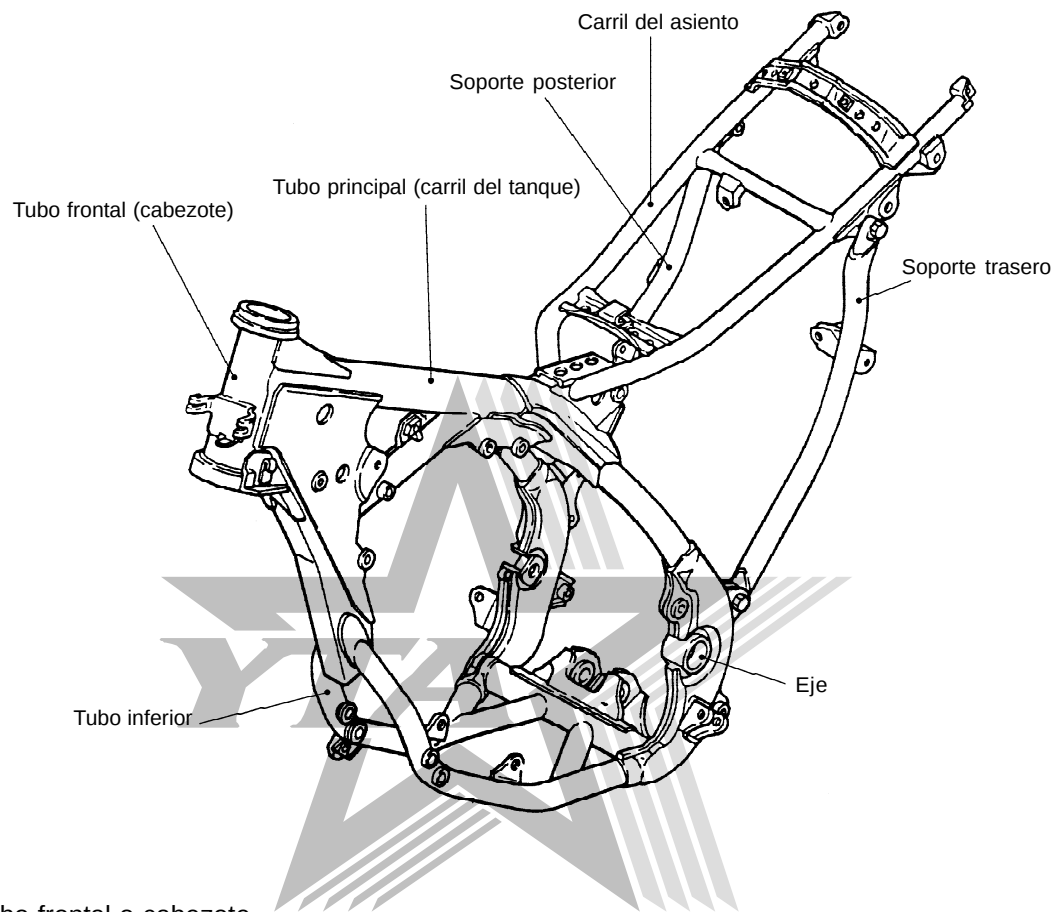
6) Bastidor de aleación de aluminio

○ Bastidor delta box

El bastidor delta box de aluminio y bajo peso, fue desarrollado con base en la experiencia obtenida en las carreras de motocicletas. La tecnología de este bastidor ha sido perfeccionada en el modelo YZF750, para suministrar una motocicleta de producción de excelente rigidez y bajo peso. El bastidor delta box conecta el lado principal del bastidor desde la sección de la dirección hasta la sección del eje central (pivote) en una línea recta para proveer un triángulo delta que incrementa su rigidez. La forma del bastidor es una construcción en caja con excelente resistencia a la fuerza de torsión. La rigidez del bastidor proporciona gran estabilidad a altas velocidades en línea recta, además, tiene un alto rendimiento en la estabilidad de la dirección y en la maniobrabilidad al tomar las curvas, debido al uso de un ángulo de inclinación recto. Comparado con un bastidor de tubos de acero, su rigidez es mayor en un 45% (evaluaciones de Yamaha); y además de su larga herencia, su verdadero valor está en la utilización completa de su armazón para un perfecto acople con el motor. El bastidor trasero (acero) es atornillado al bastidor principal para facilitar su mantenimiento.



3. Nombre de cada parte



- ☐Tubo frontal o cabezote
- ☐Tubo principal
- ☐Tubo inferior
- ☐Soporte trasero
- ☐Carril del asiento
- ☐Eje
- ☐Soporte trasero

[2] Sistema de dirección

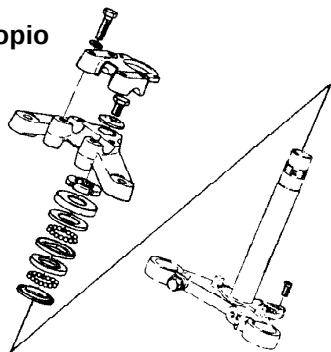
1. Sistema de dirección (parte de la suspensión delantera)

El sistema de dirección soporta las barras de conducción (manubrio) y las horquillas delanteras, y está instalado en el tubo frontal a través de balineras. De este modo, el sistema de dirección gira sobre el tubo frontal.

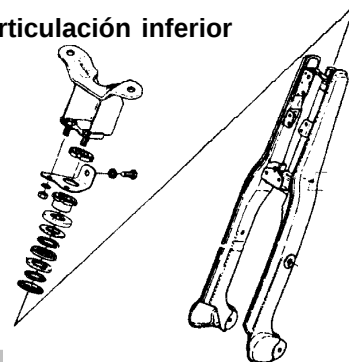
Hay dos tipos de horquillas delanteras: de tipo telescópico y de tipo de articulación inferior. El tipo telescópico tiene el soporte inferior, por medio del cual, se soportan las horquillas delanteras, y el tipo de articulación inferior tiene el vástago de la dirección soldado a las horquillas delanteras.

Las horquillas delanteras soportan los choques de la carretera a través de la rueda delantera, el peso de la máquina y el peso del conductor. Por lo tanto, las horquillas delanteras deben tener una resistencia y una rigidez excelentes. La inclinación y el avance afectan enormemente la estabilidad de la máquina, lo que hace que las horquillas frontales se fabriquen con alta precisión.

Tipo telescópico



Tipo de articulación inferior



2. Inclinación y avance

La estabilidad y la maniobrabilidad de una motocicleta están relacionadas con la alineación de la rueda delantera, la distancia entre ejes, la distribución del peso, la posición del centro de gravedad, el tipo y el rendimiento de la suspensión, el tamaño y el rendimiento de las máquinas, y la posición de conducción. Sin embargo, el factor más básico es la alineación de la rueda delantera, éste es, la inclinación y el avance.

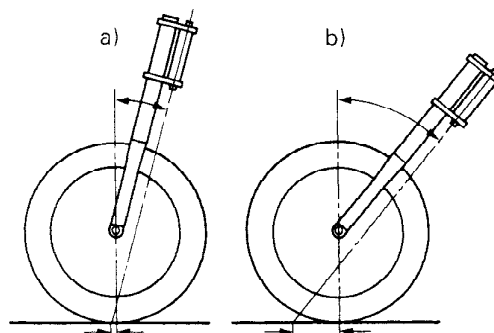
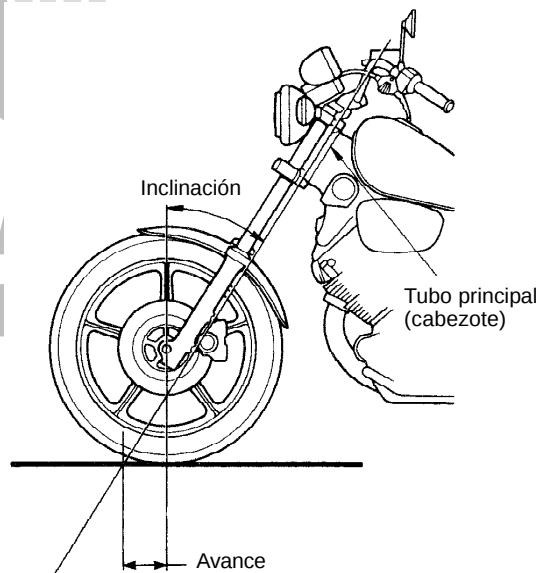
(1) Inclinación

Inclinación es el ángulo formado en la intersección de la línea que pasa por el eje del tubo frontal de la suspensión y la línea vertical que pasa por el centro del eje de la rueda delantera.

(2) Avance

Avance es la distancia entre la intersección de la línea vertical que pasa por el centro del eje de la rueda delantera con el suelo y la intersección de la línea que pasa por el eje del tubo frontal de la dirección con el suelo.

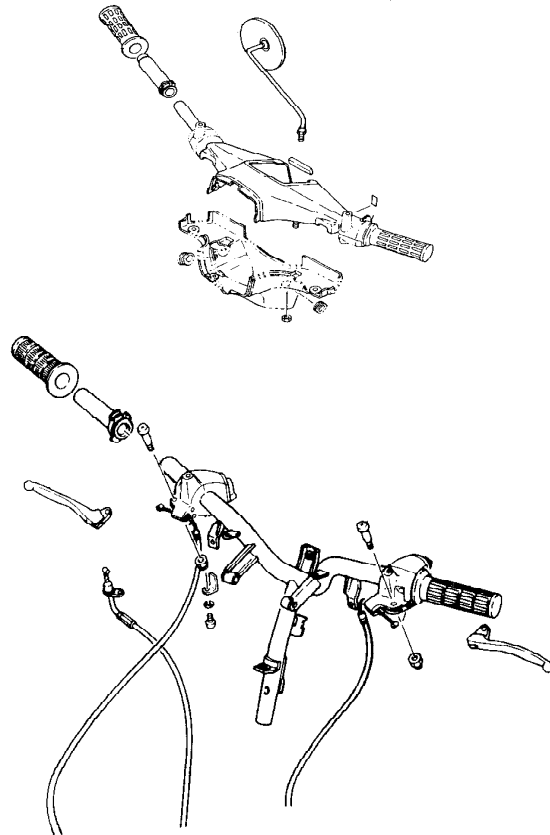
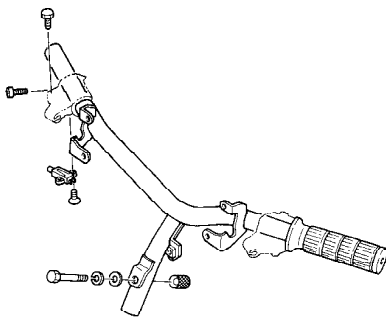
Cuando la inclinación o el avance son mayores, la máquina se puede mover mejor hacia adelante a altas velocidades, pero a bajas velocidades, la estabilidad y la maniobrabilidad de la máquina son pobres. Por lo tanto, la inclinación y el avance se deben determinar teniendo en cuenta el carácter de la máquina, y su suspensión.



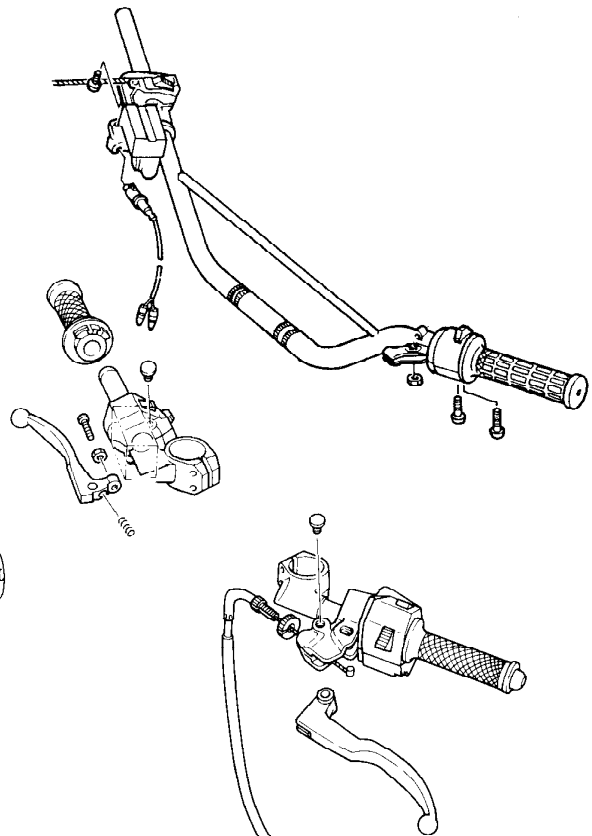
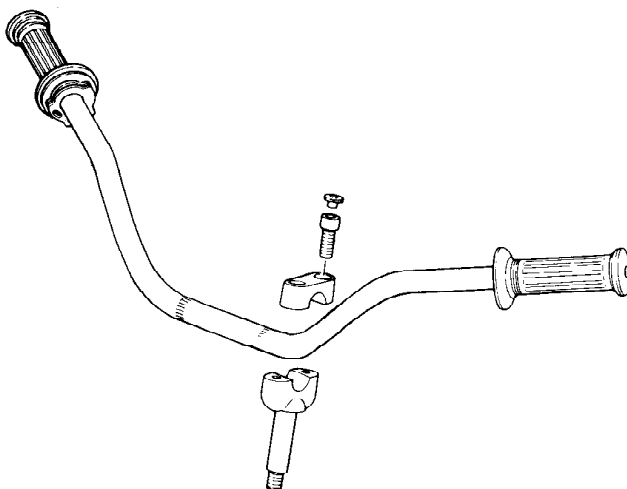
3. Barra de conducción (manubrio)

El manubrio es sostenido directamente por el conductor, y el ancho, la altura y el ángulo, determinan la posición de conducción, lo que afecta la estabilidad de la máquina. Por lo tanto, los manubrios deben ser diseñados para que cumplan con el propósito y el carácter de la motocicleta.

Como materiales, se usan ampliamente "tubos de acero" y "tubos de acero y planchas de hierro". Para los manubrios de las motocicletas, los más ampliamente usados son los manubrios de tubo de acero, y para ciclomotores y motocicletas familiares se usan ambos tipos.



Los manubrios tubulares se clasifican por la forma en tipo de vuelta hacia arriba, de semi-vuelta hacia arriba, de barra recta y separados, y se diseñan separadamente para deportes en carreteras, deportes fuera de carreteras, y velocidad.



[3] Sistema de suspensión

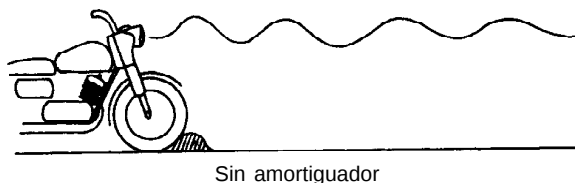
1. Descripción del sistema de suspensión

El sistema de suspensión está situado entre el bastidor y el eje de la rueda y normalmente está equipado con amortiguadores de choques. Hay sistemas de suspensión frontal y trasera.

El amortiguador de choque suaviza los choques de la carretera que recibe la rueda y al mismo tiempo, protege el bastidor del choque directo con la carretera. Incrementa la comodidad de conducción y ayuda a mantener la rueda apoyada en la carretera.

Además, el amortiguador de choque ayuda a incrementar la estabilidad de la máquina transmitiendo la fuerza de conducción y la fuerza de frenado al suelo.

El amortiguador de choque difiere en la construcción, en la función, y en la forma entre los sistemas de suspensión frontal y trasero, pero los factores esenciales del amortiguador de choque son los resortes y los amortiguadores.



Sin amortiguador



Con amortiguador

(1) Resortes

Principalmente, se usan resortes espirales y de caucho, separadamente o en combinación.

(2) Amortiguadores

Si se usan exclusivamente resortes en espiral como amortiguadores de choques, las vibraciones del resorte causadas por el choque de la carretera serán difíciles de detener y pueden causar resonancias con más vibraciones. Para amortiguar tales vibraciones tan rápido como sea posible, son necesarios los amortiguadores de aceite, que hacen uso de la liquidez del aceite.

○ Principios de operación

Cuando un pistón teniendo pasajes o válvulas de aceite se mueve hacia arriba y hacia abajo en un cilindro sellado, el aceite debe fluir a través de los pasajes de aceite (orificios) en el pistón, pero el flujo de aceite es restringido por los pasajes (o los orificios).

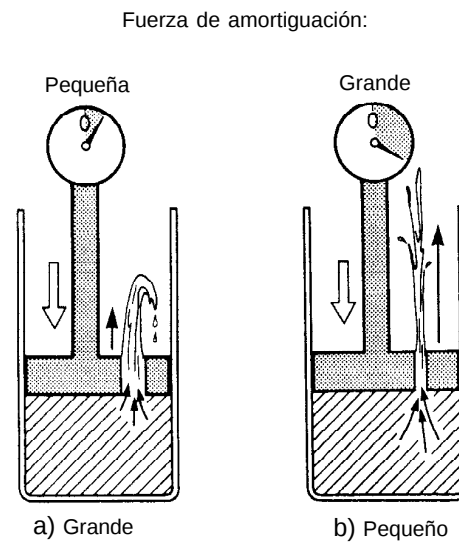
Cuando este amortiguador de choque se contrae, el aceite fluye a través de un orificio de diámetro grande, y cuando se estira, el aceite fluye a través de un orificio de diámetro pequeño. Por lo tanto, el amortiguador de choques se contrae rápidamente y se estira lentamente. De esta forma, se pueden absorber las vibraciones del resorte en espiral.

- a) Orificio de diámetro grande
Fuerza de amortiguación pequeña

*Igual velocidad del pistón

- b) Orificio de diámetro pequeño
Fuerza de amortiguación grande

* Igual velocidad del pistón



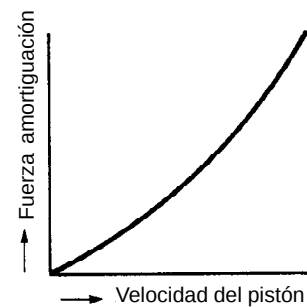
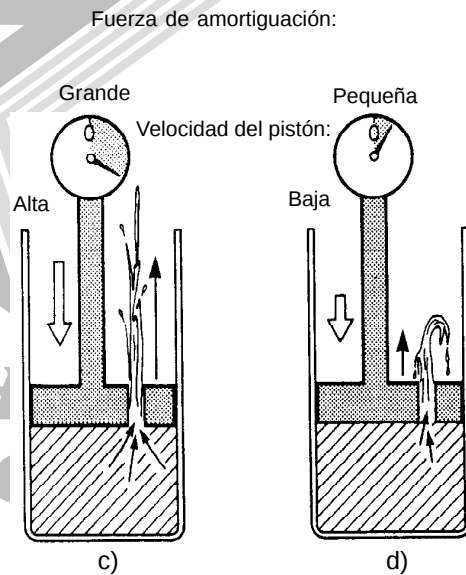
Orificio de pasaje de aceite:

- c) Velocidad alta del pistón
Fuerza de amortiguación grande

* Igual diámetro del orificio

- d) Velocidad baja del pistón
Fuerza de amortiguación pequeña

* Igual diámetro del orificio



2. Sistema de suspensión frontal

El sistema de suspensión frontal está integrado con el sistema de la dirección. También soporta la rueda delantera y suaviza los choques de la carretera al sistema de la dirección.

(1) Tipos de sistemas de suspensión frontal

Hay varios tipos de sistemas de suspensión frontal, pero los dos tipos siguientes se usan ampliamente:

1) Horquillas telescópicas

La horquilla telescópica está hecha de un tubo interior y de un tubo exterior. El extremo inferior del tubo externo está fijo al eje de la rueda delantera y el extremo superior del tubo interno está unido al soporte inferior de la dirección. La horquilla telescópica se contrae y se estira con un resorte en espiral y un amortiguador de aceite. Este conjunto tiene una rigidez excelente y una carrera de amortiguación larga, para que el efecto amortiguante sea grande. Corrientemente, la horquilla telescópica es la que se usa más ampliamente. Algunas horquillas telescópicas en motocicletas pequeñas no tienen amortiguadores de aceite y en cambio, están combinadas con amortiguadores de caucho.

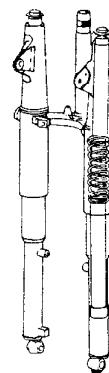
Basadas en las diferencias de estructuras, hay "el tipo general (tipo de pistón deslizable)" y "el tipo de resorte interior".

○ Tipo de pistón deslizable

El pistón y el metal deslizable se mueven con el tubo exterior. Por consiguiente, el área de contacto es pequeña y la presión superficial es alta. El resorte está instalado en el exterior del tubo interior. El amortiguador usa el espacio entre el tubo interior y el tubo exterior. Por consiguiente, la rigidez lateral es débil, las características del amortiguador cambian fácilmente bajo condiciones severas, y el límite de la carrera es aproximadamente de 150 mm. Este tipo es principalmente usado en modelos con propósitos para negocios.

○ Tipo resorte interior

Este tipo fue desarrollado por la compañía italiana Ceriani. El tubo interior y el tubo exterior se deslizan directamente uno contra otro, así, el área de contacto es grande y la presión superficial es baja, proporcionando alta rigidez. El resorte es fijado en el interior del tubo interior; es largo y flexible y con una carrera más larga (por encima de 300 mm). El amortiguador es independiente, construido en el interior del tubo interior, con pocos cambios en sus características. Es principalmente usado en motocicletas deportivas. Incluso en el tipo de resorte interior, hay tipos de pistón deslizable y unos con amortiguador independiente debajo del tubo exterior, con diferencias de construcción dependiendo del fabricante.

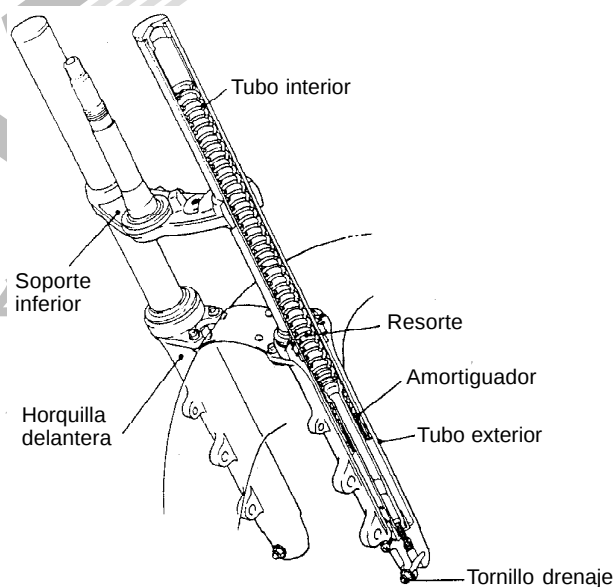


Tipo pistón deslizable



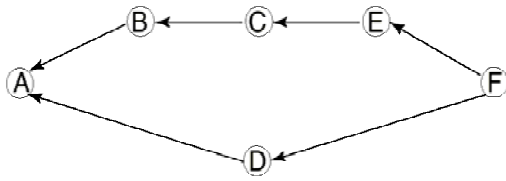
Tipo resorte interior

SUSPENSION FRONTAL

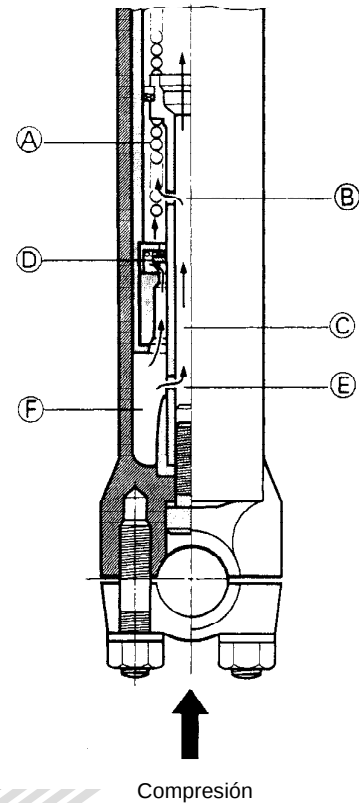


2) Operación

○ Flujo del aceite en compresión

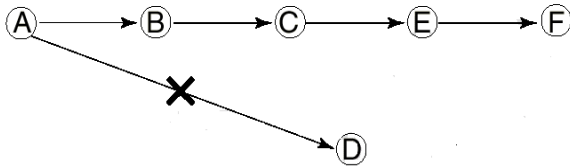


La válvula ④ está abierta. El aceite fluye sin mucha resistencia.

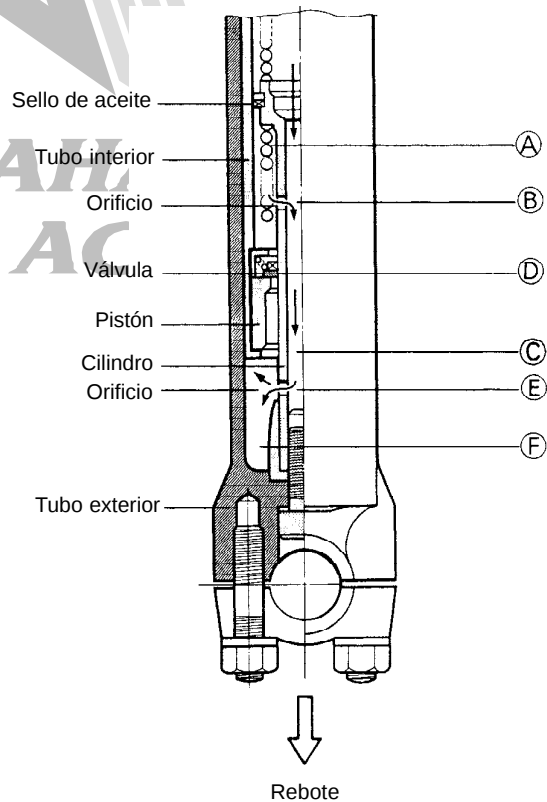


Compresión

○ Flujo del aceite en el rebote



La válvula ④ está cerrada y el aceite puede pasar sólo por los orificios ② y ⑤. El choque es absorbido.

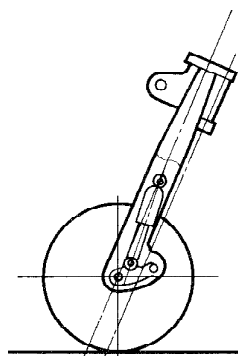


Rebote

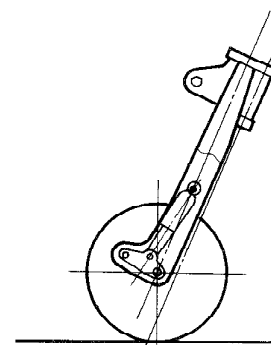
3) Horquilla tipo articulación (articulación inferior)

Las horquillas tipo articulación están hechas de placas de acero y tienen incorporadas unidades de amortiguación. El extremo inferior de la horquilla soporta la rueda delantera a través de la articulación. La unidad de amortiguación consiste de un resorte en espiral y un amortiguador de aceite. Se puede asegurar una operación suave por la articulación, pero es imposible producir un recorrido largo de la rueda y absorber grandes choques.

Este tipo de horquillas se usa principalmente en ciclomotores, motocicletas pequeñas y familiares. Hay dos tipos: de articulación delantera y de articulación trasera, dependiendo de la posición del pivote y del eje de la rueda.



Horquilla inferior
(Tipo articulación primaria)



Horquilla inferior
(Tipo articulación secundaria)

3. Sistema de suspensión trasera

A diferencia del sistema de suspensión delantera, el sistema de suspensión trasera no tiene sistema de dirección. Únicamente soporta la rueda trasera y amortigua los choques de la carretera.

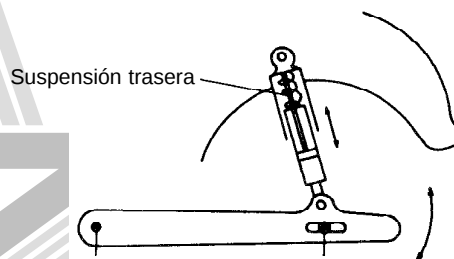
(1) Tipos de sistemas de suspensión trasera

Hay varios tipos de sistemas de suspensión trasera pero los dos tipos siguientes se usan comúnmente:

1) Tipo brazo oscilante

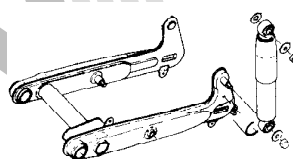
Dos brazos están pivotados al bastidor y el otro extremo de los brazos soporta la rueda trasera. La unidad de amortiguación está situada entre el extremo trasero del brazo y el bastidor.

En modelos comerciales, se usan brazos oscilantes de placas de acero y en modelos deportivos y familiares, se usan principalmente brazos oscilantes de tubos de acero.

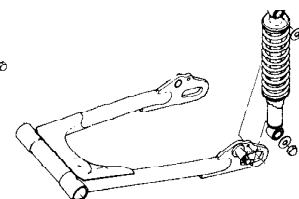


Eje brazo trasero (pivote)

Eje de la rueda



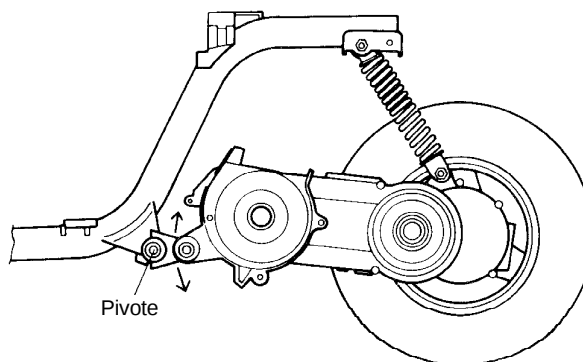
Tipo placas de acero



Tipo tubos de acero

2) Tipo unidad oscilante

El motor mismo actúa como brazo oscilante, esto es, el motor oscila. Este tipo de sistema de suspensión se usa en motocicletas familiares, scooters y de placer, que tienen un sistema de transmisión de cadena en baño de aceite, o un sistema de cardan.



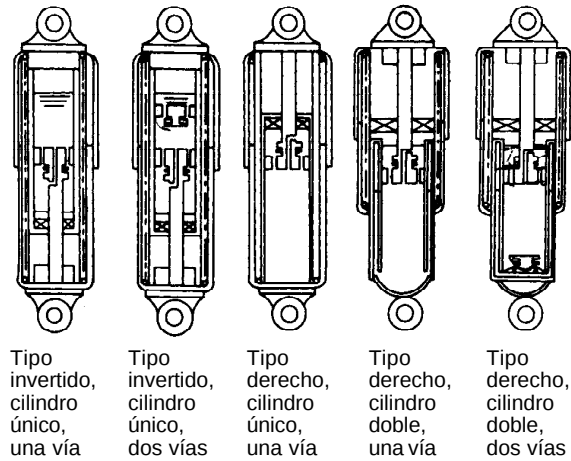
Pivote

(2) Unidad de amortiguación trasera

La unidad de amortiguación trasera opera como la horquilla telescópica. Varía en muchos tipos, dependiendo de la construcción y de la función amortiguadora.

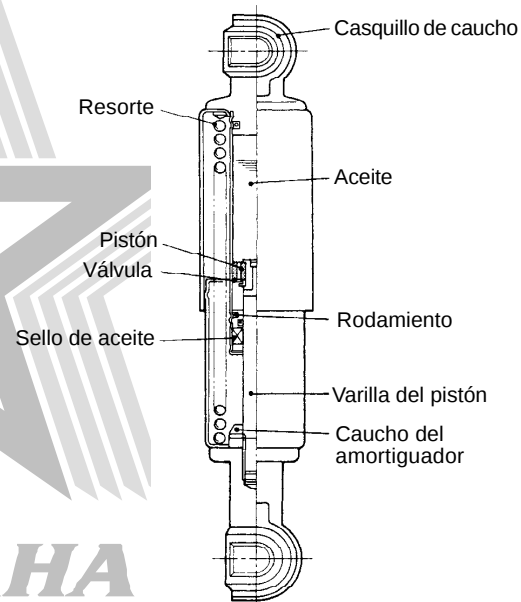
1) Clasificación por construcción

La unidad de amortiguación en la cual, la cámara amortiguadora se posiciona en la parte superior de la unidad se llama "tipo invertido", mientras que la unidad con la cámara amortiguadora en la parte inferior se llama "tipo derecho". El tipo derecho se clasifica posteriormente en tipo de cilindro simple y en tipo de cilindro doble. La unidad varía con la dirección en la cual, es efectiva la fuerza de amortiguación, una es efectiva únicamente en una dirección (cuando la unidad se estira) y la otra en dos direcciones (cuando la unidad se estira y se contrae). Muchas motocicletas pequeñas usan un tipo invertido, de cilindro simple en una dirección, y motocicletas de tamaño mediano emplean un tipo derecho, de cilindro doble, en una dirección. Los modelos grandes, de alto rendimiento y los modelos de fuera de carretera, adoptan un tipo derecho, de cilindro doble de dos direcciones.



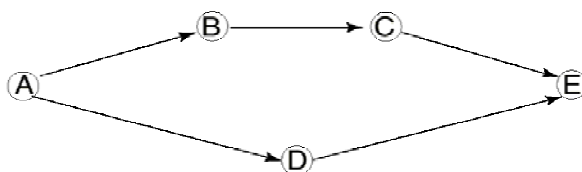
2) Nombre de las principales partes de la suspensión

- ☐ Casquillo de caucho
- ☐ Aceite
- ☐ Rodamiento
- ☐ Varilla del pistón
- ☐ Caucho amortiguador
- ☐ Resorte
- ☐ Pistón
- ☐ Válvula
- ☐ Sello de aceite

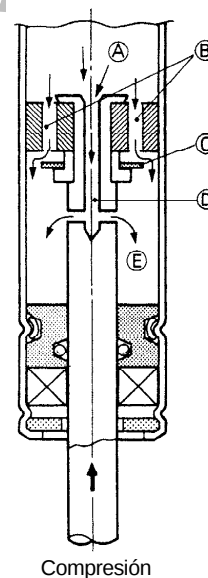


3) Principio de operación

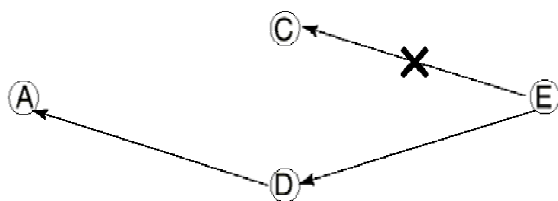
- ☐ Flujo del aceite en compresión.



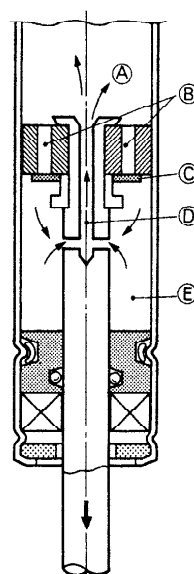
Válvula ③ abierta. El pasaje de aceite ② no hace mucha resistencia (amortiguación).



○ Flujo de aceite en el rebote



La válvula ③ está cerrada. El aceite pasa solamente por el orificio ④ sin pasar por el orificio ② para incrementar la resistencia (amortiguación).

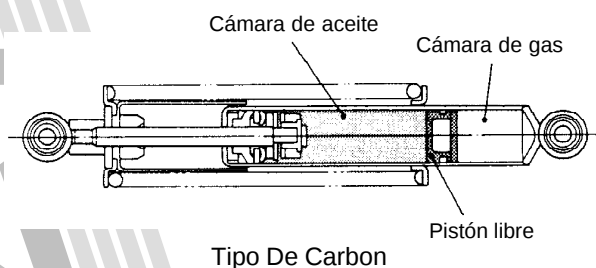


Rebote

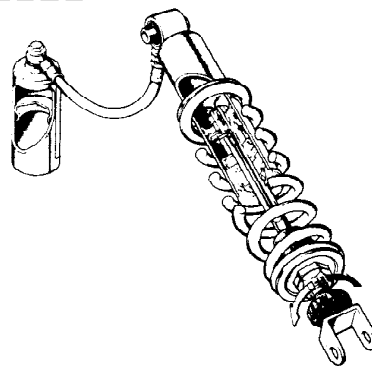
4) Tipo de gas nitrógeno sellado (tipo De Carbon)

Este tipo de sistema de suspensión es del tipo invertido, de cilindro simple.

El gas comprimido (gas nitrógeno) está sellado en el cilindro amortiguador de aceite, y es forzado por un pistón libre. La cámara de aceite está llena con aceite y su construcción no permite que el aire entre, por lo que se puede asegurar un efecto de amortiguación estable. Este sistema de suspensión De Carbon (el nombre de su inventor), es principalmente usado en máquinas de gran tamaño de fuera de carretera y de motocross.

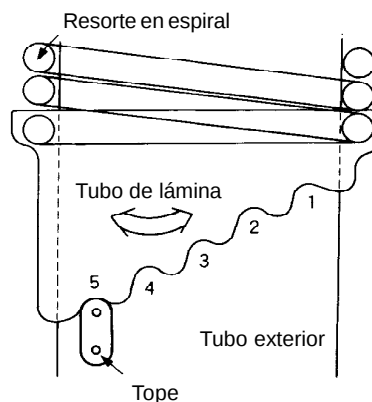


Tipo De Carbon



5) Tipo de ajuste de la carga

La carga en el amortiguador trasero varía con el número de pasajeros y con el equipaje. También cambia de acuerdo al peso del conductor, a la velocidad de conducción y a la conducción fuera de carretera. La dureza del amortiguador trasero puede requerir ajustes para que sea más adecuada a las preferencias del conductor. El ajuste es posible en 3 ó 5 etapas o sin etapas. Algunos de estos, para motocross, tienen fuerza de amortiguación ajustable.



(3) Suspensión monocross

Este es un tipo de brazo oscilante pero que tiene una forma y una posición de montaje únicas, de la unidad del amortiguador. El sistema de suspensión monocross es una invención original del Sr. Telkens de Bélgica, y fue posteriormente mejorado por Yamaha para uso práctico en máquinas de carreras de velocidad y deportivas, como también, en máquinas de fuera de carretera.

Perfil del mecanismo

La suspensión monocross tiene una unidad de amortiguación. El extremo frontal de la unidad de amortiguación está posicionada entre el tubo frontal (cabezote) del bastidor y el carril de unión del tanque de combustible y el extremo trasero está sobre la construcción triangular del brazo oscilante. Este mecanismo absorbe los choques por transferencia del movimiento vertical de la rueda trasera en una dirección delantera y trasera.

Construcción y operación

La suspensión monocross se refiere a toda la estructura compuesta por el bastidor, el brazo oscilante y la unidad de amortiguación.

La unidad de amortiguación usa un gas inerte (nitrógeno), aceite, resortes en espiral y cauchos, como materiales de absorción de los choques para suministrar una amortiguación extremadamente suave. Esta unidad de amortiguación difiere de la suspensión anterior de dos cilindros derechos, en que el aceite amortiguador está separado de la alta presión del gas con una válvula en la base y una membrana de caucho, que después es presurizada.

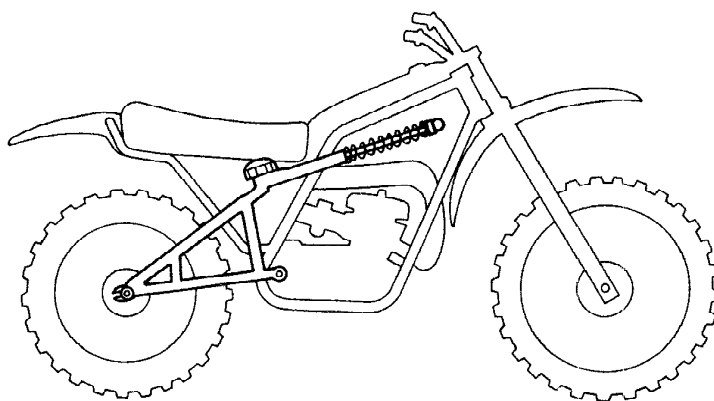
Debido a esto, incluso cuando la unidad está inclinada, la aireación (entrada de aire al aceite) no ocurre y se logra una amortiguación estable.

Esta unidad de amortiguación ha recibido frecuentes mejoramientos con la incorporación rápida de nueva tecnología como la adopción de una fácil y ligera producción en masa del tipo de amortiguación De Carbon y la adopción de un resorte en espiral no lineal, para suministrar un efecto progresivo (el efecto amortiguador es flexible en respuesta a la fuerza del choque).

Efecto

En las suspensiones traseras anteriores, las unidades de amortiguación izquierda y derecha estaban cada una soportada por un brazo oscilante, de este modo, cuando se recibía un fuerte choque de la superficie de la carretera, los amortiguadores derecho e izquierdo operaban separadamente, causando torsión en el brazo oscilante y sacudiendo la parte trasera de la motocicleta.

Sin embargo, esta suspensión monocross recientemente desarrollada tiene solamente una unidad de amortiguación soportando un brazo oscilante de construcción triangular, con alta rigidez contra la torsión lateral, así, los problemas anteriores han sido resueltos. El radio de la posición de instalación del eje de la rueda trasera y del amortiguador y el radio de la palanca, han sido incrementados de 1.2 - 1.5 a casi 5.0, por lo tanto, se puede lograr un incremento en el recorrido y en la trayectoria de la rueda, mejorando así, la maniobrabilidad y el confort de conducción en todo tipo de carreteras.



(4) Suspensión monocross tipo articulación

[Descripción del mecanismo]

Este es un tipo de sistema de suspensión llamado de relación de aumento (progresiva), con un mecanismo de articulación que consiste en una barra en forma de «I» y un brazo en forma de «L», instalados entre el brazo oscilante y el amortiguador, que suministra características efectivas de amortiguación del resorte para los diferentes cambios en la superficie de la carretera.

[Objetivo del desarrollo]

Yamaha, que es líder en el desarrollo de tecnología para las suspensiones traseras en la industria de las motocicletas, ha desarrollado un nuevo mecanismo de articulación para la suspensión monocross, con el fin de futuros mejoramientos en la función de la amortiguación.

[Construcción y Operación]

Este nuevo sistema de suspensión monocross tiene una barra en forma de «I» y un brazo en forma de «L», instalados entre el brazo oscilante y el amortiguador trasero, para generar cambios en la relación de la palanca, basados en la aplicación del principio de las palancas.

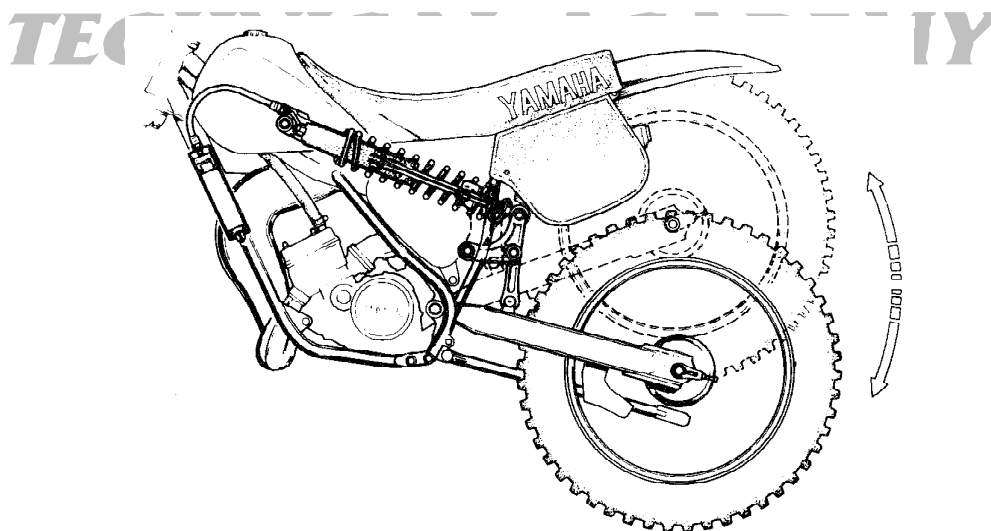
Cerca de la extensión total, la relación de la palanca es grande, así, el resorte es suave y el amortiguador también trabaja suavemente.

A medida que la carrera progresa, la relación de la palanca progresivamente se hace pequeña y el amortiguador de resorte gradualmente también se hace más fuerte y más duro, en respuesta a la relación de la palanca; cerca de la flexibilidad total, la relación de la palanca es pequeña y así, el resorte se hace rígido y el amortiguador se hace duro.

La fuerza de amortiguación de la unidad puede ser ajustada tanto en el lado de extensión como en el de compresión.

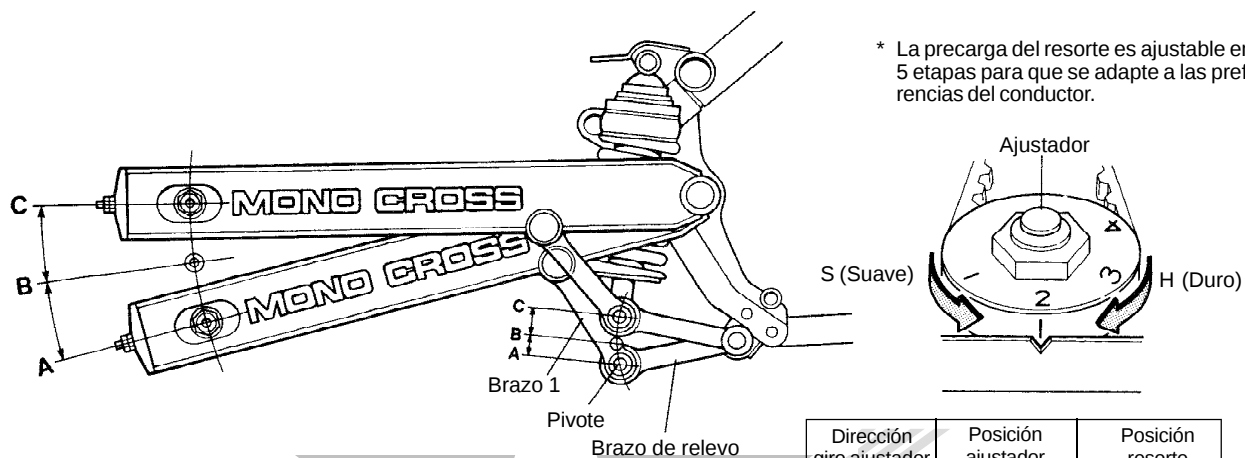
[Efecto]

El recorrido de la rueda hace rígido el resorte y endurece el amortiguador, así, un hueco pequeño o una leve vibración son suavemente absorbidos, y un choque grande o un resalto, son absorbidos suavemente por la operación inicial de la suspensión. Sin embargo, a medida que el recorrido aumenta, la suspensión se hace más rígida para evitar tocar fondo e impedir movimientos anormales de la motocicleta. Esto mejora la comodidad de la conducción y aumenta la estabilidad.

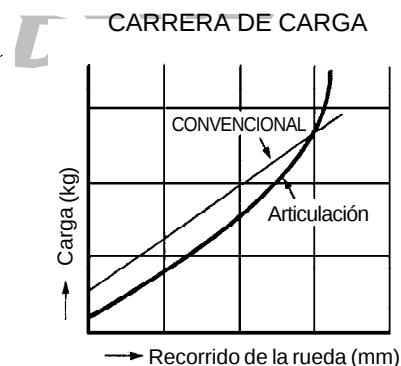
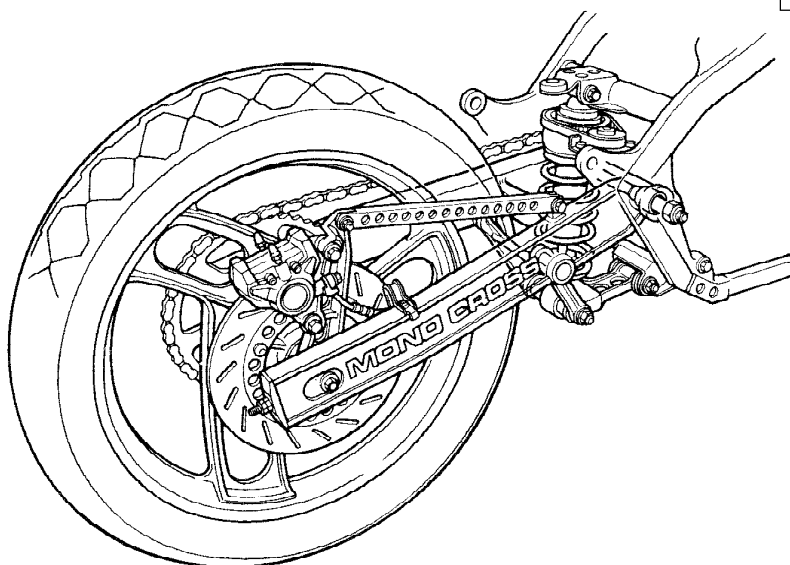


(5) Suspensión monocross tipo articulación (conexión)

Ya que el amortiguador gira en arco sobre el pivote del brazo de relevo, la carrera de la amortiguación cambia, aún cuando la carrera de la rueda varía en la misma cantidad. Cuando la carrera de la rueda se hace mayor, el brazo 1 hace que el brazo de relevo se mueva más. Por lo tanto, dependiendo de la posición de la carrera de la rueda, cambia la velocidad de la varilla del pistón de movimiento del amortiguador y así, la fuerza de amortiguación también varía, aún si la velocidad de movimiento de la rueda trasera es la misma. Como resultado, cuando la carrera de la rueda es pequeña (en la etapa inicial de la carrera), la amortiguación del amortiguador es suave, y ligeramente dura en la etapa media de la carrera, y dura en la carrera completa. Esto es, este tipo de sistema de suspensión tiene una excelente característica de amortiguación, y difícilmente toca fondo.



Dirección giro ajustador	Posición ajustador	Posición resorte
Lado duro	5	Duro
	4	↑
	3	
Posición estándar	2	*
Lado suave	1	Suave



[4] Sistema de frenos

Los frenos de las motocicletas se pueden clasificar en frenos de campana (expansión interna) y frenos de disco. Ambos son operados mecánicamente por medio de cables o varillas de acero o hidráulicamente por medio de la presión de un fluido.

Generalmente, el freno de campana se opera mecánicamente y el freno de disco hidráulicamente.

1. Frenos de campana

El freno de campana tiene zapatas de freno (revestimientos) que son forzadas contra la campana rotativa (cubo de la rueda) para frenar la rueda con fricción. Esto se llama "freno de revestimiento de expansión interna".

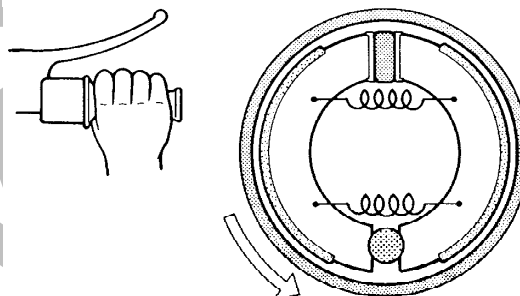
Es el tipo de freno más ampliamente usado en las motocicletas en general, y puede ser clasificado en los siguientes dos tipos por la operación de las zapatas del freno:



(1) Operación del freno de campana

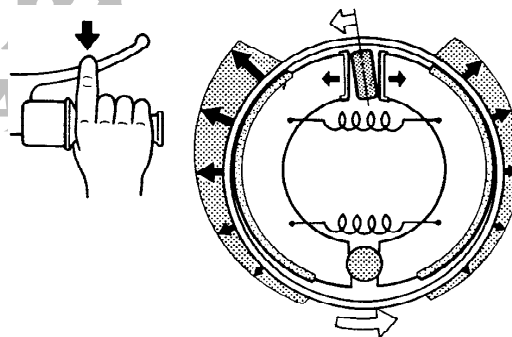
1) Antes de la operación

- Hay un espacio entre la campana del freno y el revestimiento del freno.
- No hay fricción.



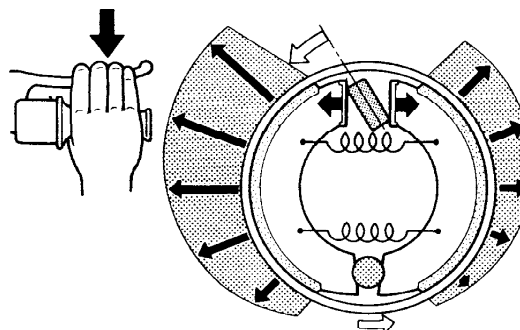
2) A medio freno

- Las zapatas de freno son empujadas levemente para tocar la campana del freno.
- Fricción pequeña → Fuerza de frenado pequeña.



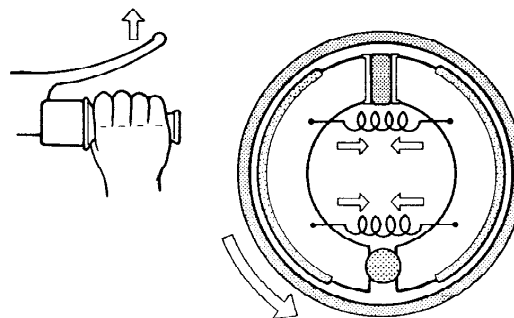
3) A pleno freno

- Las zapatas de freno son empujadas completamente para alcanzar la campana del freno.
- Fricción grande → Fuerza de frenado grande.



4) Freno liberado

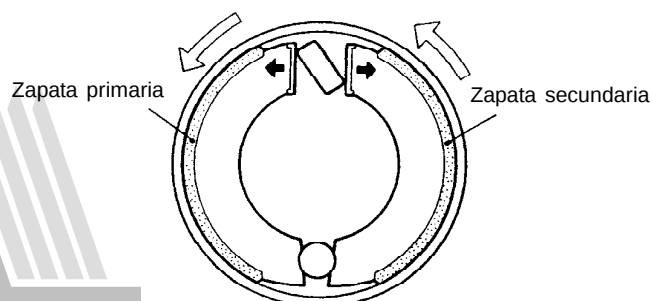
- Las zapatas de freno son tiradas hacia atrás, hacia su posición original, por medio de los resortes de retorno.
- No hay fricción.



(2) Tipos de freno de campana

① Tipo primaria-secundaria

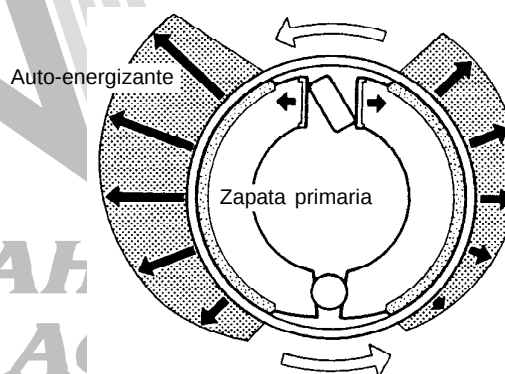
Usa únicamente una leva para forzar las dos zapatas del freno. La zapata que tiene un efecto de frenado más fuerte se llama “zapata primaria”, y la otra “zapata secundaria”.



○ Principio de operación de la zapata primaria

Cuando la zapata primaria del freno (que es empujada en la dirección de giro de la campana) es forzada por la leva contra la campana, se origina una fuerza de fricción entre la zapata y la campana, produciendo así, una fuerza de frenado incrementada. De otro lado, la zapata secundaria del freno es empujada en contra de la dirección de giro de la campana, por lo que su efecto de frenado se reduce. Sin embargo, cuando se hace rotar la campana al contrario, por ejemplo, en una pendiente, la zapata secundaria actúa como una zapata primaria y por lo tanto, el freno tipo primaria-secundaria, se usa como freno trasero sin excepción.

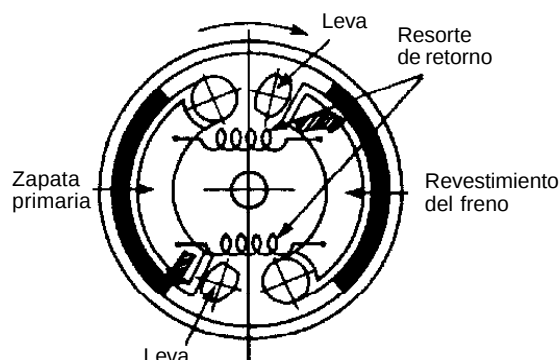
① Tipo zapata primaria - secundaria



② Tipo doble zapata primaria

Se usan un par de levas para forzar ambas zapatas del freno, de tal forma, que las zapatas puedan actuar como primarias. Así, este tipo de freno produce una potencia de frenado de al rededor de 1.5 veces la del freno tipo primaria-secundaria.

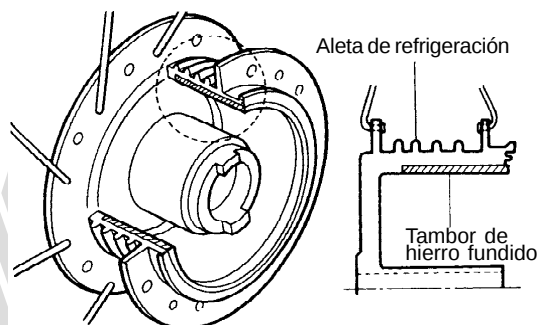
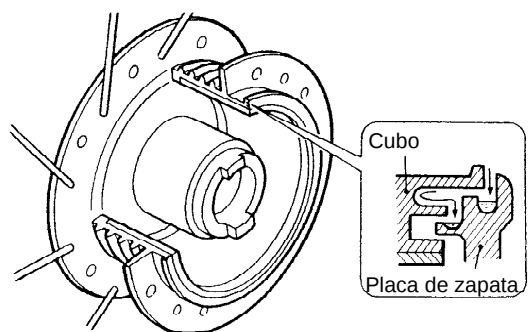
Se usa principalmente como freno delantero de motocicletas deportivas, pero recientemente, está siendo reemplazado por el freno de disco.



② Tipo de dos zapatas primarias

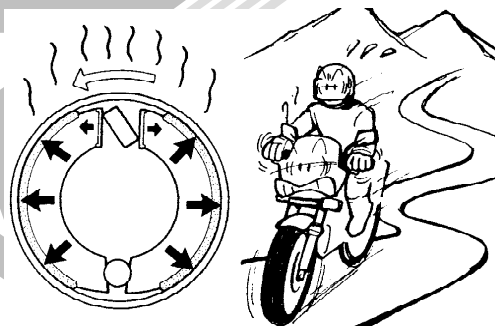
(3) Frenos de campana

El freno de campana se hace de fundición y está integrado con el cubo. Cuando se aplica el freno, se genera calor de fricción y así, la fuerza de fricción del revestimiento del freno se reduce. Por lo tanto, la superficie exterior del cubo está provista con aletas hechas de una aleación de aluminio que tiene excelente disipación del calor. La campana está ranurada para protegerla del agua y del polvo y de este modo, si el agua entra, fluye a través de las ranuras y sale por el orificio de drenaje, de tal forma, que el interior de la campana se mantiene libre de agua.



○ Disminución del frenado (desvanecimiento)

Este fenómeno ocurre cuando la temperatura de la superficie de las zapatas del freno o de las pastillas del disco aumenta, y el coeficiente de fricción (grado de dificultad al deslizamiento) de las zapatas del freno o las pastillas del disco es reducido. Aunque la sensación de la acción de frenado no cambia, repentinamente los frenos no tienen ningún efecto.



2. Frenos de disco

El freno de disco tiene una placa de acero inoxidable en forma de disco que gira con la rueda, y cuando se aplica el freno, la placa de disco se agarra con las pastas, forzadas por pistones operados hidráulicamente.

(1) Principio del freno de disco

La fuerza hidráulica de los pistones se basa en la ley de Pascal.

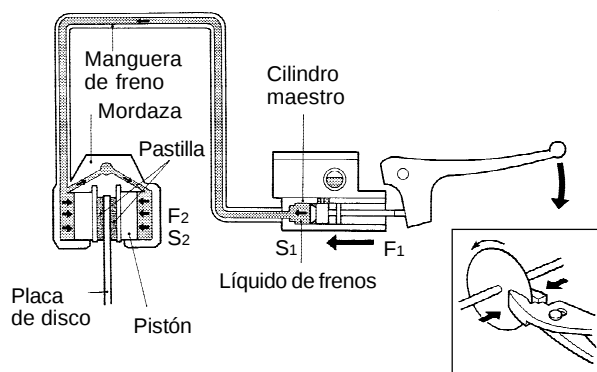
○ Ley de Pascal

Un fluido encerrado transmite externamente la presión aplicada de manera uniforme en todas las direcciones, sin cambiar de magnitud.

Cuando la fuerza F_1 se aplica al cilindro maestro que tiene un área transversal S_1 , la F_2 ejercida sobre la sección transversal S_2 , del cilindro de la rueda (mordaza) es:

$$S_1 : F_1 = S_2 : F_2 \quad F_2 = F_1 \cdot S_2 / S_1$$

Por lo tanto, cuando la relación S_2/S_1 es mayor, se puede obtener una fuerza incrementada de F_2 , aplicando una ligera fuerza en F_1 .



(2) Operación del freno de disco

Cuando se acciona la palanca o el pedal del freno, el cilindro maestro convierte la fuerza aplicada en presión del líquido. Este consiste de un depósito lleno con líquido de frenos y un cilindro en el que se produce la presión del líquido. El depósito se fabrica normalmente de plástico, fundición o aleación de aluminio y se integra con el cilindro.

El extremo del pistón del cilindro maestro está ajustado con una copa de caucho para suministrar un mejor sello con el cilindro, y el otro extremo también está equipado con una copa de caucho para prevenir la pérdida del líquido.

○ Operación

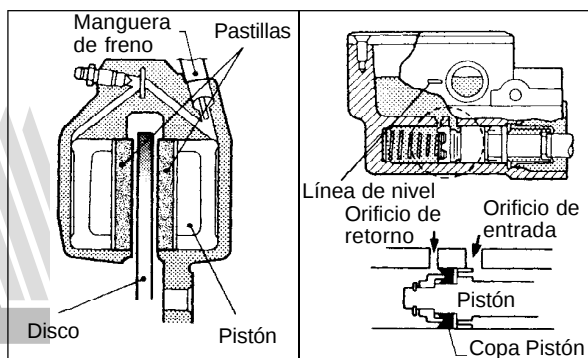
Cuando la palanca del freno se aprieta, el pistón vence el resorte de retorno y se mueve hacia adelante. La copa del pistón en su extremo cierra el orificio de retorno y el pistón se mueve más allá. La presión del líquido en el cilindro maestro se eleva y el líquido presiona los cilindros de la mordaza a través de la tubería del freno.

Cuando se suelta la palanca del freno, el pistón es retornado por el resorte de retorno, y el líquido se devuelve al depósito a través del orificio de retorno.

1) Antes de la operación

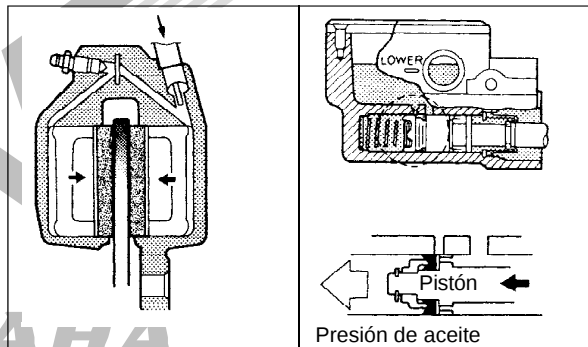
- Presión del líquido del freno : 0

Las pastillas no tocan el disco



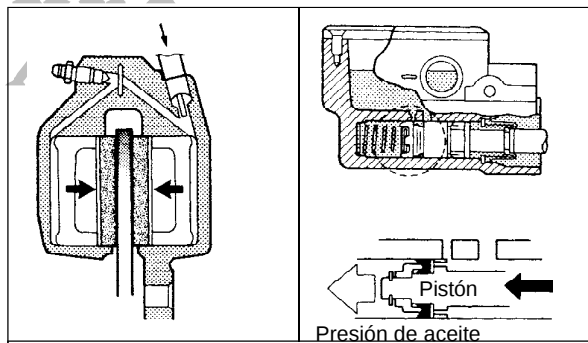
2) Iniciando la operación

- Presión del líquido del freno: aumenta
Las pastillas tocan ligeramente el disco
- Fricción : pequeña
- Fuerza de frenado: pequeña



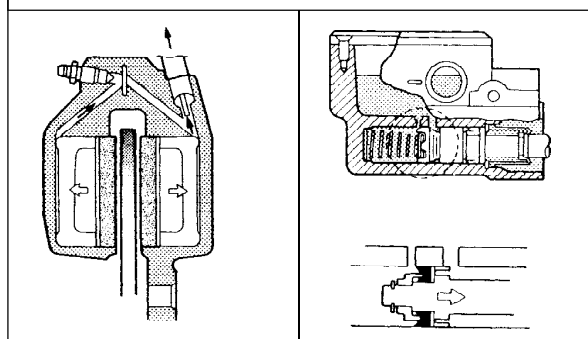
3) Durante la operación

- Presión del líquido del freno: alta
Las pastas aprietan el disco fuertemente
- Fricción: grande
- Fuerza de frenado: grande



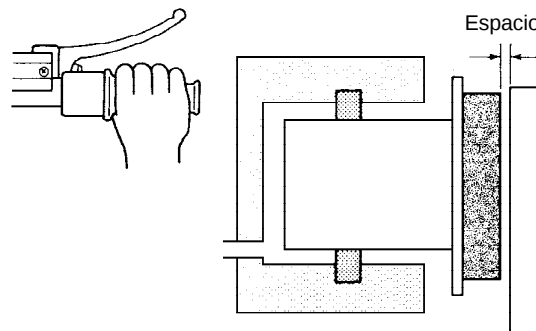
4) Freno liberado

- Presión del líquido del freno : 0
Cada pastilla regresa a su posición original
- Fuerza de frenado : 0



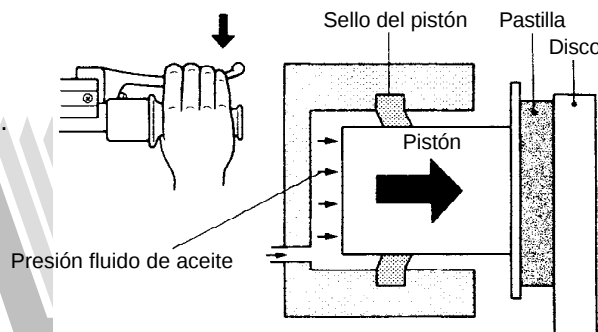
(3) Autoajuste de la pastilla del disco

1) Antes de la operación



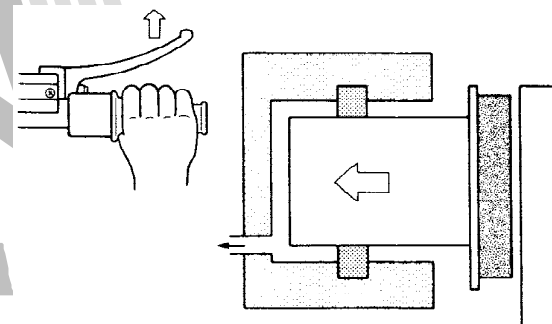
2) Operación

- El sello del pistón está deformado.
- El pistón no se desliza en el sello de aceite.



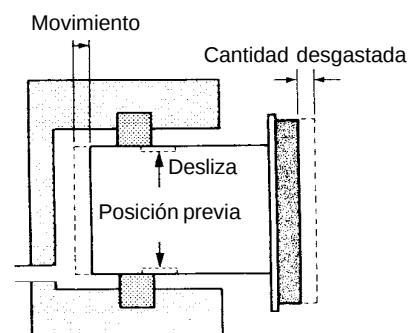
3) Retorno

- El sello del pistón regresa el pistón a su posición original.



4) Autoajuste

- Cuando las pastillas están gastadas y se hacen delgadas, el pistón se desliza en el sello del pistón y solamente la porción gastada se mueve hacia adelante.



(4) Tipo de mordaza

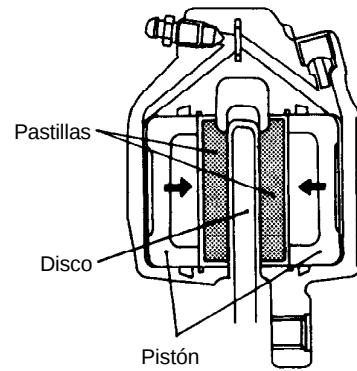
Hay dos tipos de construcción en los cuales, las pastillas de freno son accionadas por los pistones de la mordaza.

1) Tipo de pistón opuesto

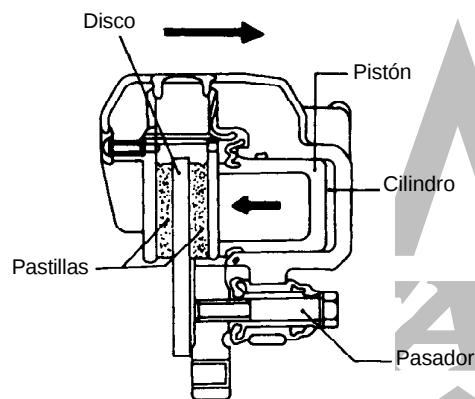
Un par de pastillas de freno (izquierda y derecha) son cada una accionadas por el pistón respectivo.

2) Tipo de pistón único

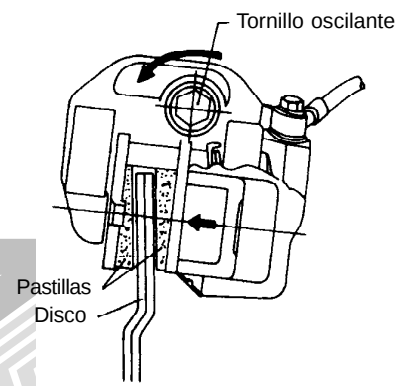
Se usa únicamente un pistón. Cuando la pastilla accionada por el pistón hace contacto con el disco, la pastilla del otro lado, se mueve por fuerza de reacción para que las dos agarren el disco. Este tipo de freno se llama "tipo flotante" y hay dos tipos, de deslizamiento del pin y del tipo oscilante.



Tipo de pistón opuesto



Tipo pasador deslizante

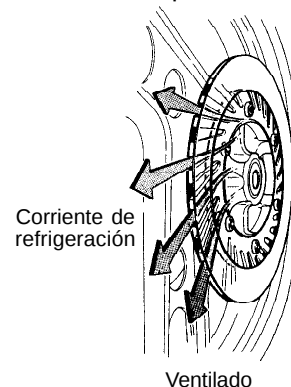
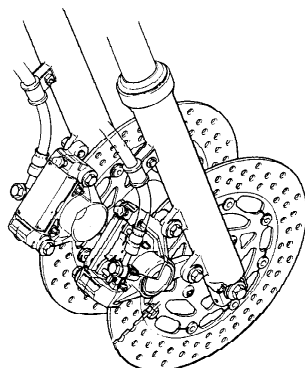


Tipo oscilante

(5) Ventajas del freno de disco

- Como el disco está expuesto, disipa calor más rápidamente y tiene una menor tendencia a desvanecerse y así, se puede asegurar un efecto de frenado estable.
- No se autoenergiza como una zapata primaria de freno. Cuando se usan dos frenos de disco, no hay diferencia en la potencia de frenado entre los frenos izquierdo y derecho. De este modo, la motocicleta no tira hacia un lado.
- Aún, si el disco se expande debido al calor, la tolerancia entre el disco y las pastillas cambiará poco y por lo tanto, la palanca y el pedal del freno pueden ser operados normalmente.
- Cuando el disco se humedece, el agua es desplazada rápidamente por la fuerza centrífuga y el efecto de frenado se recupera rápidamente.

Debido a estas ventajas, el freno de disco se usa principalmente como freno delantero. La razón es que cuando se aplica el freno, mucha parte de la carga se impone en la rueda delantera y por lo tanto, se le da importancia al freno delantero. Para incrementar la potencia de frenado, se usa el sistema de doble freno. Recientemente, muchas motocicletas emplean frenos de disco en las ruedas traseras.

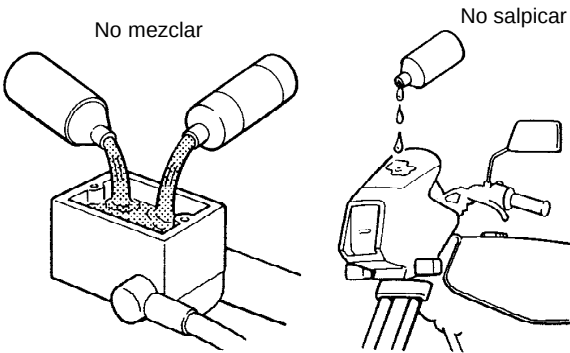


3. Líquido de frenos

El líquido de frenos debe reunir los siguientes requisitos:
No debe dañar el caucho, ni se debe congelar. También, debe tener un punto de ebullición alto y no ser corrosivo a las partes. El líquido de frenos tiende a absorber humedad del aire y como resultado reduce su punto de ebullición, causando así, bloqueos de vapor. Por lo tanto, el líquido de frenos debe ser reemplazado periódicamente.

(1) Características (naturaleza)

- Daña pinturas y plásticos
- Alta higroscopicidad
- No mezclar diferentes tipos de líquidos

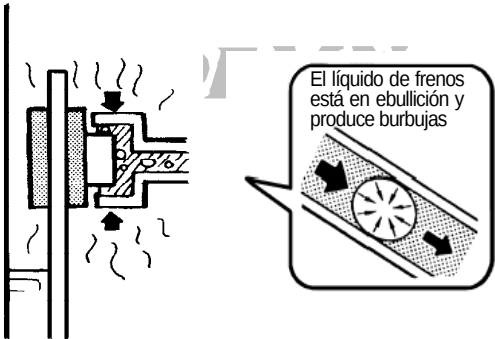


- Estándar para líquidos de frenos
DOT: Departamento de Transporte (de U.S.A.).
JIS: Estándar de la Industria Japonesa.

Estándar para líquidos de frenos

	DOT 3	DOT 4
Clasificación JIS	Clase 3	Clase 4
Punto de ebullición (°C)	205 o más	235 o más
Punto de ebullición húmedo (°C)	140 o más	155 o más
Viscosidad dinámica (-40°C)	1.500 o menos	1.800 o menos

- Bloqueo de vapor
En este fenómeno, el calor de las pastillas del disco es transferido al líquido de frenos, el cual ebulle a altas temperaturas y genera burbujas. Aunque la palanca del freno se apriete, las burbujas son comprimidas, y así, la operación de la palanca del freno parece ligera (esponjosa) y la efectividad del frenado es pobre.



[5] Ruedas

Las ruedas soportan el peso de la motocicleta y del conductor, transmiten la fuerza de la conducción, del frenado y de la dirección a la carretera, y al mismo tiempo, absorben más o menos los choques de la superficie de la carretera. Se requiere que sean resistentes, rígidas y livianas.

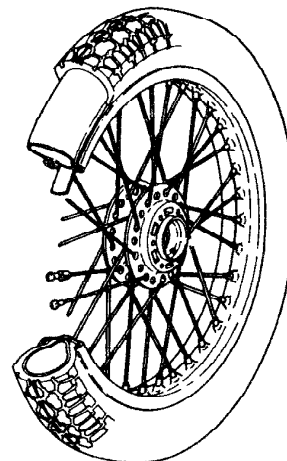
1. Tipos de aros de llantas

Los aros están disponibles en varios tipos, dependiendo de la estructura, de los materiales y del método de fabricación.

(1) Ruedas de rayos de varillas

El aro está hecho de una hoja de acero o de aleación de aluminio por laminado. Las varillas de los rayos de acero se extienden entre la rueda y el cubo (campana).

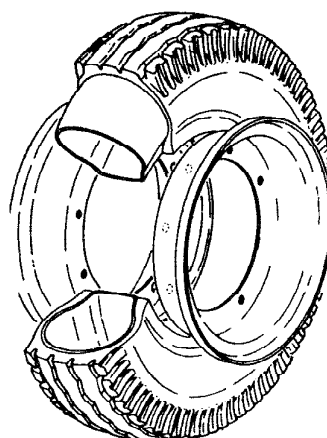
Este tipo es el más común de todos en las motocicletas.



Rueda de rayos de varilla

(2) Rueda prensada

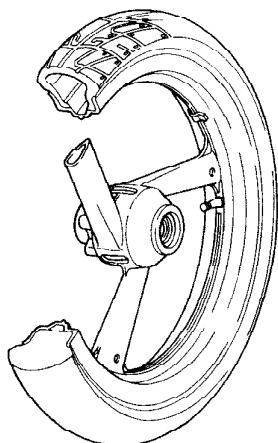
Los rayos formados por prensado se unen al aro y al cubo por medio de tuercas y tornillos o por soldadura. Este tipo es usado principalmente por motocicletas que tienen ruedas pequeñas, que son para uso familiar o de placer.



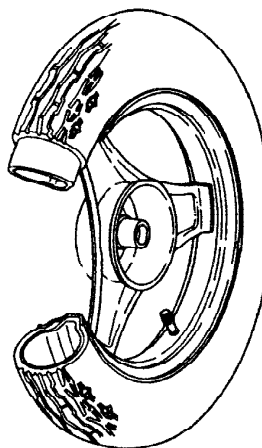
Rueda prensada

(3) Rueda fundida

El aro y los rayos se funden integralmente. Esta es también llamada "rueda de disco de aleación liviana". La rigidez está bien balanceada con la resistencia y no son necesarios ajustes de balanceo como en la rueda con rayos. El diseño es sofisticado. Este tipo se está haciendo común en motocicletas deportivas, particularmente en máquinas grandes y también en algunas pequeñas.



Rueda fundida



Rueda prensada

[6] Llantas

Las motocicletas pueden viajar y parar gracias al trabajo de fricción entre las llantas y la superficie de la carretera. Las llantas soportan el peso de la motocicleta y del conductor sobre áreas pequeñas que están en contacto con el suelo, transmitiendo las fuerzas de conducción y de frenado a la carretera y absorbiendo choques simultáneamente.

1. Llanta radial y llanta diagonal

○ La llanta diagonal tiene una estructura tal, que sus capas de cuerdas forman un ángulo de 30~40° con la línea del centro de la llanta. En la llanta radial, las bandas forman un ángulo de 10~15° con la línea del centro de la llanta, formando con las cuerdas que la envuelven un ángulo casi recto con la línea de centro.

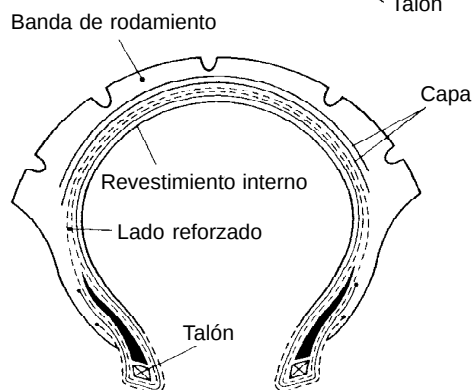
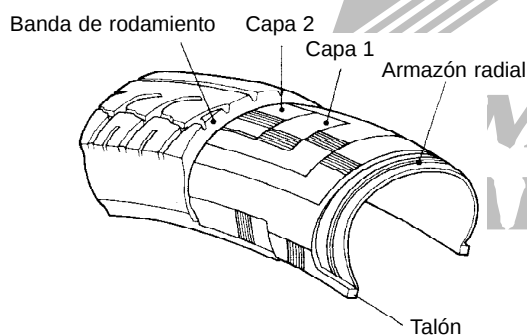
○ Las capas de las cuerdas se hacen principalmente de rayón, nylon o poliéster. Las bandas se hacen principalmente de acero y rayón. El kevlar se usa algunas veces.

En la llanta diagonal, la rigidez es casi uniforme. En la llanta radial, la banda de rodamiento es dura e improbable de deformar, debido a las bandas, pero las paredes laterales son bastante suaves.

○ En la llanta diagonal, las capas de cuerdas están tendidas una sobre otra con capas de caucho mezcladas entre ellas, y la dirección de una capa de cuerdas es simétrica con la adyacente. Cuando la llanta rueda, las capas de cuerdas se deforman de una manera complicada por la fuerza de flexión y por la compresión, particularmente en la parte que está en contacto con el suelo. La banda de rodamiento, por lo tanto, es más flexible que la de la llanta radial. Esto significa que su efecto de absorción de choques es bueno, pero se desgasta rápidamente debido a su gran deformación.

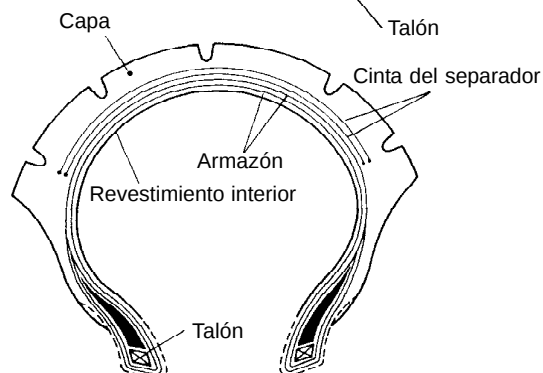
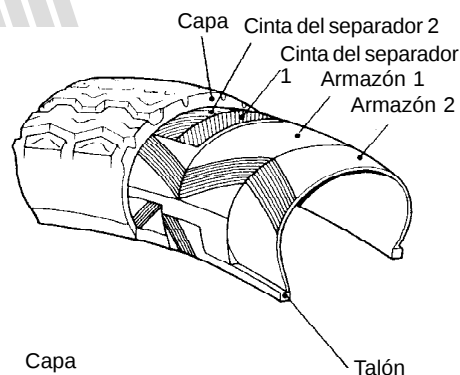
La llanta radial está caracterizada como sigue, ya que su banda de rodamiento es improbable de deformar debido a las bandas:

- El radio de rodamiento de la llanta varía escasamente con la velocidad.
- La resistencia al rodamiento es pequeña.
- El peso de la llanta puede ser reducido debido al efecto de la alta rigidez de las bandas.
- Hay una pequeña deformación de la banda de rodadura, así, hay menos generación de calor y se mejora la resistencia al desgaste y la durabilidad a altas velocidades.



Sección transversal

LLANTA RADIAL



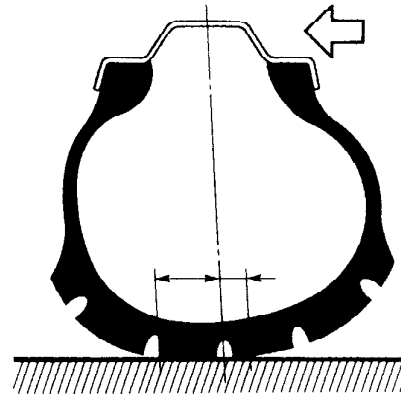
Sección transversal

LLANTA DIAGONAL

○ Llanta diagonal

- Las capas del armazón son parciales (diagonales).

Cuando la fuerza se aumenta en el lado del aro, la condición de la llanta en contacto con el suelo cambia.

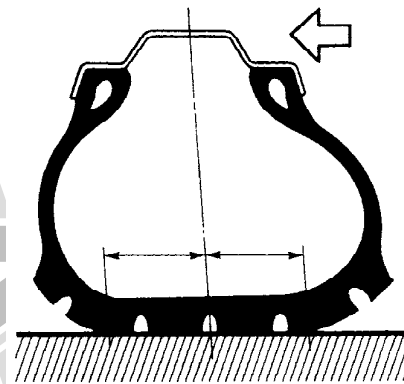


[LLANTA DIAGONAL]

○ Llanta radial

- El armazón es colocado en ángulo recto al extremo exterior de la llanta.
- El amortiguador es colocado a lo largo del extremo exterior de la llanta.
- La sección transversal de la banda de rodamiento es plana.

Cuando la fuerza es agregada al lado del aro, la condición de la llanta en contacto con el piso permanece estable.



[LLANTA RADIAL]

YAMAHA
TECHNICAL ACADEMY

2. Construcción de la llanta

La estructura de la llanta es básicamente la misma excepto diferencias menores dependiendo del tipo de llanta, con o sin neumático.

○ Banda de rodamiento

La banda de rodamiento está hecha de caucho duro para entrar en contacto directamente con el suelo. Debe ser resistente al desgaste y lo suficientemente resistente para proteger la estructura interna. Los llamados patrones de rodamiento, que varían con el propósito de la llanta, están sobre la superficie.

○ Cinta del separador

La capa llamada cinta del separador sirve de interfaz a la banda de rodamiento y al armazón, para mantenerlos en estrecho contacto y reducir los choques aplicados externamente.

○ Armazón

Es el esqueleto de la llanta. Debe ser capaz de resistir la presión de aire interna, las cargas y los choques externos simultáneamente. Se fabrica tendiendo capas de tejido (cuerdas), hechas de materiales como el nylon y el rayón, oblicuamente una sobre la otra y cubriendo las cuerdas con caucho. La resistencia de la llanta está determinada por las clases de cuerdas usadas y el número de cuerdas.

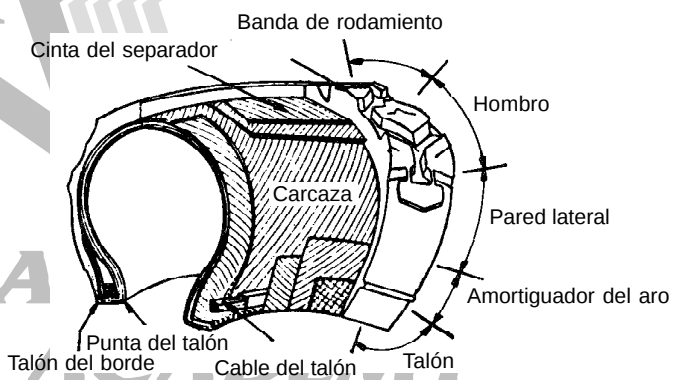
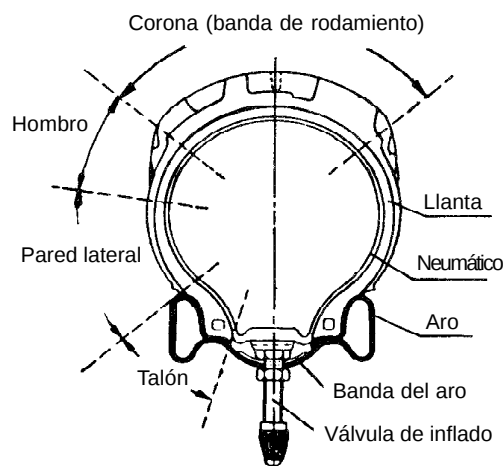
○ Talón

Este juega el papel de prevenir que la llanta pierda su forma debido a la presión del aire, a las cargas y a los choques; y para mantener ajustada la llanta sobre el aro establemente durante el viaje. Consiste de tendidos de cables como los de piano, cubiertos con caucho duro y reforzados de nuevo con tejido (escaldado).

○ Revestimiento interior

Esta es una capa de revestimiento de caucho hermética, en la superficie interna en las llantas y en los neumáticos. Es tan elástica, que cuando penetra un clavo, el aire no se escapa inmediatamente.

* Las llantas sin neumático están marcadas TUBELESS sobre la pared externa lateral. El aro está especialmente diseñado para no permitir pérdidas de aire. Tiene una grabación de TUBELESS TIRE APPLICABLE.



3. Dibujo de la banda de rodamiento

El dibujo de la banda de rodamiento difiere del propósito y de las características y de si es una rueda delantera o trasera.

(1) Dibujos básicos de la banda de rodamiento

○ Dibujo acanalado

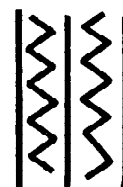
Ranuras paralelas corren a lo largo de la circunferencia. Este dibujo incrementa la direccionalidad y la estabilidad del curso, previniendo el deslizamiento en medio de un giro. Es usado principalmente en las ruedas delanteras.



Dibujo acanalado



Dibujo de arrastre



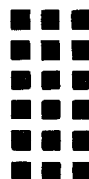
Dibujo acanalado-de arrastre

○ Dibujo de arrastre

Este tiene ranuras transversales y dirigidas para incrementar el agarre a la carretera. Se usa principalmente en las ruedas traseras.

○ Dibujo acanalado - de arrastre

Este combina los dibujos acanalados y de arrastre. Se usa para ruedas delanteras y domina el dibujo acanalado, y para las ruedas traseras domina el dibujo de arrastre.



Bloque

○ Dibujo en bloque

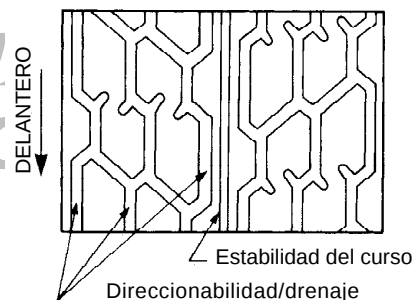
Este consiste en depresiones cuadradas (bloques) profundas. Como presenta un buen agarre y facilidad para evacuar el fango, se usa en máquinas de fuera de carretera. Los dibujos con bloques grandes se seleccionan para las ruedas delanteras y aquellos con bloques pequeños para las ruedas traseras.

Dibujo de la banda de rodamiento

(2) Dibujos actuales de la banda de rodamiento (de motocicletas deportivas comunes)

○ Llanta delantera

Las ranuras circunferenciales se combinan con algunas transversales y oblicuas, para un mejor agarre a la carretera, mejorando la direccionalidad y la estabilidad del curso.

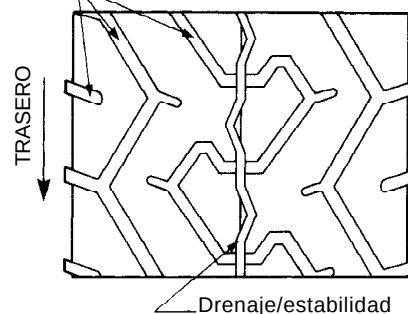


Estabilidad del curso

Direccionalidad/drenaje

○ Llanta trasera

Las ranuras circunferenciales ayudan a escapar el agua sobre una carretera mojada, para que no se reduzca el agarre a la carretera.



Drenaje/estabilidad

* En realidad los dibujos combinados acanalados-de arrastre se usan actualmente, seleccionando una variedad de dibujos posibles, de tal forma, que se puedan obtener las características específicas según el tipo de motocicleta.

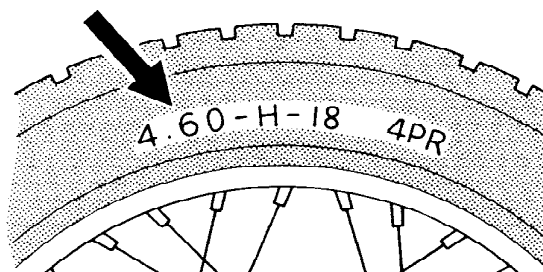
4. Tamaño de la llanta

(1) Marcación general

1) Marcación de la llanta y localización

4.60-H-18 4PR

Esto incluye, “ancho total de la llanta”, “símbolo del rango de velocidad”, “diámetro nominal del aro en pulgadas”, “rango de uso, indicando la resistencia de la llanta”, en el orden de aparición.



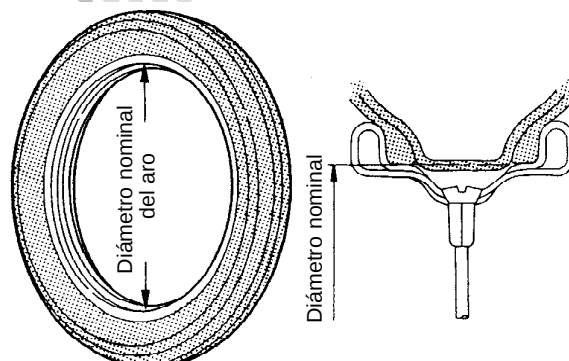
2) Ancho total de la llanta (pulgadas)

4.60 - H - 18 4PR



3) Diámetro del aro (pulgadas)

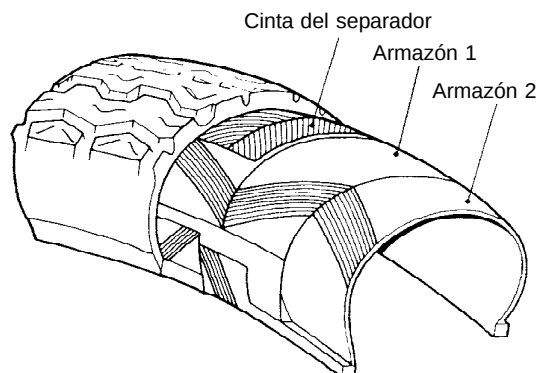
4.60 - H - 18 4PR



4) Resistencia (relación de capas)

4.60-H-18 4PR

Esta llanta usa cuerdas de nylon en el armazón, indicando que suministra una resistencia igual a 4 capas de cuerdas.



5) Límite de velocidad

Límite superior de velocidad para una llanta

4.60 - **H** -18 4PR

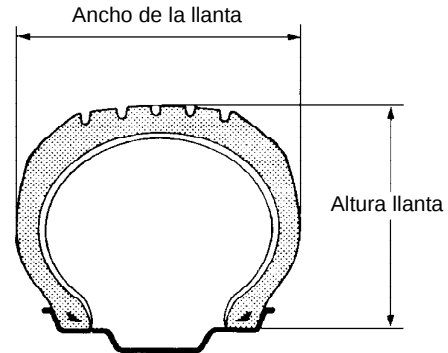
Marca	Velocidad máxima
Para scooter	100 km/h
N	140 km/h
S	180 km/h
H	210 km/h
V	210 km/h

(2) Aplastamiento

130/90-16 67H

1) Ancho de la llanta (mm)

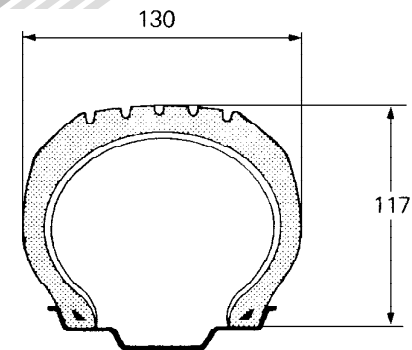
130 /90 -16 67H

**2) Aplastamiento (%)**

130 / **90** -16 67H

$$\text{Aplastamiento (\%)} = \frac{\text{Altura llanta}}{\text{Ancho}} \times 100$$

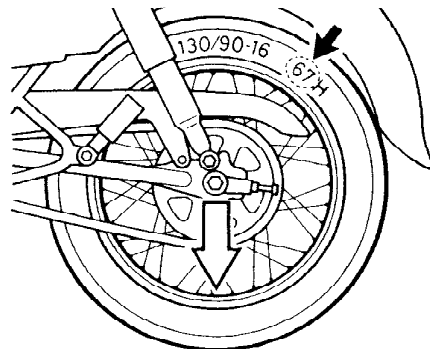
$$\text{Ejemplo: } \frac{117}{130} = 0.9 \text{ (90 \%)}$$

**3) Índice de carga**

130/90-16 **67**H

Límite superior de la carga de una llanta

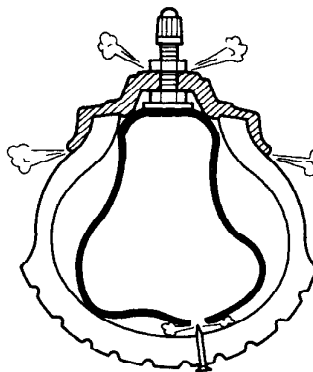
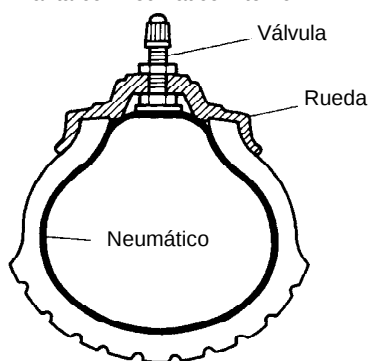
	Presión de aire	Límite carga max.
67	2 kgf/cm ²	230 kg



5. Llanta con neumático y llanta sin neumático

Normalmente, la llanta es de tipo con neumático y se usa una cámara dentro de la llanta para contener el aire. Recientemente, cuando las ruedas fundidas se hicieron populares se empezaron a usar “llantas sin neumáticos” en motocicletas deportivas grandes.

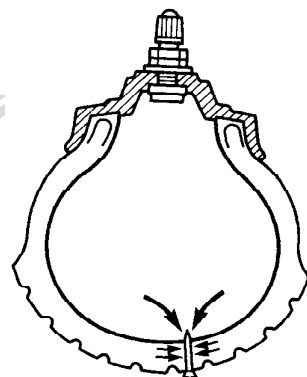
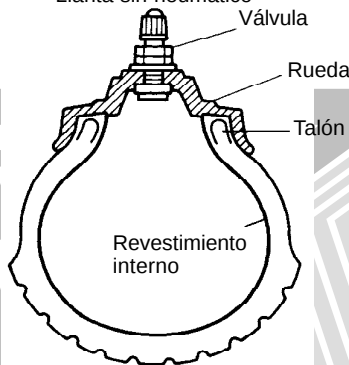
Llanta con neumático interno



Si un clavo penetra la llanta y el neumático, se crea un orificio y el aire se saldrá inmediatamente. Si se continúa conduciendo en esta condición el orificio se extenderá.

La llanta sin neumático está respaldada con un revestimiento en su lado interno. Cuando un clavo penetra la llanta, el caucho de la llanta aprieta el clavo y el aire se saldrá lentamente.

Llanta sin neumático

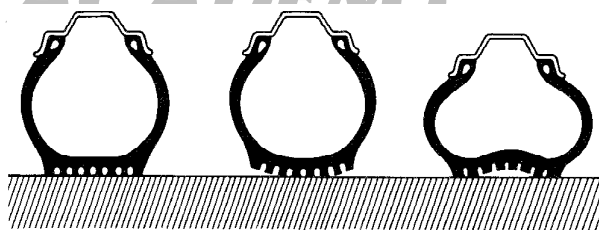


6. Presión de aire

La presión de aire varía con el tamaño de la llanta, con el tipo de motocicleta, con la condición de la carretera y con la forma de conducción, etc. Si la presión del aire es incorrecta, se puede ver afectada la estabilidad del curso, se pierde confortabilidad, es peligrosa la conducción a alta velocidad y la angulación y la vida de servicio de la llanta se reducen. La presión de aire recomendada varía dependiendo del modelo de la motocicleta. Mantenga la presión de aire normal, indicada en las instrucciones o en el rótulo pegado al bastidor.

- Si la presión de aire es muy alta, la llanta hace contacto con el suelo sobre un área pequeña. Como resultado, es muy probable el deslizamiento, se pierde confortabilidad, y el desgaste ocurre únicamente en el centro de la banda de rodamiento.

- Si la presión de aire es muy baja, la llanta se aplasta para soportar la carga. La estabilidad es mala, con una vida de servicio de la llanta reducida por el calor.



Presión de aire buena

Presión de aire muy alta

Presión de aire muy baja

Relación entre la presión de aire y la deformación

V. CONSTRUCCION BASICA Y FUNCION DEL SISTEMA ELECTRICO



YAMAHA
TECHNICAL ACADEMY

[1] Fundamentos de Electricidad

Símbolos Eléctricos

Descripción	Símbolo	Descripción	Símbolo
Cable		Bujía	
Cable conectado		Generador	
Cable no conectado		Motor	
Masa (tierra)		Amperímetro	
Conector		Voltímetro	
Resistencia		Dirección del flujo de la corriente hacia afuera	
Resistencia variable		Dirección del flujo de la corriente hacia usted	
Bobina		Diodo	
Bobina de encendido		Diodo Zener	
Condensador		Transistor NPN	
Suiche		Transistor PNP	
Fusible		SCR, Tiristor	
Batería		Termistor	
Ruptor de contacto			
Puntas			

1. Conducción de la electricidad

La corriente eléctrica fluye como el agua para realizar su trabajo.

Una sustancia en la cual fluye fácilmente la corriente eléctrica se llama conductor. Una sustancia que es renuente al flujo de la corriente se llama aislante. Y una sustancia que se encuentre entre el conductor y el aislante se llama semiconductor.

	Sustancias	Resistencia específica (ohmio - cm)
Conductor	Cobre, oro, plata, platino, mercurio, etc.	$10^{-4} - 10^{-6}$
Semiconductor	Silicio, selenio, germanio, etc.	$10^{-3} - 10^6$
Aislante	Vidrio, mica, ebonita, caucho, cerámica, etc.	$10^9 - 10^{20}$

2. Acciones de la corriente eléctrica

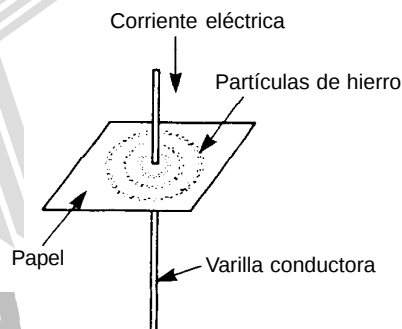
La corriente eléctrica realiza acciones cuando fluye. Estas incluyen acciones térmicas, magnéticas y químicas.

(1) Acción térmica

Cuando la corriente fluye en un conductor, éste no permite que la corriente se transmita sin resistencia. Debido a la resistencia, el flujo de la corriente produce calor en el conductor. Cuanto mayor es la resistencia a la corriente eléctrica, mayor es el calor producido.

(2) Acción magnética

La corriente eléctrica que fluye a través de un conductor, produce líneas magnéticas de fuerza, que pueden ser visualizadas si usted hace un experimento simple: riegue partículas de hierro sobre una hoja de papel y haga circular una corriente eléctrica a través de una varilla que penetre el papel (ver la ilustración).



(3) Acción química

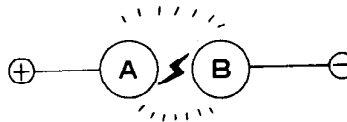
Cuando una corriente eléctrica fluye en una solución diluida de ácido sulfúrico por medio de unos electrodos de platino, el ácido sulfúrico se descompone en oxígeno e hidrógeno. Este fenómeno se llama electrólisis, que es una acción química de la corriente eléctrica.

La batería, el electroplateado y el pulido hacen uso de las acciones químicas de la corriente eléctrica.

(4) Otras acciones

1) Radiación (Descarga)

Si usted aplica un voltaje a través de terminales que están separados por un espacio y eleva el voltaje gradualmente, ocurrirá una chispa y fluirá una corriente eléctrica en el espacio. Este fenómeno es llamado descarga de chispa y se utiliza en el motor para el encendido.



2) Electricidad estática

Es cuando la electricidad permanece en la superficie de un aislante o de un conductor aislado.

3) Electroluminiscencia

La luz se emite cuando una corriente eléctrica fluye a través de un gas neón sellado dentro de un tubo de vidrio. Así, la emisión de luz no térmica, ocurre cuando la corriente fluye en un gas.

4) Transmisión de ondas de radio

Cuando ocurre una descarga entre terminales separados se genera la transmisión de ondas de radio en el espacio.

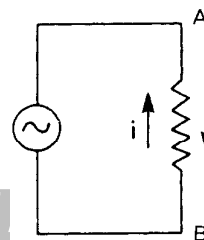
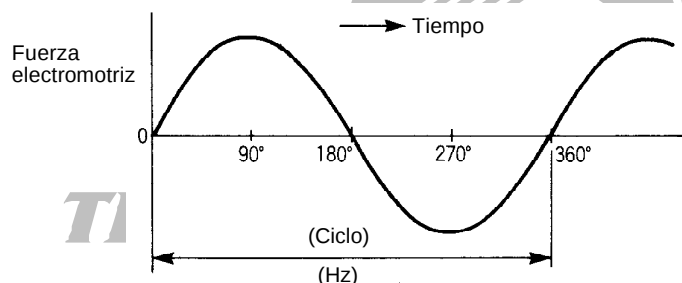
3. Corriente alterna y directa

Hay dos tipos de corriente eléctrica. Una es la corriente directa (DC), que fluye en una dirección fija, y la otra es la corriente alterna (AC), en la cual, la dirección del flujo de la corriente cambia.

(1) Corriente alterna (AC)

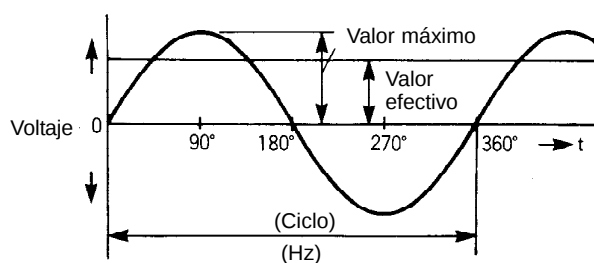
La corriente alterna se suministra como un servicio en nuestras casas. La corriente alterna es tal, que la dirección del flujo se invierte y la intensidad de la corriente cambia regularmente.

En la fuente de servicio la dirección del flujo, o sea, la polaridad de la corriente eléctrica, cambia 50 ó 60 veces en un segundo.



La corriente alterna tiene la ventaja de que su voltaje puede ser variado con un transformador de voltaje. Las desventajas incluyen que la corriente alterna no puede ser almacenada, y que cuando energiza un motor no puede producir un gran torque de arranque.

Voltaje AC (valor efectivo)

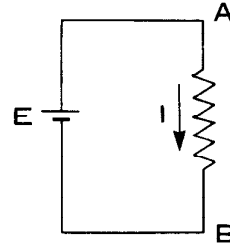
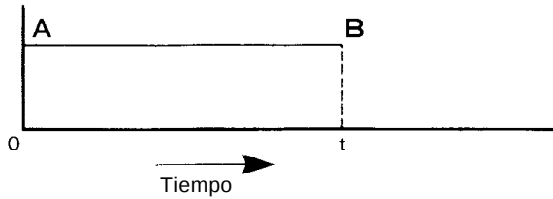


$$\text{Valor efectivo} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \text{Valor máximo}$$

$$= 0.707 \times \text{Valor máximo}$$

(2) Corriente directa (DC)

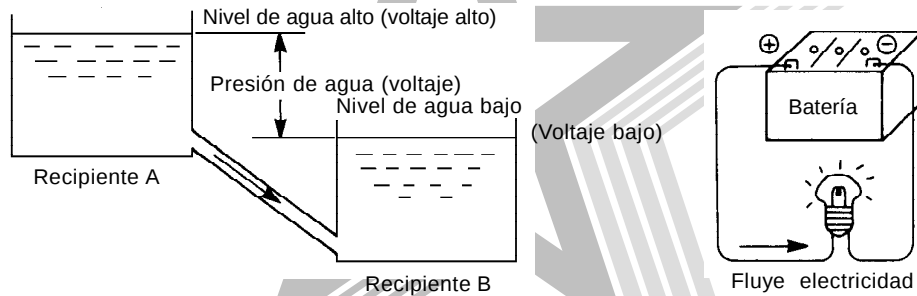
La corriente directa es tal, que la dirección y la intensidad del flujo de la corriente permanecen invariables.



La corriente directa tiene la ventaja de que se puede almacenar y cuando energiza un motor, produce un gran torque. Su desventaja es que su voltaje no puede ser variado con un transformador de voltaje.

4. Flujo de la electricidad

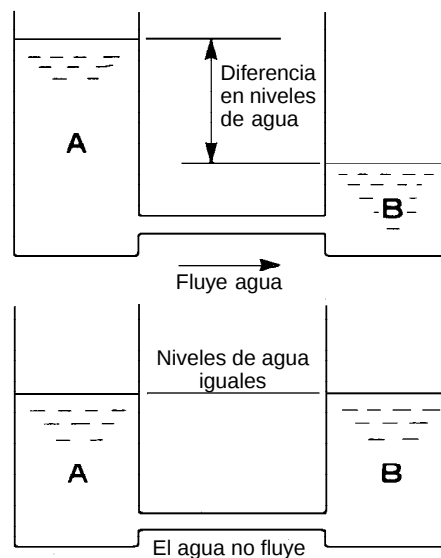
Cuando el terminal positivo (+) de una batería se conecta al terminal negativo (-) con un conductor, fluye electricidad de (+) a (-).



El flujo de electricidad (corriente eléctrica) puede ser comparado con el flujo del agua, como se ilustra arriba. Cuando hay dos tanques con agua A y B, y A más alto que B y conectados con un tubo, el agua fluye de A a B. Como el nivel de agua en A está más alto que el de B, se genera una presión de agua, lo que produce la caída del agua. El flujo de electricidad ocurre como el flujo del agua, de (+) a (-) cuando el potencial de la batería (+) es más alto que el de (-) se genera voltaje y la electricidad fluye a través de los terminales.

La electricidad, como en el caso del agua, no fluye si no hay diferencia de potencial entre las fuentes.

El flujo de la electricidad es llamado corriente eléctrica, al igual que el flujo de agua es llamado flujo de agua.



5. Corriente, voltaje, resistencia y potencia eléctrica.

(1) Corriente eléctrica (I)

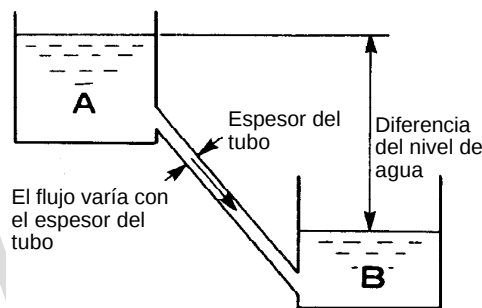
La corriente eléctrica se produce por el voltaje. Nosotros denominamos la corriente con el símbolo “I” y la medimos en unidades de amperios (A). La intensidad de la corriente eléctrica se define como 1 amperio, cuando ésta fluye a través de un conductor teniendo la resistencia de 1 ohmio, cuando el voltaje de 1 voltio se aplica a través de él.

(2) Voltaje (E)

La diferencia de potencial es referida como el voltaje. Nosotros denotamos el símbolo “E” de voltaje y lo medimos en unidades de voltios (V). 1 voltio es el voltaje que se necesita para hacer que una corriente eléctrica de 1 amperio, fluya a través de un conductor que tiene una resistencia de 1 ohmio.

(3) Resistencia (R)

En la analogía del flujo de agua, el agua fluye más fácilmente cuando el tubo de conexión entre los recipientes es más grueso. Si el tubo es delgado, se incrementa la resistencia, y la intensidad de la caída del agua se reduce. Así, la resistencia es la obstrucción al flujo de la electricidad. Nosotros la denotamos con el símbolo “R” y la medimos en unidades de ohmios. 1 ohmio es el valor de la resistencia que permite a una corriente eléctrica de 1 amperio, fluir bajo el voltaje de 1 voltio.



Voltaje = Diferencia de niveles de agua entre los recipientes A y B

Corriente eléctrica = Corriente de agua que fluye de A a B

Resistencia = Diámetro y longitud del tubo que conecta A y B

○ Ley de Ohm

“La intensidad de la corriente eléctrica es proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia”

Relación entre el voltaje, la corriente y la resistencia

$$I = \frac{E}{R} \quad R = \frac{E}{I} \quad E = I \times R$$

Recuerde



(4) Potencia (P)

La electricidad trabaja cuando realiza acciones térmicas, magnéticas y/o químicas. La cantidad de trabajo eléctrico se llama potencia, la denotamos con el símbolo “P” y la medimos en unidades de vatios (W). La potencia (P), el voltaje (E) y la corriente (I), se reúnen en la siguiente relación:

○ Ley de Watt

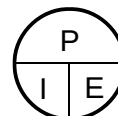
“La potencia es proporcional al voltaje y a la corriente eléctrica.”

$$\text{Watt } P = I \times E \quad I = \frac{P}{E} \quad E = \frac{P}{I}$$

De la ley de Ohm, tenemos $P = I^2 R = \frac{E^2}{R}$

A un mayor voltaje o corriente más fuerte, la potencia es mayor.

Recuerde

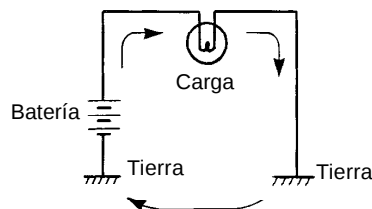


6. Circuitos eléctricos

Cuando conectamos los terminales (+) y (-) de una batería con un conductor, la corriente eléctrica fluye de (+) a (-). La acción química que tiene lugar en la batería reproduce la carga como si fuera una pérdida cuando fluye la corriente eléctrica. La ruta por donde fluye la corriente eléctrica se llama circuito eléctrico.

Para utilizar la electricidad, se debe formar algún circuito eléctrico.

Consideremos los circuitos eléctricos en el automóvil. El terminal (+) de la batería está conectado a las luces principales, a la bobina de encendido, al arrancador, etc. Y el terminal (-) al bastidor del carro. Esta clase de circuito se llama circuito de cable simple (monocable).



○ La conexión de la línea directamente al motor o al cuerpo del vehículo se llama (tierra).

(1) Conexión en serie

Como se muestra en la ilustración, la forma de conexión de cargas en una fila, se llama conexión en serie. Esto forma un circuito en el que fluye una corriente definida.

○ Las corrientes que fluyen a través de las cargas es la misma en cualquier punto.

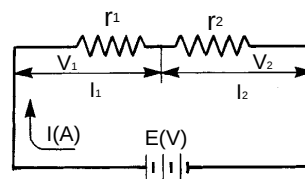
$$I(A) = I_1 = I_2$$

○ La suma de los voltajes desarrollados a través de las cargas es igual al voltaje fuente.

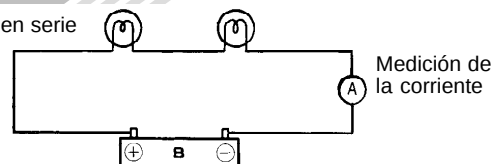
$$E(V) = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

○ La resistencia total del circuito es la suma de las resistencias.

$$R(\Omega) = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$



Circuito en serie



Medición de la corriente

(2) Conexión en paralelo

Como se muestra en la ilustración, la forma de conexión de cargas paralelas se llama conexión en paralelo. Esta forma ramales en el circuito y la corriente se divide por ellos. En este caso, los voltajes desarrollados a través de las cargas paralelas son todos iguales.

○ Los voltajes que se desarrollan a través de las cargas paralelas son iguales.

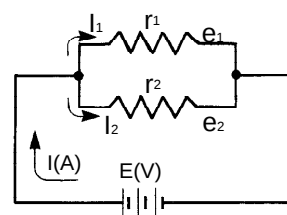
$$E(V) = e_1 = e_2$$

○ La suma de las corrientes que fluyen a través de las cargas paralelas es igual a la corriente total suministrada por la fuente.

$$I(A) = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

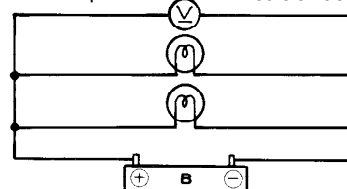
○ La resistencia total del circuito es el inverso de la suma de los inversos de cada resistencia.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}}$$



Circuito en paralelo

Medición de voltaje



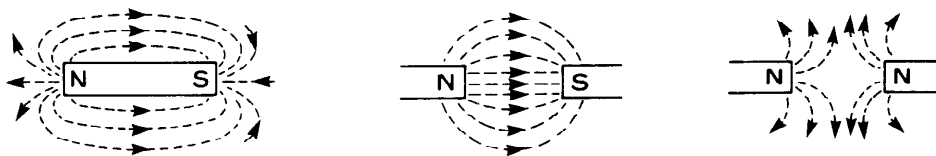
*Corto circuito

Cuando los dos terminales de una batería son conectados directamente a un conductor sin conexión a una carga, como a un bombillo o a una resistencia, grandes cantidades de corriente fluyen por el conductor, lo cual es extremadamente peligroso. Por ejemplo, con una batería de 12V, si la resistencia interna de la batería es 0.01, Ω usando la ley de Ohm, $I = \frac{E}{R} = \frac{12}{0.01} = 1,200 A$, lo que indica que una gran cantidad de corriente fluye. Consecuentemente, conectando directamente ambos terminales, teniendo el voltaje en un punto sin resistencia, se llama corto circuito.

7. Electricidad y magnetismo

(1) Líneas de fuerza magnética

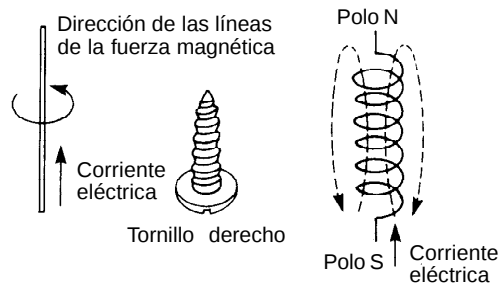
El magnetismo tiene dos polos, N y S. Las líneas de fuerza magnética van del polo N al polo S. El lugar donde existen las líneas de fuerza magnética se llama campo magnético.



Las líneas de fuerza magnética producen tal efecto, que los polos N y S se atraen entre sí, mientras que los polos del mismo tipo, N y N, S y S, se repelen.

(2) Regla del tornillo de la mano derecha

Cuando las líneas de fuerza magnética se generan por una corriente eléctrica, hay una cierta relación entre la dirección de la corriente eléctrica y la de las líneas de la fuerza magnética. Cuando la dirección de la corriente fluye en la misma dirección de avance de un tornillo de rosca derecha, las líneas de fuerza magnética se presentan en la misma dirección de rotación.



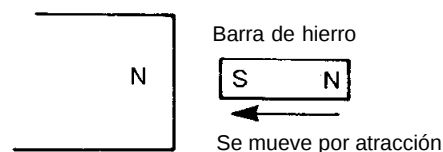
Cuando una corriente eléctrica fluye a través de una bobina, de abajo hacia arriba, que es devanada en la dirección de avance de un tornillo de rosca derecha, la bobina aparece como un imán con polo N en la parte superior y el polo S en la parte inferior (ver ilustración).

A una corriente eléctrica más fuerte o a un mayor número de espiras en la bobina, será más fuerte el electroimán cuando el tamaño de la bobina es fijo.

(3) Inducción magnética

El imán atrae una pieza de hierro si está cerca de ella. Esto es porque la pieza de hierro se convierte en un imán. Es decir, si usted coloca una pieza de hierro cerca al polo N de un imán, aparece un polo S sobre el lado del hierro más cercano al imán y se desarrolla un polo N en el lado más lejano.

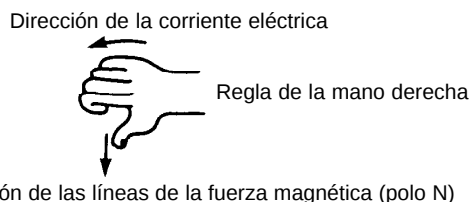
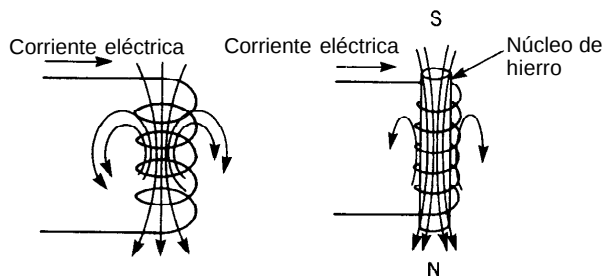
Este efecto del imán que convierte la pieza de hierro en otro imán, se llama inducción magnética. El hierro dulce pierde el magnetismo una vez que queda fuera del campo magnético. Pero el acero, una vez que ha sido magnetizado no pierde el magnetismo, aún después de estar fuera del campo magnético.



(4) Bobina y electroimán

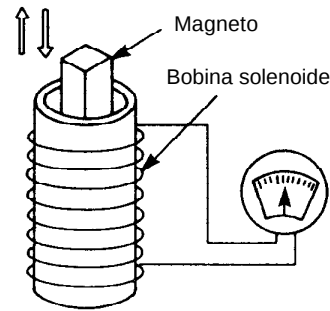
Inserte un núcleo de hierro en una bobina y suminístrele una corriente eléctrica a la bobina. Luego, cuando la corriente es suministrada, se desarrolla un imán cuando el núcleo de hierro es magnetizado por las líneas de la fuerza magnética que produce la bobina. Esto se llama electroimán.

Si una bobina es devanada al rededor de un núcleo de hierro, la bobina hace un imán más fuerte que sin el núcleo, porque las líneas de fuerza magnética pasan más fácilmente en el hierro que en el aire. Teniendo más líneas de fuerza magnética o una corriente eléctrica más fuerte o mayor número de devanados en la bobina, tendremos un imán más fuerte.



(5) Inducción electromagnética

Cuando usted arrima un imán cerca a un solenoide (bobina de cable conductor enrollada en forma cilíndrica), las líneas de la fuerza magnética interceptan la bobina y surge una fuerza electromotriz en la bobina. Esto también pasa cuando otra bobina es colocada cerca a la bobina y usted suministra una corriente intermitente en la segunda bobina. De este modo, surge una fuerza electromotriz en la bobina cuando las líneas de la fuerza magnética cambian en la bobina. Este efecto se llama inducción electromagnética.

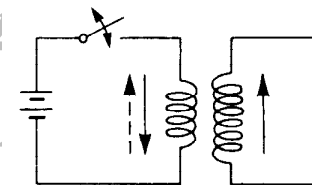
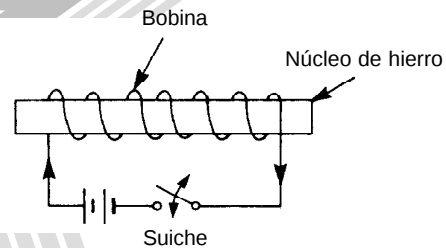
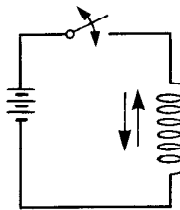


(6) Autoinducción

Cuando se aplica un cambio al campo magnético de una bobina, la corriente generada en la bobina trabaja en contra de la agitación en el campo magnético para mantenerlo estable, así, el campo magnético es generado en la dirección opuesta (Ley de Lenz).

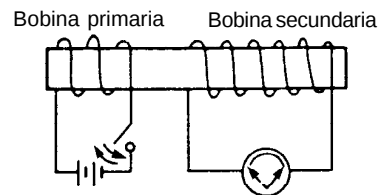
Cuando se enciende el suiche, en el circuito ilustrado a la derecha, surge una fuerza electromotriz en la bobina en una dirección tal, que la fuerza electromotriz actúe para impedir la corriente eléctrica. Si se apaga el suiche, se genera una fuerza electromotriz que actúa para ayudar a la corriente eléctrica que hasta ahora ha estado fluyendo, de tal forma, que continúe el flujo.

Esto se interpreta como la generación de la fuerza electromotriz, para compensar la variación de las líneas de la fuerza magnética existentes. Este efecto se llama autoinducción de la bobina. El voltaje desarrollado por autoinducción a través de la bobina es mayor cuando se apaga el suiche, que cuando se prende.



(7) Inducción mutua

Devane dos bobinas aisladas en forma coaxial y haga fluir una corriente eléctrica que varíe con el tiempo a través de una de las bobinas. Se generará una fuerza electromotriz en la otra bobina. Este efecto se llama inducción mutua. El transformador y la bobina de encendido hacen uso de este efecto.



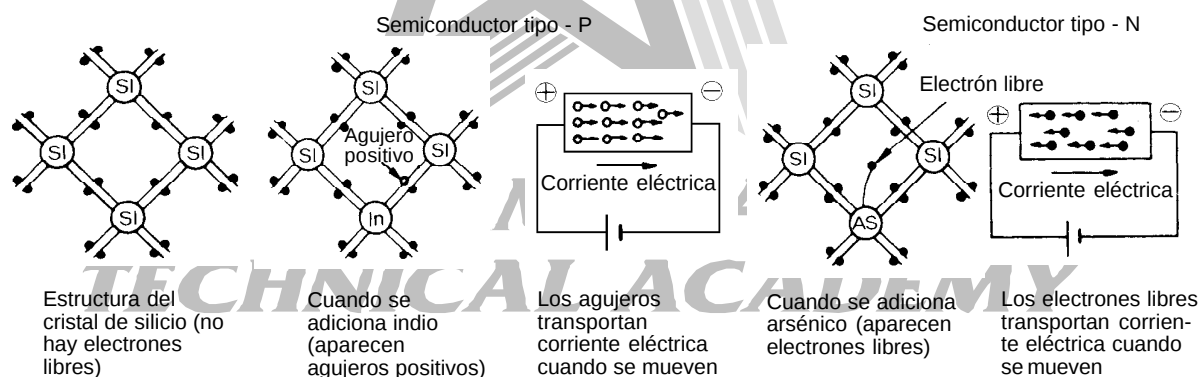
8. Semiconductores

La sustancia que permite que la corriente eléctrica fluya fácilmente es el conductor. Opuestamente, la sustancia que es renuente al flujo de la corriente eléctrica es el aislante. Los semiconductores son un intermedio entre los conductores y los aislantes. Están hechos de silicio y de germanio.

La diferencia esencial entre el conductor y el aislante, es que en el conductor, hay muchos electrones que se pueden mover libremente (electrones libres) entre los átomos que componen el material, pero en el aislante no hay electrones libres. Los cristales de silicio puro y de germanio son aislantes a bajas temperaturas. Pero una vez que se les aplica calor, luz o voltaje, algunos electrones quedan libres para moverse. Tales sustancias se llaman semiconductores.

(1) Semiconductor tipo - P (tipo positivo) y tipo - N (tipo negativo)

Los cristales de silicio puro y de germanio tienen estructuras atómicas estables. Si se mezclan impurezas en ellos, tales cristales quedan cargados con electricidad positiva o negativa, cuando se les suministra una corriente eléctrica débil. Si ellos quedan cargados positivamente o negativamente depende de la clase de impurezas que se les haya mezclado. Si el átomo de impurezas tiene menor valencia de electrones (grupo de electrones que están en la banda más externa de la estructura atómica) que el átomo de silicio o de germanio, faltan electrones para los átomos a unir entre sí, cuando ellos forman una estructura cristalina, y se desarrollan “agujeros” positivamente cargados. Este es un semiconductor tipo - P. Si el átomo de impurezas tiene más electrones de valencias que el átomo de silicio o de germanio, existe un exceso de electrones (electrones libres) en la estructura del cristal. Este es un semiconductor tipo - N.



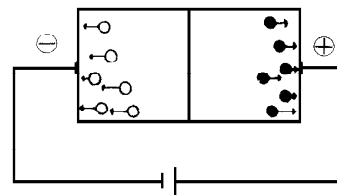
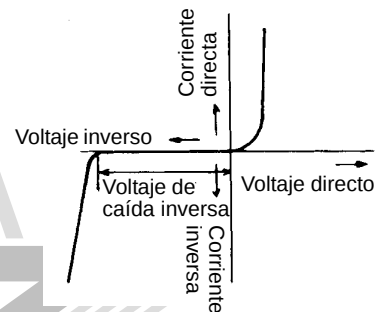
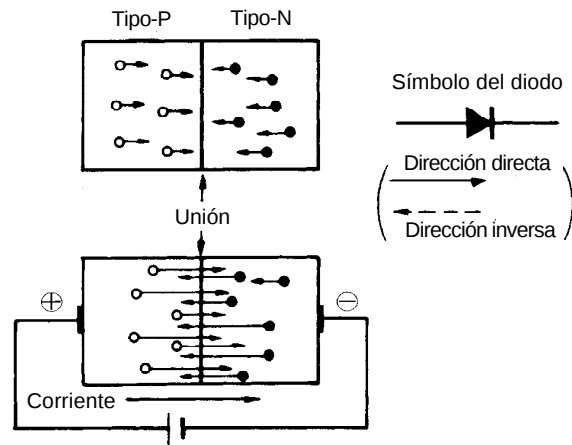
(2) Diodos

Es posible hacer “dispositivos” teniendo variaciones en sus características, combinando semiconductores tipo-P y tipo-N. El más simple de todos es el diodo de unión P-N, que rectifica la corriente eléctrica. Es una unión simple de semiconductores tipo - P y tipo-N.

1) Acción del diodo de silicio

Suponga que usted ha hecho un diodo de silicio de unión P-N, que es una unión de cristales de silicio tipo-P y tipo-N. Los agujeros de la región tipo-P, se mueven hacia el tipo-N y los electrones de la región tipo-N, se mueven hacia el tipo-P. Pero ninguno de los agujeros, ni de los electrones puede entrar a la otra región, es como si hubiera una pared en la unión.

Si usted conecta una batería a través del diodo, el terminal positivo al tipo-P y el terminal negativo al tipo-N, los agujeros y los electrones conducidos por el voltaje, se montan por encima de la pared y se unen unos con otros. El flujo de agujeros de P a N y el flujo de electrones de N a P, es la corriente eléctrica. Aunque hay un número limitado de agujeros y de electrones inicialmente en el semiconductor, los electrones se suministran desde el exterior, o sea, desde la batería mientras que está conectada y la corriente eléctrica continúa fluyendo. La dirección en que fluye la corriente eléctrica se llama “directa”. Si usted conecta la batería inversamente, el terminal positivo al tipo-N y el terminal negativo al tipo-P, los agujeros son atraídos hacia el terminal negativo y los electrones hacia el terminal positivo, por lo tanto, no ocurre el flujo continuo de corriente eléctrica. Esta dirección del diodo se llama corriente inversa.

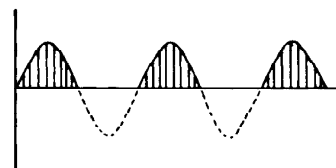
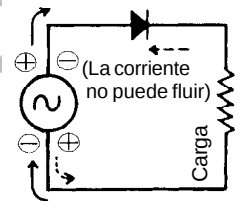


2) Acción de rectificación

El diodo permite que la corriente eléctrica fluya en la dirección directa cuando se aplica únicamente un voltaje pequeño, pero no permite el flujo de la corriente en la dirección inversa, aún si se aplica un voltaje considerablemente alto. Esta característica se utiliza para rectificar la corriente alterna, que varía su dirección de corriente eléctrica alternativamente, en corriente directa.

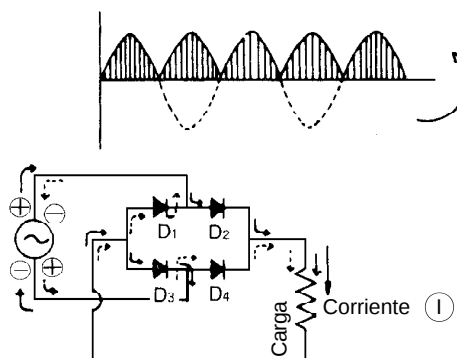
3) Rectificación de media onda

Suponga que hay un circuito involucrando un diodo como se ilustra. Cuando se suministra corriente alterna, el diodo permite que la corriente pase únicamente durante cada medio ciclo en la dirección directa, y como resultado, la forma de onda de la corriente se convierte, como se muestra, con el flujo de corriente en la dirección inversa cortado. Esto se llama rectificación de media onda de fase simple.



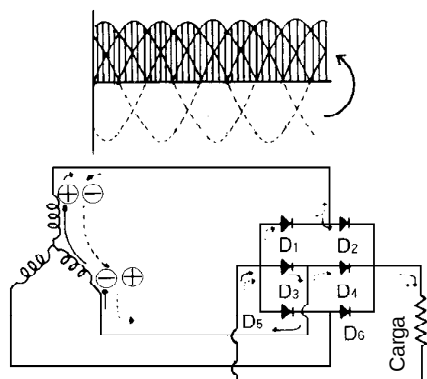
4) Rectificación de onda completa

En el circuito donde se forma un puente de diodos con cuatro diodos como el ilustrado, la corriente fluye a través de la carga con una forma de onda tal, que la dirección de los medios ciclos negativos de la corriente es inversa, a diferencia de la rectificación de media onda. Esto se llama rectificación de onda completa. En este caso, fluye el doble de la corriente que en la rectificación de media onda.



5) Rectificación de tres fases

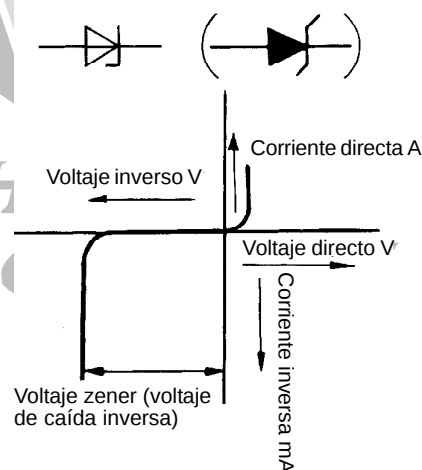
Utilizamos seis diodos como se ilustra, para rectificar la corriente alterna trifásica. Como las fases de la corriente se traslapan, es posible producir mayor corriente directa que con la rectificación monofásica (rectificación de onda completa trifásica).



(3) Diodo Zener

El diodo Zener es una clase de diodo de silicio, pero se utiliza su característica especial de caída inversa. El diodo permite que la corriente pase cuando un voltaje directo, aún si es pequeño, se le aplica. Pero cuando el voltaje es inverso, el diodo no permite que la corriente fluya hasta que el voltaje inverso alcance un cierto nivel llamado voltaje de caída. El diodo Zener tiene un voltaje de caída relativamente bajo y además, el voltaje inverso de caída es fijo, indiferente de la intensidad de la corriente. Ese voltaje inverso fijo se llama voltaje Zener. El diodo Zener se usa como dispositivo de conmutación en los transistores tipo reguladores, etc.

Símbolo del diodo zener

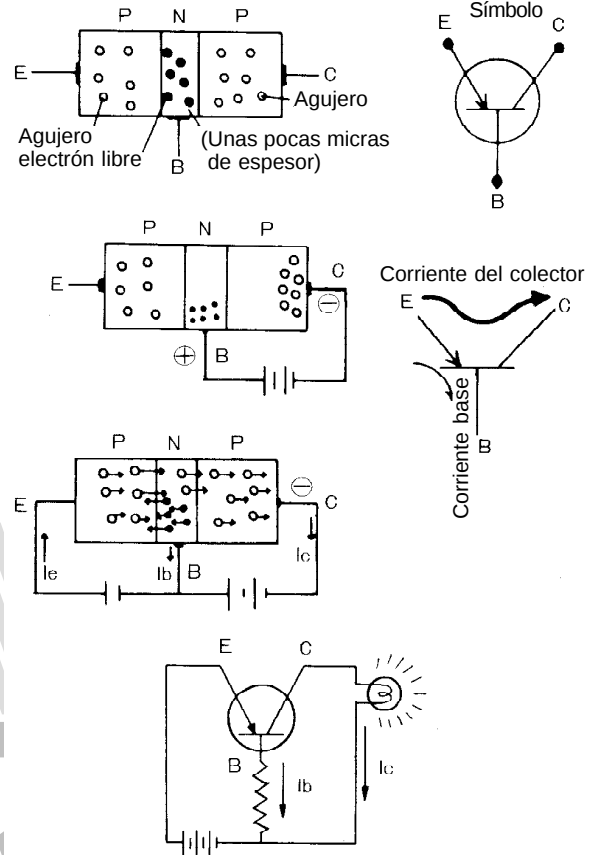


(4) Transistores

El transistor consiste de un semiconductor tipo-P, intercalado con dos semiconductores tipo-N, (transistor NPN) o un tipo-N, intercalado con dos semiconductores tipo-P (transistor PNP). Tiene tres terminales: la base (B), el emisor (E), y el colector (C).

1) Transistor PNP

Existen agujeros en las regiones del emisor y del colector y electrones libres en la región de la base. Cuando un voltaje se aplica a través de la base y del colector, con la base siendo positiva con relación al colector, la unión entre la base y el colector es influida inversamente y no fluye corriente. Los electrones en la región de la base son atraídos por el terminal de la base y los agujeros en la región del colector son atraídos por el terminal del colector. Si aplicamos un voltaje a través del emisor y adicionalmente a la base, con el emisor siendo positivo con relación a la base, los agujeros de la región del emisor se mueven hacia la base y los electrones libres de la región de la base hacia el emisor, conducidos por el voltaje externo. Si la base es muy delgada en este momento, muchos de los agujeros pasan la capa de la base hacia la región del colector, atraídos por el voltaje negativo aplicado al colector. Así, fluye la corriente entre el emisor y el colector.



2) Transistor NPN

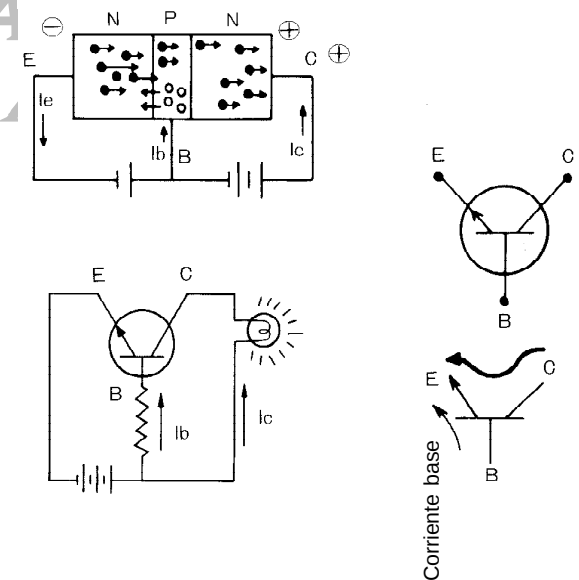
Los principios de operación son los mismos que para el transistor PNP, pero los agujeros y los electrones cambian sus lugares entre sí y la dirección de la corriente también se invierte.

- La corriente de base I_b , la corriente del emisor I_e y la corriente del colector I_c , se reúnen en la siguiente relación:

$I_e = I_b + I_c$ I_b es muy pequeña y del 1 ~ 5 % de I_c .

Cuando se suministra, tal corriente pequeña a la base, se permite fluir una corriente grande por el colector (acción de conmutación del transistor). Además, la corriente del colector puede ser controlada por la corriente de la base (acción de amplificación).

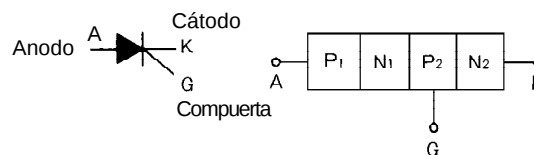
Los transistores son usados en lugar de las puntas de contacto, en los sistemas de encendido y en los reguladores.



(5) Tiristores

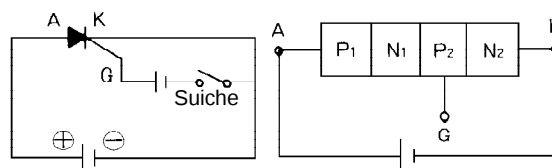
El tiristor, también llamado rectificador controlado de silicio, consiste de dos semiconductores tipo-P y dos tipo-N, dispuestos en PNPN. Este tiene tres terminales: ánodo, (A), cátodo (K) y compuerta (G).

No fluye corriente a través del tiristor, aún cuando se aplique un voltaje a través de A y K.

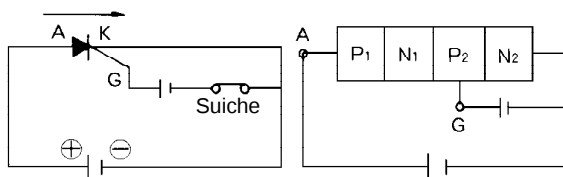


La corriente puede fluir a través de la unión PN de P₁ y N₁, si el voltaje es directo, pero la unión de N₁ y P₂, bloquea la corriente ya que el voltaje es inverso a través de esta unión.

Si se aplica un voltaje positivo adicionalmente a G, la corriente fluye entre A y K.



La corriente fluye cuando el voltaje a través de la unión P₂ y N₂, es directo. La capa de P₂, conectada a G, es muy delgada y por lo tanto, la corriente fluye entre N₁ y P₂, como en el transistor NPN, debido al voltaje de la compuerta. Por lo tanto, la corriente fluye entre A y K.



Una vez aplicado el voltaje a la compuerta, la corriente continúa fluyendo a través del tiristor, aún si la corriente de la compuerta es removida. Si disminuye la corriente cuando el voltaje a través de A y K ha sido removido, el tiristor no permitirá que la corriente fluya a través de él, hasta que se aplique de nuevo un voltaje a la compuerta.

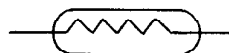
YAMAHA

TECHNICAL ACADEMY

(6) Termistores

Las características eléctricas de los semiconductores varían con la temperatura ambiente. Si la temperatura se eleva, su resistencia se reduce. El termistor es un dispositivo que hace uso de este principio. Es usado en galgas de temperaturas de agua y en galgas de combustible, etc, para detectar temperaturas.

Símbolo del termistor

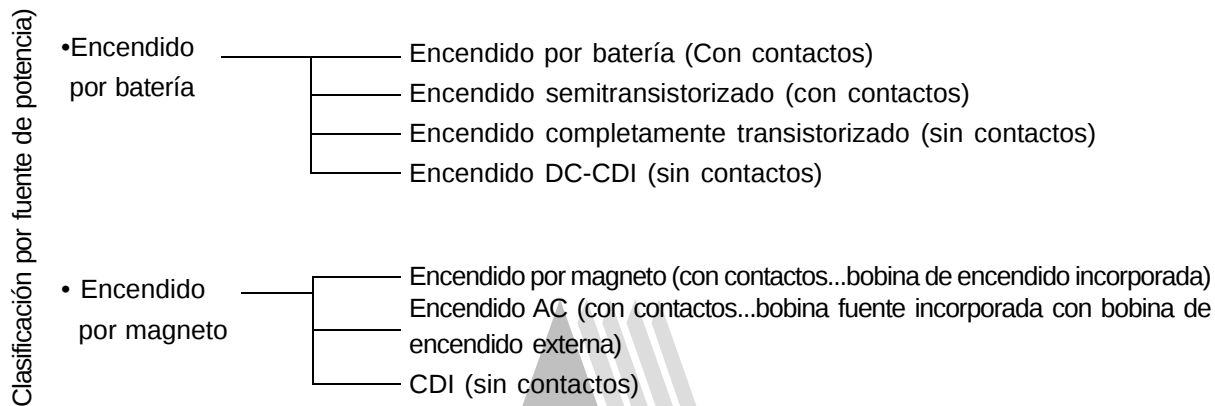


[2] Sistemas de encendido

En un motor a gasolina, la mezcla de aire-combustible producida en el carburador es comprimida en el cilindro y encendida luego por chispas eléctricas. Se necesita un voltaje muy alto para producir las chispas. El equipo que genera voltaje alto y enciende la mezcla de aire-combustible se llama sistema de encendido.

1. Tipos de sistemas de encendido

Los sistemas de encendido son energizados por una batería o por un magneto.



El encendido es uno de los tres elementos de la operación del motor. Es necesario para:

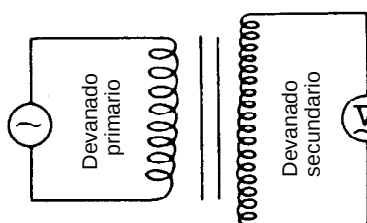
- Aplicar alto voltaje
- Seguridad
- Intervalos de sincronización adecuados.

El rendimiento del motor depende en gran parte del sistema de encendido.

2. Bobina de encendido

Principio

La bobina de encendido genera el alto voltaje necesario para producir chispas eléctricas en la bujía. Esta es una clase de transformador que utiliza la autoinducción y la inducción mutua de la bobina.

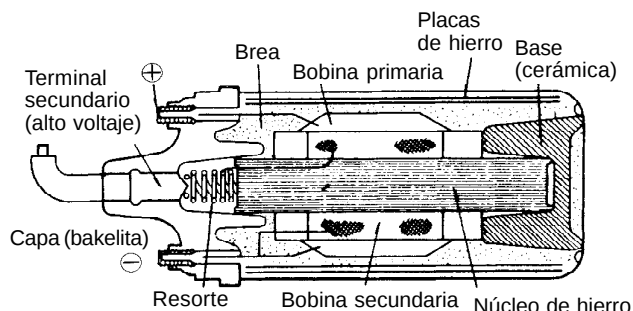


$$\text{Voltaje secundario} = \frac{\text{Número de espiras del secundario}}{\text{Número de espiras del primario}} \times \text{Voltaje primario}$$

El transformador consiste de un devanado enrollado en un núcleo de hierro. Cuando se aplica un voltaje AC a uno de los devanados (devanado primario), se desarrolla un voltaje a través del otro devanado (devanado secundario) y su valor es proporcional a la relación del número de espiras del secundario a las espiras del primario.

Estructura y función de la bobina de encendido

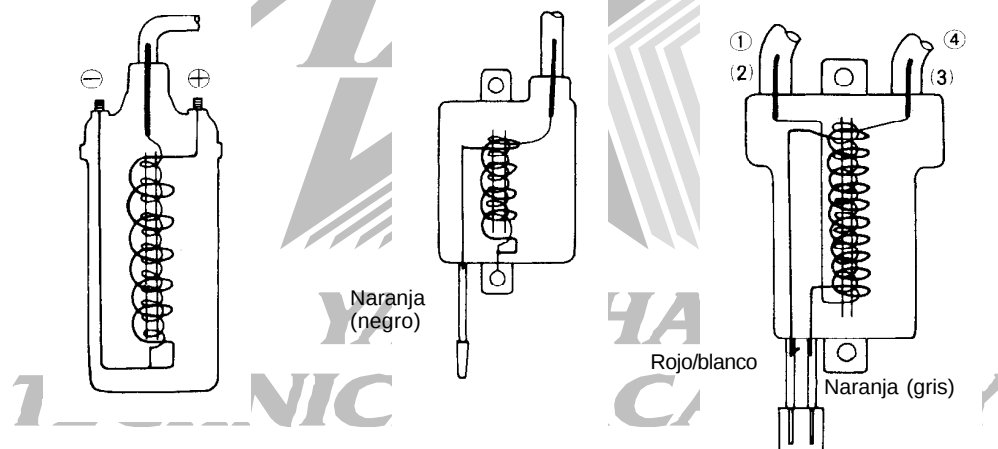
- **Núcleo de hierro**
Consiste en diez o más hojas de hierro o cables.
- **Devanado secundario**
Un cable de cobre de 0.1 mm de diámetro es enrollado más de 10.000 veces alrededor de un núcleo de hierro. Un extremo de la bobina va al terminal de alto voltaje y el otro se conecta al devanado primario. Cada capa de la bobina se aísla con una película.
- **Devanado primario**
Se devana alambre de cobre de 0.5 ~ 1.0 mm de diámetro más de 100 vueltas sobre una película delgada de aislante que cubre el devanado secundario.



La bobina de encendido opera como sigue:

Cuando se producen cambios drásticos de corriente en el devanado primario por un interruptor de contactos o por otros medios, se inducen por autoinducción 200 - 300 V en la bobina. Este se eleva a 10.000-20.000, en el devanado secundario por inducción mutua, en proporción a la relación del número de vueltas. Esto es una clase de transformador.

Tipos de bobinas de encendido

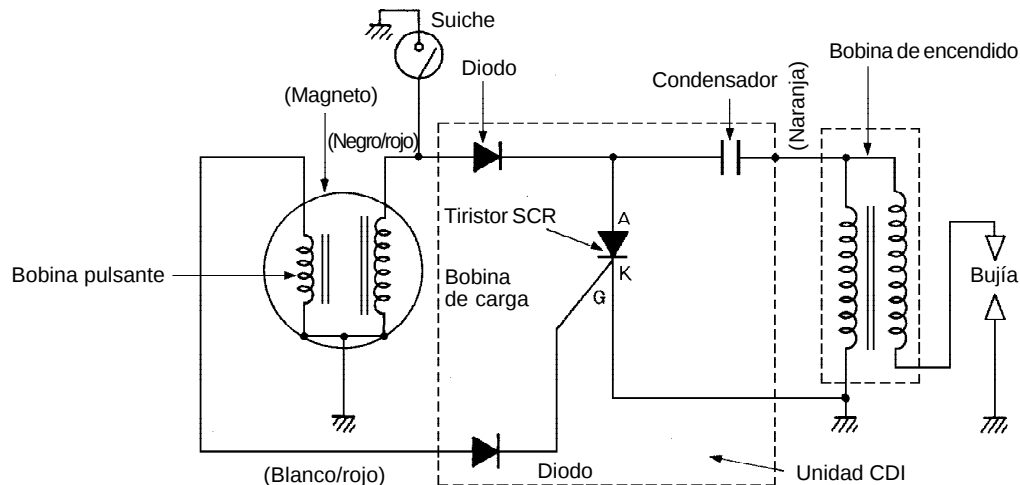


3. Construcción y función del sistema de encendido

(1) Encendido por descarga de capacitor (CDI)

Un condensador almacena la energía de la corriente inducida en la bobina fuente cuando giran los imanes permanentes. Al mismo tiempo se activa un tiristor, gatillado por una señal de corriente inducida en una bobina de señal y el condensador descarga instantáneamente su corriente a la bobina de encendido, para generar un alto voltaje.

Circuito básico

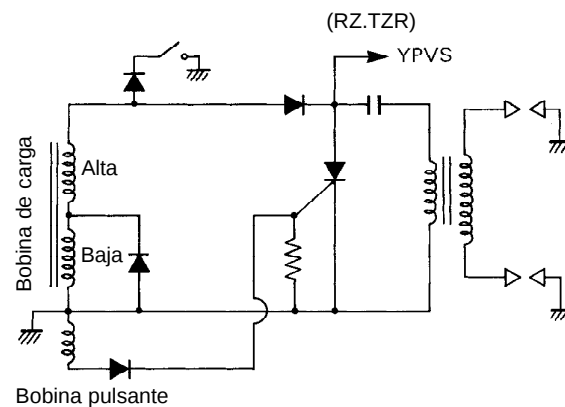
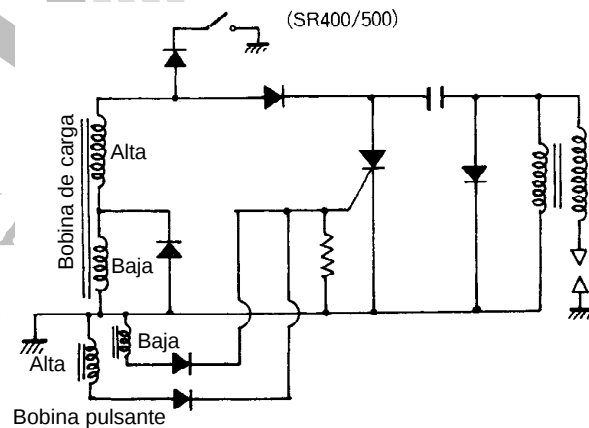


○ Operación

Cuando los imanes permanentes giran (volante de magnetos), se induce la corriente alterna en la bobina fuente (bobina de carga). Después de ser rectificadora por el diodo, la corriente carga el condensador. De otro lado, se desarrolla una corriente de señal en la bobina de señal (bobina pulsante) en la sincronización del encendido. La corriente de señal se aplica a la compuerta (G) del tiristor y gatillado por ella, se enciende el tiristor a través del ánodo (A) y del cátodo (K). Luego, se descarga el condensador en un instante y fluye la corriente al devanado primario de la bobina de encendido, en la cual, se desarrollan 200 - 300 V por autoinducción. Finalmente, se desarrolla un alto voltaje de 15.000 - 20.000 V. en el secundario de la bobina, produciendo una chispa en la bujía.

- El tiristor (suiche electrónico) opera mucho más rápido que el interruptor de contactos (suiche mecánico) y el condensador se descarga rápidamente. Por lo tanto, se induce el alto voltaje en el devanado secundario más rápido y se producen chispas más fuertes, aún si la bujía está algo tiznada.

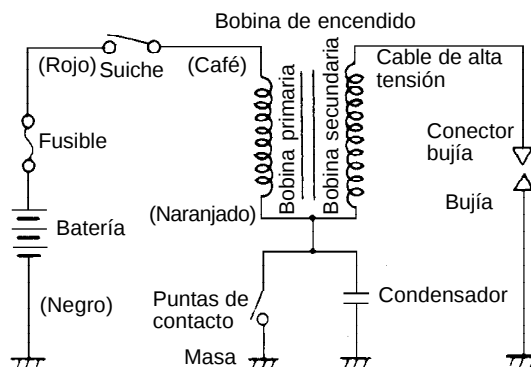
[Referencia]



Conocimiento básico

Encendido accionado por batería (con contactos)

Se desarrolla un alto voltaje en la bobina de encendido, cuando el interruptor de contactos se abre y se cierra en forma intermitente, para cerrar y abrir el circuito de corriente suministrado por la batería.



Circuito

El sistema de encendido está formado por los circuitos primario (bajo voltaje) y secundario (alto voltaje). El circuito primario incluye el fusible de la batería, el suiche, el devanado primario de la bobina de encendido, las puntas de contacto y el condensador. El circuito secundario incluye el devanado secundario de la bobina de encendido, el cable de alta tensión, el conector de la bujía y la bujía.

Operación

Cuando se abre el suiche principal la corriente fluye de:

batería → fusible → suiche principal → Devanado primario de la bobina de encendido

→ puntos de contacto → masa, para energizar el devanado primario. Luego, cuando usted arranca el motor por patada o con el motor de arranque, gira un eje de leva y una leva hace que los contactos del interruptor se cierren y se abran alternativamente. Cuando las puntas se abren, se interrumpe la corriente que estaba fluyendo a través del devanado primario y se desarrollan 200 - 300 V por autoinducción. En este momento, se inducen 10.000 - 20.000 V, voltios en el devanado secundario por inducción mutua. La relación del voltaje secundario al voltaje primario, es igual a la relación del número de espiras del secundario al número de espiras del primario. El alto voltaje se conduce a través del cable de alta tensión hacia la bujía, la cual produce una chispa entre sus electrodos.

A un mayor cambio de la corriente en el devanado primario, mayor será el voltaje en el secundario.

Precauciones para el mantenimiento

El voltaje que se genera en el secundario es alto o bajo, dependiendo de la condición del circuito primario.

1. Están limpias las superficies de contacto de las puntas?
2. Las puntas de contacto hacen un buen contacto?
3. La abertura de las puntas es adecuada? (0.3 ~ 0.4 mm)
4. La fuerza del resorte de las puntas es apropiada? (0.5 ~ 0.7 kg)
5. Las puntas están adecuadamente aisladas? (1 M Ω o más)
6. La capacitancia es correcta? (0.22 ~ 0.3 μ F)
7. La resistencia de aislamiento del condensador es alta? (5 M Ω o más)
8. Hay resistencia de contacto en el circuito primario?

Problemas con el tipo de encendido de puntas (contactos)

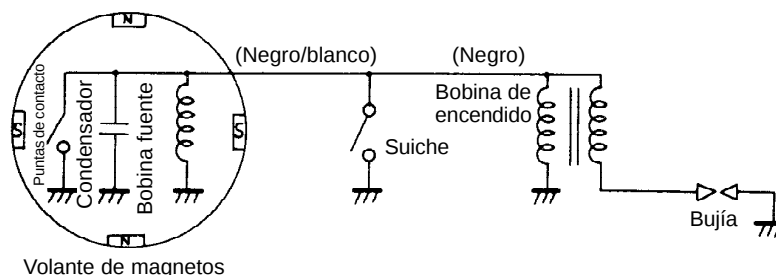
- Depósitos quemados en las superficies
- Tiempo de encendido incorrecto
- Desgaste en la superficie del talón
- Fatiga del resorte
- Vibración
- Desgaste del eje
- Aumento de la resistencia eléctrica

Conocimiento básico

Encendido AC con volante de magnetos

En este sistema, la corriente alterna inducida en una bobina fuente de rotación de imanes permanentes, se suministra a través del interruptor de contactos hacia la bobina de encendido.

Circuito básico



Operación

Los imanes permanentes (volante de magnetos) giran del lado exterior de la bobina fuente para que sea inducida por una corriente alterna en la bobina. Las puntas de contacto se abren accionadas por una leva, cuando la intensidad de la corriente es más alta. Luego, el flujo magnético cambia súbitamente en el núcleo de hierro y se inducen de 200 - 300 V, en la bobina fuente por auto-inducción. Como este voltaje se aplica al devanado primario de la bobina de encendido, se inducen de 10.000 - 20.000 V, en el devanado secundario por inducción mutua, de acuerdo a la relación del devanado primario y del secundario, produciendo una chispa en la bujía.

* En el encendido accionado por batería y en el encendido AC, con volante de magnetos, el interruptor de contactos se abre y se cierra para interrumpir y restablecer la corriente de suministro al devanado primario. Ya que el interruptor de contactos es accionado mecánicamente por una leva, es probable que se generen problemas de encendido como un talón desgastado, un resorte deteriorado, un eje desgastado; contaminación o quemadura de las superficies de las puntas por chispas, pérdida de ajuste, sincronización incorrecta durante la conducción a altas velocidades, etc. No se pueden producir chispas fuertes, si se tiene una incorrecta sincronización del espacio entre puntas y/o una falla en la sincronización del encendido; o se genera resistencia eléctrica. Por lo tanto, se necesita un mantenimiento regular.

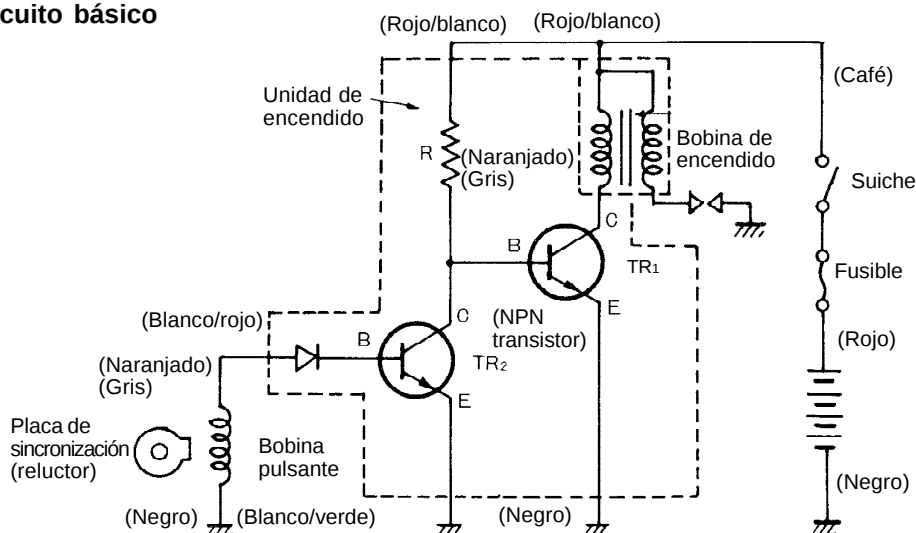
El sistema de encendido "sin puntas" ha sido inventado para eliminar los problemas que generan las puntas del interruptor de contactos. Este sistema interrumpe y restablece la corriente de suministro al devanado primario, "eléctricamente".

Tales sistemas de encendido, incluyen el sistema de Encendido por Descarga Capacitiva (CDI - Capacitor Discharge Ignition) y el sistema de encendido transistorizado. Como se eliminan partes mecánicas en estos sistemas, todos los problemas de encendido que se anotaron anteriormente de las puntas de contacto están solucionados. Estos tienen la ventaja de que las chispas se producen establemente y que no se necesita mantenimiento.

(2) Encendido completamente transistorizado

El circuito de corriente suministrado desde la batería se abre y se cierra por una señal de una bobina captadora (bobina de señal) y se induce un alto voltaje en la bobina de encendido.

Circuito básico



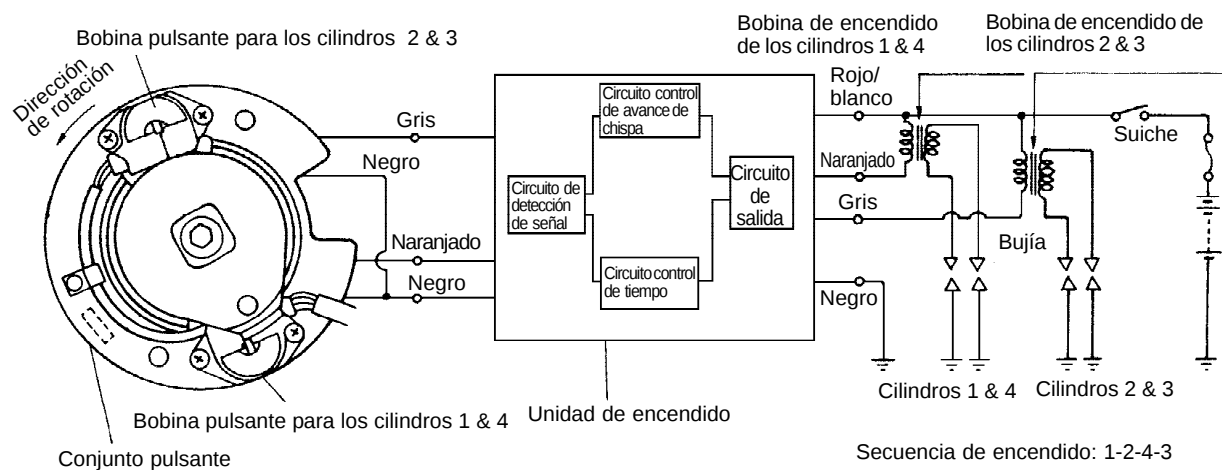
Operación

Cuando se abre el suiche principal, la corriente fluye desde la batería al fusible y al suiche principal, desde B a E en el transistor 1, y ya que C-E del transistor 1 se enciende, al devanado primario de la bobina de encendido. De otro lado, la placa de sincronización gira cuando el motor está trabajando o se arranca. Cuando tiene lugar la sincronización del encendido, se induce una corriente simple en la bobina captadora y se aplica a B del transistor 2. Así, el transistor 2 se enciende y la corriente suministrada desde la batería a B del transistor 1, fluye a través del transistor 2. Como resultado, el transistor 1 se apaga y corta el paso de la corriente a la bobina primaria. En este momento, se induce un alto voltaje en la bobina secundaria y se produce una chispa en la bujía.

El transistor trabaja como un suiche. Se enciende para establecer el paso entre C y E, cuando fluye una pequeña corriente a través de B y E. Una corriente grande puede fluir a través de él, cuando está encendido.

* La unidad de encendido actual, consiste no solamente de un circuito de detección de señal de gatillado, sino también, de un circuito de control del tiempo de encendido, de un circuito de avance de chispa con circuito de corrección, y de un circuito amplificador de salida, etc.

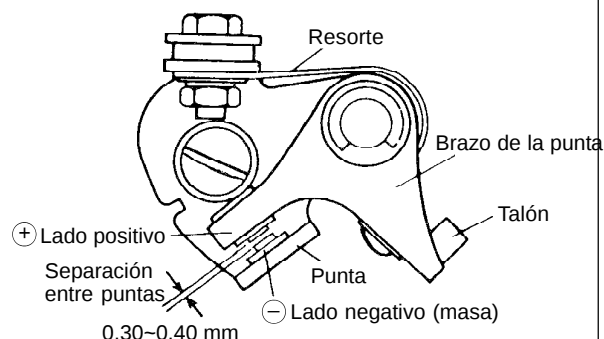
Sistema de encendido de un motor de 4-cilindros



Conocimiento básico

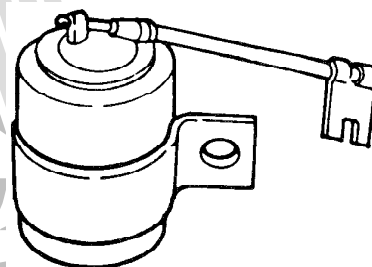
○ Interruptor de contactos (puntas)

Trabaja como un conmutador que apaga y enciende el suministro de corriente al primario de la bobina de encendido. Ya que es accionado mecánicamente por una leva que empuja el talón a intervalos, las sincronización del encendido se puede dificultar o se puede generar resistencia eléctrica, debido al desgaste, a la pérdida de ajuste, a las superficies de contacto desgastadas o quemadas, etc. Por lo tanto, se necesita un mantenimiento regular. La separación entre las puntas afecta el encendido. Si es muy amplia, el tiempo de apertura es corto y falta corriente en el primario. Si es muy estrecha, la corriente primaria no se corta completamente durante el tiempo de apagado y se producen chispas. En ambos casos, no se puede inducir un voltaje suficientemente alto en el devanado secundario.



○ Condensador

El condensador puede almacenar electricidad por un tiempo. Un condensador se conecta entre las puntas de contacto para prevenir que puedan saltar chispas por el alto voltaje inducido en la autoinducción, cuando se abren las puntas. Corta la corriente que se genera bruscamente y protege las puntas de daños por chispas. Cuando las puntas se cierran, el condensador descarga la electricidad almacenada e incrementa la corriente primaria. Se usan ordinariamente condensadores de 0.2 ~ 0.3 μF (microfaradios). Requiere resistencia al calor, a la vibración y a la humedad.



4. Bujía de encendido

La bujía produce una chispa a través de sus electrodos (desde su electrodo central hasta su electrodo de tierra), para encender la mezcla aire-combustible, cuando recibe una oleada de alto voltaje desde la bobina de encendido.

Cuando la mezcla de aire-combustible explota, la temperatura se eleva aproximadamente a 2.500 °C y la presión a unos 50 kg/cm² en la cámara de combustión. Así, la bujía debe resistir condiciones severas de operación.

(1) Requisitos de la bujía

- 1) Alta resistencia mecánica.
- 2) Alta resistencia al calor.
- 3) Debe ser hermética, aún bajo presión.
- 4) Su aislante no se debe deteriorar con las variaciones de la temperatura.
- 5) Debe producir buena chispa bajo altas temperaturas y altas presiones.
- 6) Debe tener un rango de calor apropiado.

○ Construcción

Electrodo

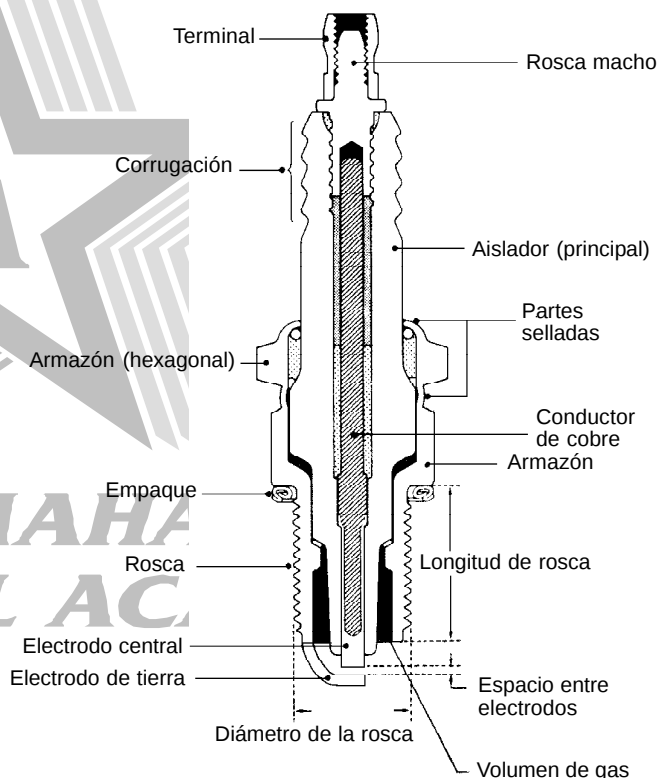
El electrodo debe estar hecho de materiales adecuados para que las chispas se produzcan establemente con un voltaje bajo, que no se desgaste por las descargas y que no se deteriore a altas temperaturas. Por lo tanto, se usa una aleación basada en níquel con adición de cromo, magnesio y silicio.

Aislador

Tiene severos requerimientos de resistencia a las altas temperaturas, a la conductividad térmica y a la resistencia mecánica. Por lo tanto, se usa un aislante basado en alúmina (Alúmina es un óxido, Al₂O₃, de aluminio).

Volumen de gas

El volumen de gas determina el rango térmico de calor. A mayor volumen de gas, es más difícil la disipación del calor.



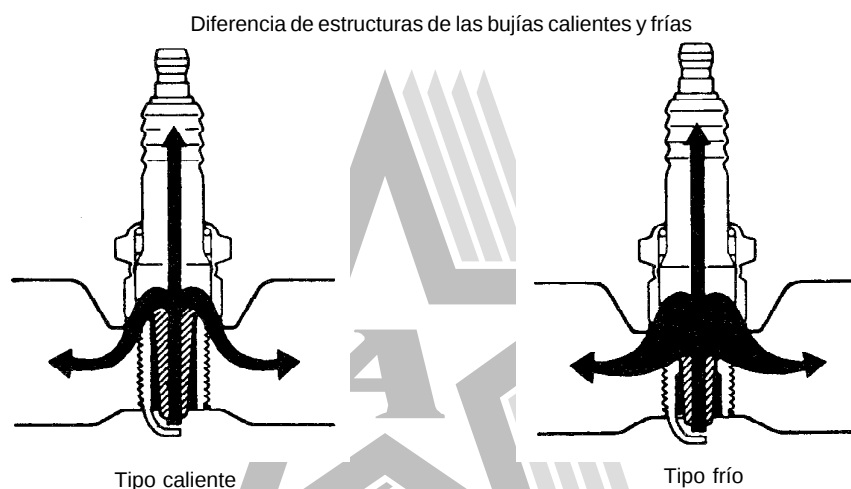
(2) Selección de la bujía

○ Rango térmico

Si la bujía se ajusta o no al motor, se puede juzgar del rango de calor de la bujía. El grado de calor de la bujía depende del tipo y la condición de operación del motor. El rango de calor indica cuanto calor viajará a través de la bujía bajo ciertas condiciones de operación.

○ Tipo caliente y frío

Las bujías tipo caliente tienen dificultad para evacuar el calor y se calientan fácilmente. Contrariamente, las bujías tipo frío evacuan el calor fácilmente y se enfrían con rapidez.



En la ilustración anterior, las flechas indican las rutas de escape del calor de la bujía hacia el cilindro. El tipo caliente tiene un volumen de gas mayor. Es decir, las rutas de escape del calor son largas, debido en parte a que el aislador es largo, o sea que el calor toma más tiempo para escapar. Además, el aislador recibe calor sobre un área grande y como resultado, la bujía se calentará fácilmente. Contrariamente, el tipo frío, será más frío.

○ Factores determinantes del rango de calor

- Espacio entre el electrodo central y el aislador (volumen de gas).
- Conductividad térmica del aislador y del electrodo central.
- Construcción de los electrodos.
- Distancia de proyección del aislador al electrodo central.

○ Factores determinantes de la temperatura de la bujía

- Relación de la mezcla de aire-combustible.
- Relación de compresión.
- Sincronización del encendido.
- Calidad del combustible.
- Velocidad del motor y la condición de viaje.
- Condición del atornillado de la bujía.

(3) Contaminación de la bujía

Un depósito de hollín de carbón se puede generar sobre la bujía cuando el combustible no se quema completamente. Esto es causado principalmente por una relación de mezcla aire-combustible inadecuada. Tal depósito de carbón se quemará a 450 ~ 870 °C (acción de autolimpieza). Así, la temperatura de la bujía está relacionada con la formación de depósitos de carbón.

○ Causas

- 1) Estrangulamiento excesivo.
- 2) Mezcla de aire-combustible muy rica.
- 3) Temperatura de la bujía muy baja debido al viaje continuo a bajas velocidades.
- 4) Uso de una bujía tipo frío.
- 5) Compresión reducida debido al desgaste del cilindro y/o aros del pistón, aceite fluyendo hacia el cilindro.
- 6) Sincronización del encendido retrasada.
- 7) Deterioración en las puntas, de las bobinas, del condensador, de la bobina de encendido y/o de los cables de alta tensión.

○ Preentrega

La bujía puede venir con hollín o húmeda antes de que la máquina sea entregada al usuario por primera vez. Esto se llama contaminación preentrega. Las causas posibles son arranques y paradas repetidas y un excesivo estrangulamiento, y la bujía no se calienta a la temperatura de autolimpieza.

(4) Bujía quemada

La bujía se puede recalentar y hasta quemar después de una operación larga, de un viaje largo en ascenso, una sobrecarga, y/o una conducción desigual. Si tal bujía, se continúa operando, la sincronización del encendido se puede ver muy adelantada y pueden resultar problemas, tales como la pérdida de potencia, la pérdida de velocidad, o el pistón o la bujía quemados.

○ Causas

- 1) Mezcla de aire-combustible muy pobre.
- 2) Conector flojo o empaque perdido.
- 3) Sincronización de encendido muy adelantada.
- 4) Depósitos en la cámara de combustión.
- 5) Uso de combustible con un rango de octanaje muy bajo.
- 6) Uso de una bujía tipo caliente.

Designación de las bujías (bujías NGK)

B	P	R	5	E	S	-11
<Diámetro de rosca> A.....18 mm B.....14 mm C.....10 mm D.....12 mm E.....8 mm BC.....14 mm DC.....12 mm (Distancia entre caras de la placa hexagonal 6.0 mm)	P : Tipo aislador proyectado U : Tipo descarga superficial	R: Tipo resistencia	<Rango de calor> 2 Caliente 4 5 6 7 8 9 10 11 12 Frío	<Longitud rosca> E : 19.0 mm H : 12.7 mm L : 11.2 mm EH: Tipo media rosca [Longitud rosca 12.7 mm Longitud Total 19.0 mm F: Tipo lámina cónica A-F 10.9 mm B-F 11.2 mm B-EF 17.5 mm BM-F 7.8 mm	S : Tipo estándar Y : Tipo verde V : Bujía en V VX : Bujía VX K : 2 electrodos externos T : 3 electrodos externos Q : 4 electrodos externos (motor rotativo) B : Para motores CVCC J : 2 electrodos oblicuos C : Electrodo oblicuo P : Bujía de platino U : Tipo descarga superficial A,B D,Z: especificación especial	<Espacio chispa> - 9 : 0.9 mm -11 : 1.1 mm -13 : 1.3 mm -L : Rango térmico medio -N : Electrodo de conexión a tierra de dimensiones particulares
BK...Esta bujía tiene dimensiones estándares (ISO) del tipo BCP, con una longitud desde la superficie del empaque a la punta del terminal de 2.5 mm más corta que el tipo BCP.						

[3] Sistema de carga

Los sistemas de carga producen potencia eléctrica, cargan la batería y suministran potencia a los dispositivos eléctricos. Sus principales componentes son un generador y un rectificador/regulador de voltaje. Hay varios tipos de sistemas de carga. Los generadores vienen en varios tipos y capacidades. El rectificador y el regulador de voltaje se deben ajustar al generador. De manera aproximada, los sistemas de carga se pueden dividir en dos tipos: uno con generador AC y otro con generador DC.

1. Principio de generación de potencia y tipos de generadores

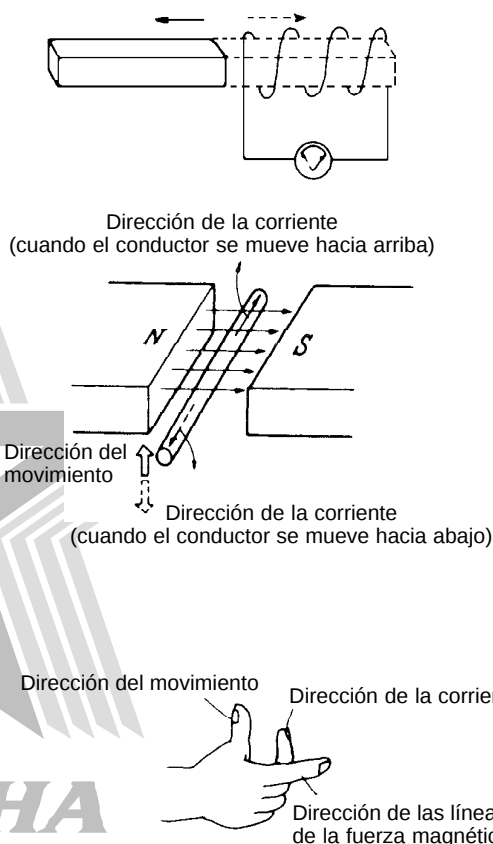
(1) Teoría de la inducción electromagnética

Si usted mueve un imán hacia o desde una bobina, como se ilustra, fluirá corriente mientras el imán se esté moviendo. Si usted coloca dos bobinas una cerca de la otra y se activa o se desactiva el suministro de la corriente a una de ellas, fluirá corriente o se generará una fuerza electromotriz en la otra bobina. Esta fuerza se llama, fuerza electromotriz inducida. Así, se incrementará la fuerza electromotriz en una bobina cuando su campo magnético cambie. Este efecto se llama inducción electromagnética y los generadores hacen uso de él.

Regla de la mano derecha de Fleming

Mueva un cable conductor en forma tal, que atraviese un campo magnético, y se generará una fuerza electromotriz en el cable. La relación de la dirección de las líneas de la fuerza magnética, la dirección del movimiento del conductor y la dirección de la fuerza electromotriz, se establecen por la "regla de la mano derecha de Fleming". La magnitud de la fuerza electromotriz (E), es proporcional a la intensidad del campo magnético (B), a la longitud del conductor (L), y a la velocidad del movimiento del conductor (V), es decir,

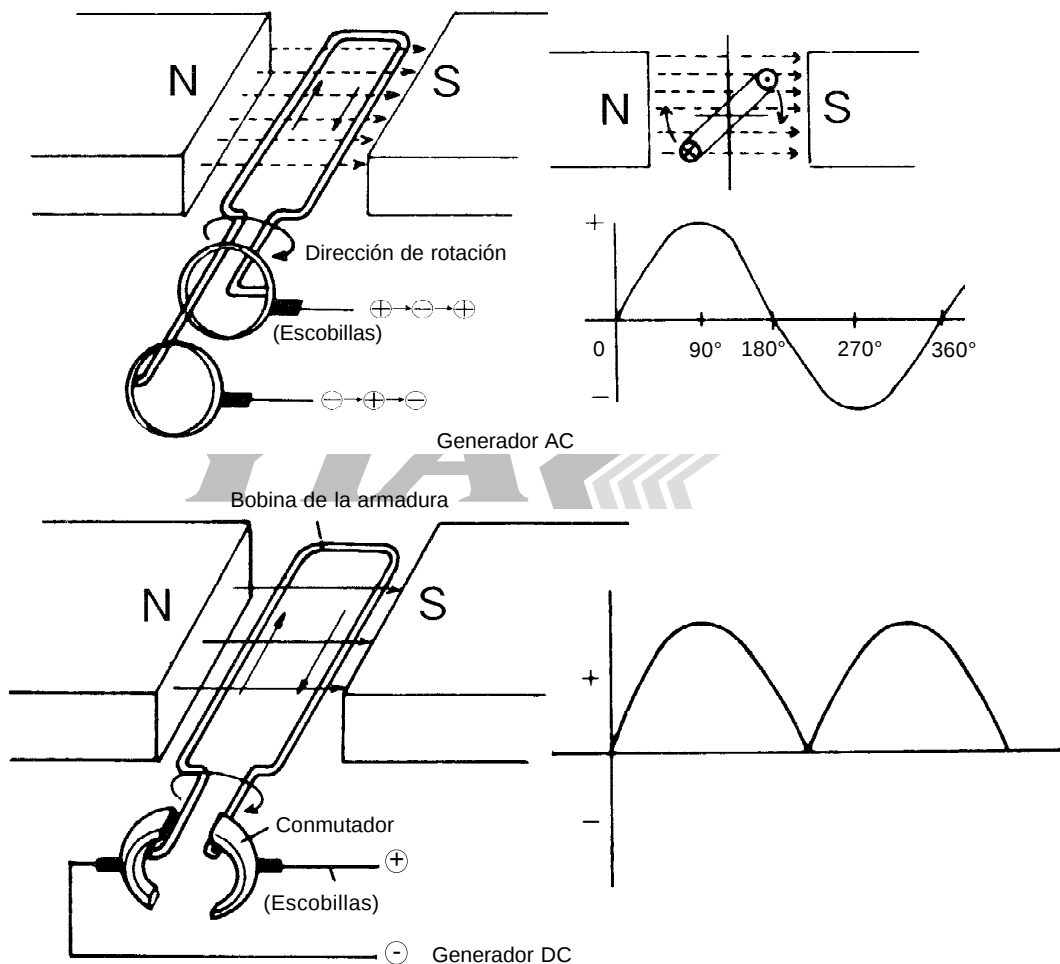
$$E = B \times L \times V$$



(2) Principios del generador

Cuando un aro simple (bobina) hecho de un material conductor gira en un campo magnético, la bobina atraviesa el campo magnético y la fuerza electromotriz se incrementa. La dirección de la corriente cambia cada 180° de ángulo de rotación. La magnitud de la fuerza electromotriz varía con el ángulo que hace la bobina con las líneas de fuerza magnética. Esta se hace máxima, cuando el plano de la bobina está en un ángulo recto con las líneas de fuerza magnética y se hace 0, cuando están paralelas. De esta manera, se produce una corriente alterna (AC) en la bobina. El generador de AC, entrega esta corriente alterna directamente al exterior. En el generador de corriente directa (DC), la corriente alterna se rectifica y luego se entrega al exterior.

En los generadores AC actuales, giran imanes permanentes o electroimanes alrededor de una bobina estacionaria (bobina del estator). En los generadores DC actuales, una bobina (llamada armadura) gira en el interior de electroimanes estacionarios.



(3) Tipos de generadores

○ Generador AC

La corriente alterna generada por este tipo de generador se convierte en corriente directa con un rectificador, para cargar luego la batería. Los generadores AC vienen en varios tipos, variando en las bobinas y en los rotores. Algunos de ellos usan un regulador de voltaje y otros no.

○ Generador DC

Este genera corriente alterna, pero es rectificada por un dispositivo rectificador, incorporado en su armadura, antes de entregarla al exterior.

2. Generadores AC

Tipos de generadores AC

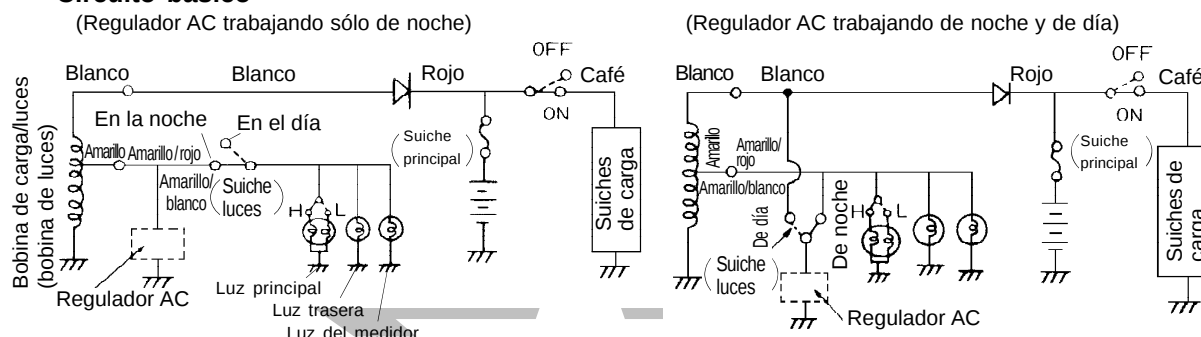
- Con volante de magnetos (1 ó 3-fases AC)
(imanes permanentes giran alrededor de la bobina)
- Generador AC (3-fases AC)
(electroimanes giran dentro de la bobina)

(1) Generador AC monofásico con volante de magnetos

1) Con regulador AC

Se usa un regulador AC para elevar la capacidad del generador, no solamente para iluminar la luz principal, sino también, para incrementar el suministro de electricidad a la batería durante el día, prolongando la vida de servicio de las luces principales y traseras y protegiendo la batería de las sobrecargas.

Circuito básico



○ Operación

El regulador de AC detecta el voltaje AC inducido en la bobina de carga/luces, durante los medios ciclos negativos y regula media onda para prevenir la elevación excesiva del voltaje de salida y aplicar un voltaje casi constante a las luces principales y traseras.

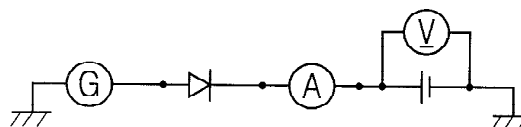
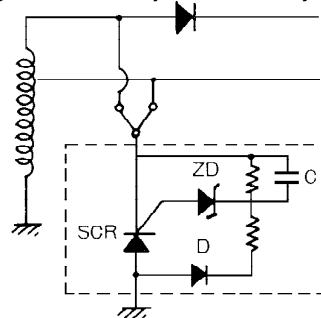
El voltaje de medio ciclo positivo se usa para cargar la batería.

Como la salida del generador se controla para estabilizar el voltaje aplicado a las lámparas, la corriente de carga se controla subordinadamente, para que no cambie mucho con los cambios de la velocidad.

Referencia: Condiciones de medición para la carga del voltaje y de la corriente

1. Use una batería en buenas condiciones (carga total).
2. Mida la batería en ambas condiciones, de día y de noche.
3. La carga (bombillas, número de vatios, etc.), debe ser normal (STD).

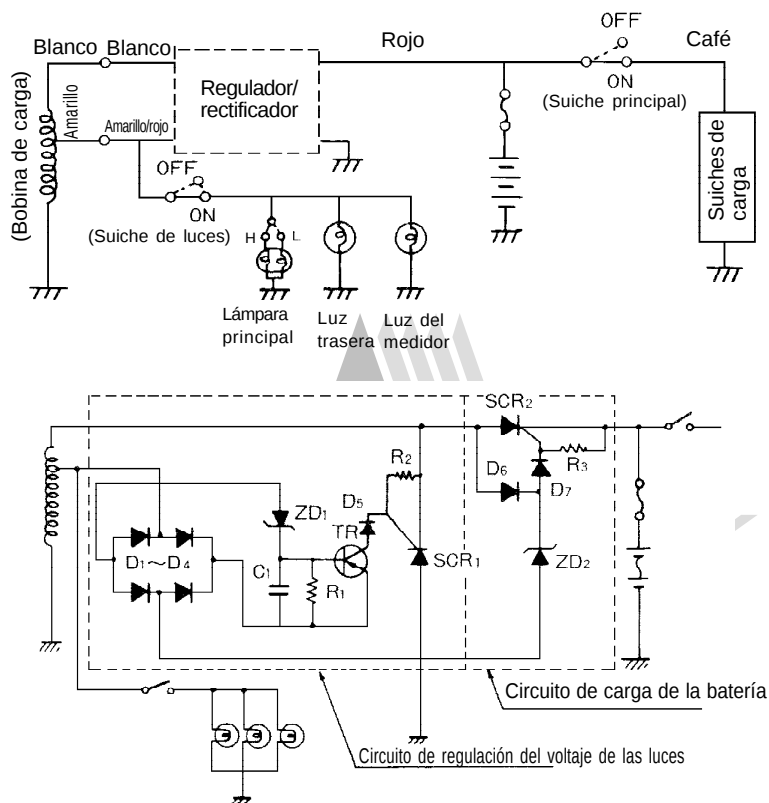
(Regulador AC trabajando en el día y en la noche)



2) Con regular AC/DC (regulador/rectificador)

Al regulador AC que controla el voltaje suministrado a las lámparas, se le ha adicionado un regulador que controla la corriente de carga de la batería de acuerdo a su condición de carga. El regulador AC está integrado con un rectificador.

○ Circuito básico



○ Operación

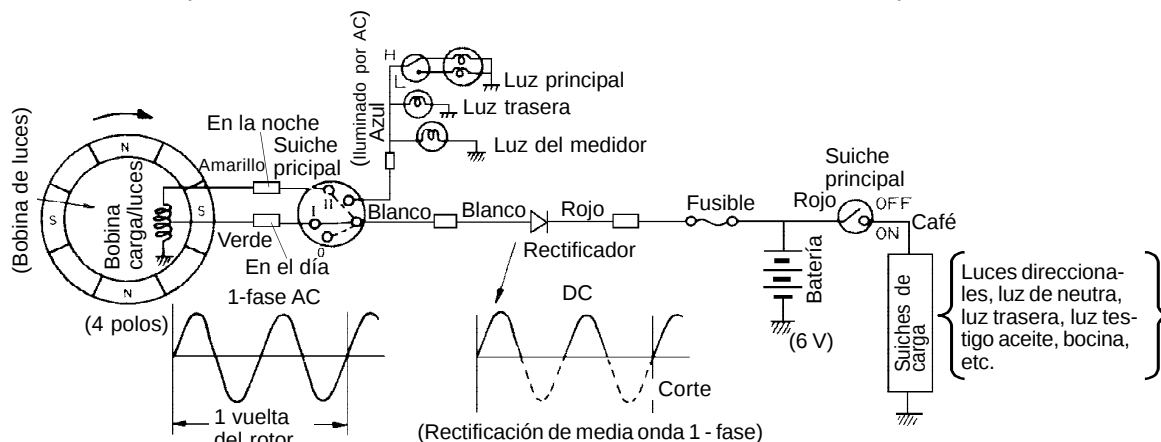
El regulador detecta el voltaje AC inducido en la bobina de carga/luces, durante los medios ciclos negativos y positivos y regula el voltaje de los medios ciclos negativos para aplicar un voltaje casi constante a las luces principales. El regulador también detecta el voltaje terminal de la batería para hallar la condición de la batería y controlar la corriente de carga.

El voltaje AC es detectado durante los medios ciclos positivos y negativos, para mantener constante el voltaje de las lámparas, que de otra forma, se podrían ver afectadas por los cambios del voltaje en los medios ciclos positivos, causados por el control de la corriente de carga de la batería.

<Conocimiento básico>

○ Tipo con suiche principal

La cantidad de electricidad es cambiable por medio de un suiche principal (a través del cambio de longitud de la bobina). Una bobina corta se selecciona durante el día, para producir menos electricidad que durante la noche, donde se selecciona una bobina completa.



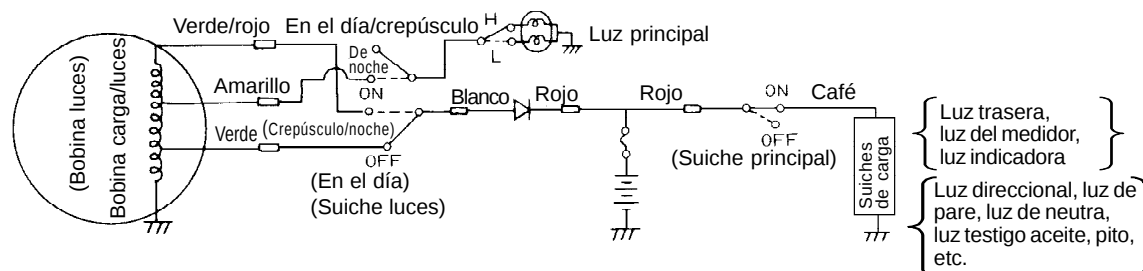
○ Operación

Cuando giran los imanes permanentes, incorporados en la volante, la corriente alterna inducida en la bobina de carga/luces, va al rectificador a través del suiche principal que rectifica la corriente (rectificación de media onda monofásica) y carga la batería. Las lámparas como la luz principal, son energizadas por AC.

○ Con circuito de carga en la noche y suiche de luces

Se incorpora un circuito de carga especial para la noche, para una mayor capacidad de carga. La luz principal es energizada a través de otro circuito. La luz trasera, las lámparas de los medidores y las luces indicadoras se energizan con la batería.

○ Circuito básico

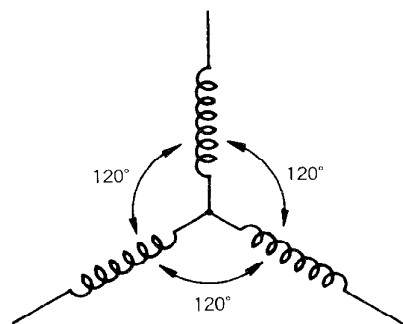


(2) Generador trifásico con volante de magnetos

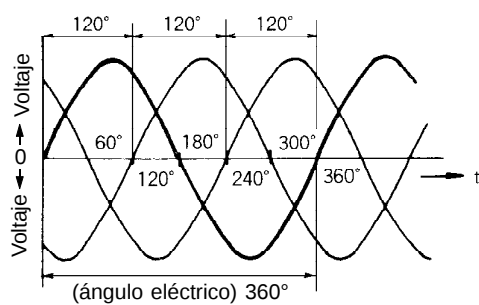
La corriente alterna trifásica se induce en las bobinas fuente, cuando los imanes permanentes giran alrededor de ellas. La corriente es luego rectificada en onda completa para cargar la batería. El regulador de voltaje incorpora un tiristor que corta parte del voltaje de la onda que es mayor que el nivel preajustado, para controlar la carga de la batería.

○ Cableado de la bobina fuente

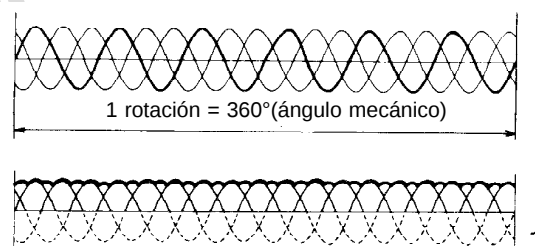
Las bobinas fuentes están ordenadas en intervalos de 120° , como se ilustra a la derecha, y las corrientes alternas inducidas en ellas, tienen fases diferentes en intervalos de 120° .



Cableado en estrella



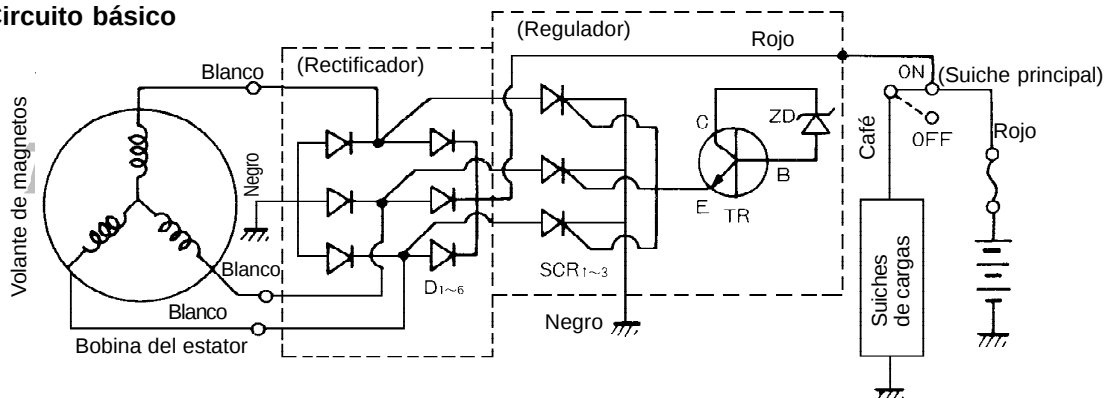
Volante de magnetos con 12 polos



Rectificación de 3-fases de onda completa

[Regulador con Tiristor]

○ Circuito básico



○ Operación

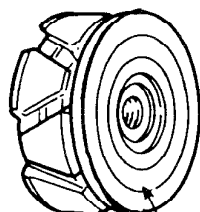
1. En el regulador, el diodo zener (ZD), tiene un cierto nivel de caída. Si el voltaje generado es menor que el voltaje zener, ZD está apagado y la corriente alterna producida por las bobinas del estator, después de ser rectificada por D1~6, carga la batería.
2. Cuando el voltaje generado se eleva por encima del voltaje zener, cuando se incrementa la velocidad, ZD se enciende, y ya que la corriente base fluye de B a E, TR se enciende. Consecuentemente, la corriente fluye a las compuertas de los tiristores SCR1-3 y todos se encienden. Luego, la corriente rectificada fluye a masa. De este modo, se corta el voltaje que estaba excediendo el nivel fijo.
3. Los pasos 1 y 2 anteriores, se repiten para que la batería sea cargada adecuadamente.

<Conocimiento básico>

Generador AC 3-fases

La corriente alterna trifásica se induce en las bobinas fuente (bobinas del estator), cuando un solenoide (rotor) gira dentro de las bobinas. La corriente es rectificada luego, en onda completa y usada para cargar la batería. Parte de la corriente se usa para energizar la bobina del rotor a través del voltaje de un regulador que controla el voltaje de salida del generador, controlando la corriente del rotor.

(Rotor de 8 polos)

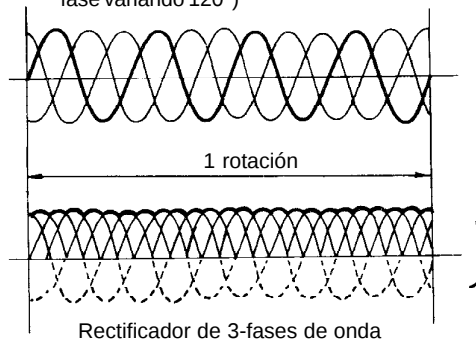


Punto de contacto de las escobillas

Bobina del rotor (bobina de campo)

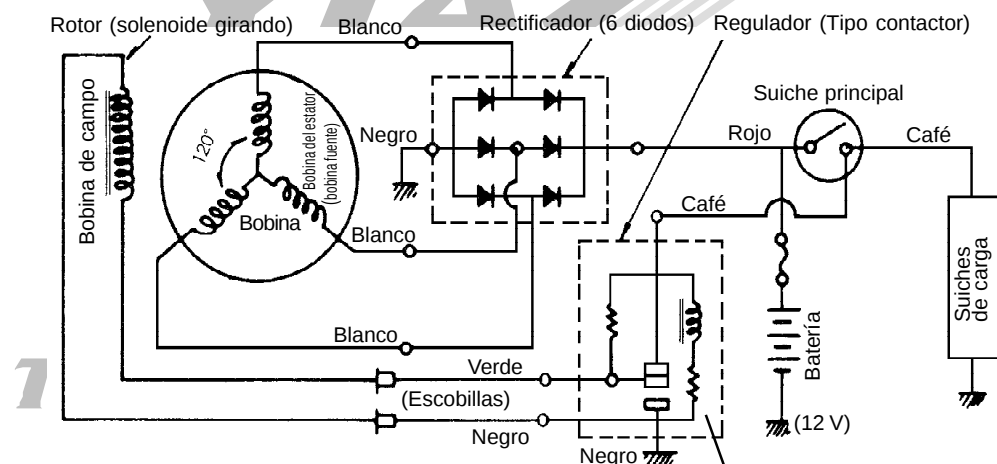
Esto es un solenoide.

3-fase AC (tres componentes AC con su fase variando 120°)



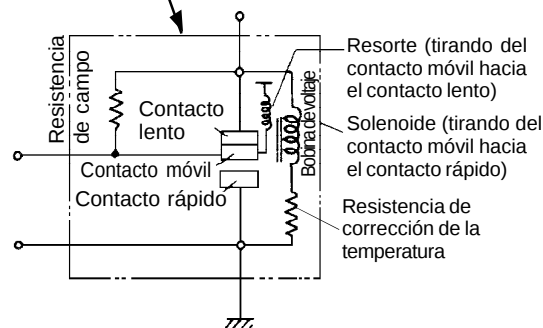
○ Con regulador tipo contactor (con puntas de contacto)

Circuito básico



Operación

Cuando se enciende el suiche principal, la corriente va de la batería al regulador, al rotor (bobina de campo) y a la masa, energizando de este modo, la bobina de campo. Como el rotor gira accionado por el motor, se induce la corriente alterna trifásica en las bobinas del estator. La corriente es rectificada luego en onda completa y usada para cargar la batería. Parte de la corriente es enviada al regulador que regula el voltaje de salida del generador, controlando la corriente suministrada a la bobina de campo del rotor.



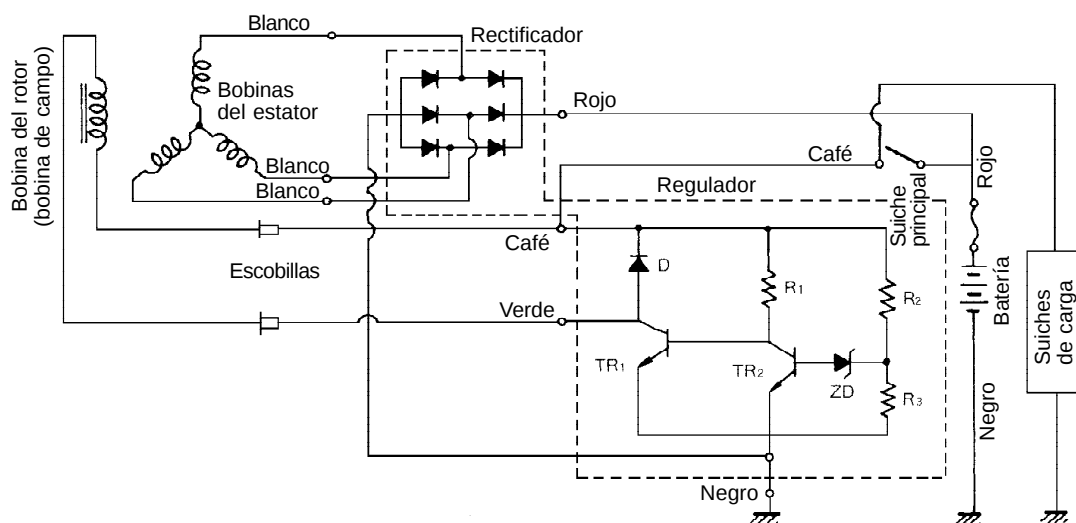
○ Con regulador transistor

El regulador transistor usa transistores en lugar de los contactos del regulador tipo contactor, eliminando problemas de mantenimiento (corrección de las quemaduras, ajuste de los espacios, etc).

Ventajas

1. Ya que no hay contactos mecánicos, la regulación es buena y no se necesitan reajustes. No se ensucia, ni se quema y es altamente resistente a las vibraciones.
2. Es compacto y liviano.
3. Es muy durable y resistente al agua.

Circuito básico



Operación

Cuando el suiche principal se enciende, la corriente pasa a través de R_1 a TR_1 , encendiendo así a TR_1 . La corriente fluye a través de la bobina de campo por vía de TR_1 . Y TR_2 aún permanece apagado.

Cuando se incrementa la velocidad del motor, el voltaje producido se eleva y ZD se enciende. Luego, TR_2 se enciende cuando la corriente base se suministra a través de ZD . Ahora, la corriente base de TR_1 se corta cuando TR_2 se enciende. Consecuentemente, la corriente no fluye a la bobina de campo y el voltaje de salida del generador se hace cero.

Cuando el voltaje de salida es cero, TR_1 se enciende y la corriente comienza a fluir de nuevo a la bobina de campo. Este proceso se repite para regular el voltaje de salida.

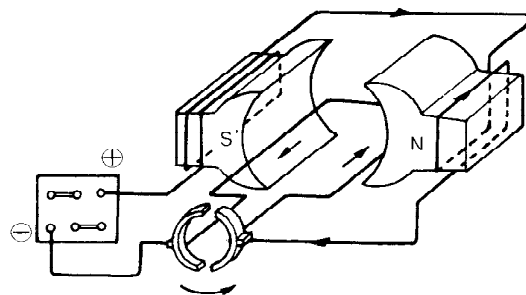
3. Generador DC (dinamo arrancador)

Los principios del generador DC, son los mismos que los del motor. Trabaja como el motor, cuando se le suministra potencia y trabaja como generador DC, cuando es accionado por una fuerza externa.

La también llamada dinamo arrancador o dinamo autoarrancador, se usa en las motocicletas, particularmente en las de tamaño pequeño con autoarrancador. El dinamo autoarrancador tiene una construcción tal, que la bobina del motor y la bobina del generador se ensamblan en el estator.

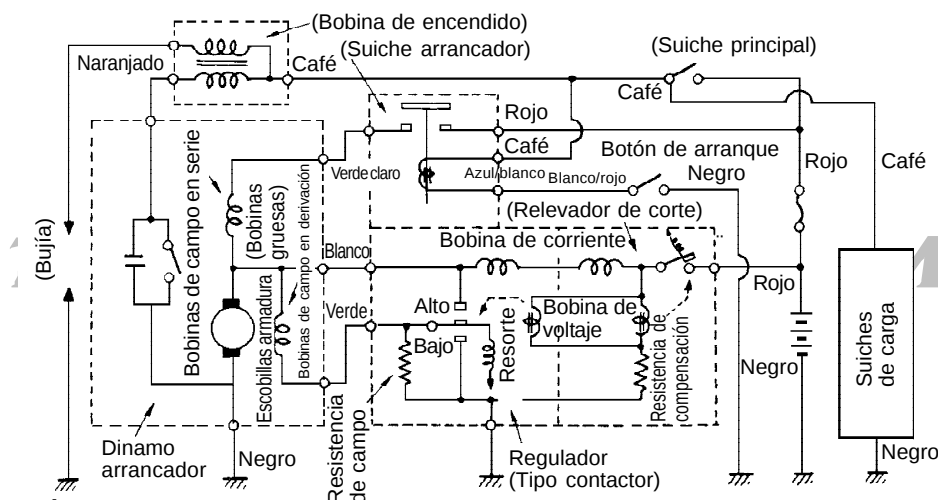
(1) Principios de la dinamo autoarrancador

Las piezas de los polos son los núcleos de los electroimanes y las bobinas de campo (bobinas en serie) magnetizan los núcleos. La corriente suministrada desde la batería, pasa a las bobinas de campo y a la bobina de la armadura y regresa a la batería. Así, las bobinas de campo y la bobina de la armadura están conectadas en serie y la misma corriente fluye a través de ambas. Esta clase de motor se llama, motor en serie. El motor en serie produce un gran torque cuando comienza a funcionar y el torque de salida cae cuando se incrementa la velocidad de giro. Por lo tanto, es ideal para arrancar el motor.



○ En la dinamo arrancador actual, las bobinas de campo en serie y las bobinas de campo en derivación (para generación de potencia) son devanadas sobre las piezas de los polos del estator. Para arrancar el motor, la corriente se suministra a ambas bobinas desde la batería para producir un torque muy alto. Es decir, trabaja como un motor compuesto. Después de que el motor ha arrancado, el circuito de las bobinas de campo en serie se corta y el motor se convierte en un generador de derivación.

(2) Circuito básico del dinamo autoarrancador



Operación

Cuando se pulsa el botón de arranque, opera el suiche del autoarrancador para suministrar corriente (aprox. 40 a 120A) a las bobinas de campo en serie y a la bobina de la armadura. Las piezas de los polos de las bobinas de campo se convierten en fuertes electroimanes. Ahora, gira la armadura y arranca el motor. De este modo, la dinamo arrancador opera como un motor.

Cuando se libera el botón del arranque, la dinamo arrancador ya no es más un motor. La corriente generada en la armadura fluye a través de las bobinas de campo en derivación y como los campos magnéticos están más fuertes que antes, el voltaje de salida se incrementa. El regulador controla la corriente suministrada a las bobinas de campo para que el voltaje de salida se mantenga en un nivel fijo. La batería es cargada por este voltaje.

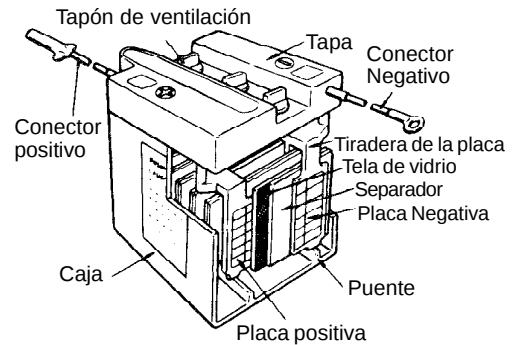
El regulador incluye un relevador de corte, que corta el circuito a la batería, cuando el voltaje de salida es bajo. Esto previene el flujo inverso de corriente desde la batería.

4. Batería

El principio de operación de la batería es la acción química de la electricidad. La batería puede almacenar energía eléctrica en la forma de energía química y la energía almacenada se puede obtener como energía eléctrica. Además, el proceso de almacenamiento y liberación de la energía puede ser repetido.

(1) Principios y construcción

La batería usada en automóviles y motocicletas se llama batería de almacenamiento de plomo, en la que un óxido de plomo se usa como material principal. La batería de almacenamiento de plomo (simplemente referida como batería de aquí en adelante) consiste de placas positivas (peróxido de plomo), placas negativas (plomo esponjoso) y paneles separadores (fibra reforzada). Las placas positivas están intercaladas con las placas negativas alternativamente, con separadores colocados entre las placas. Estos elementos están colocados en celdas, que son llenadas con electrolito (ácido sulfúrico). Cada celda puede producir normalmente 2.1 ~ 2.2 V, y tres o seis celdas son conectadas en serie en una batería para producir 6 ó 12 V, nominalmente.

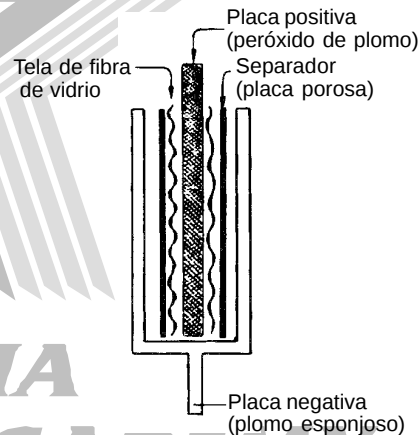


○ Placa

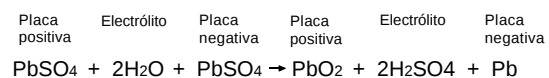
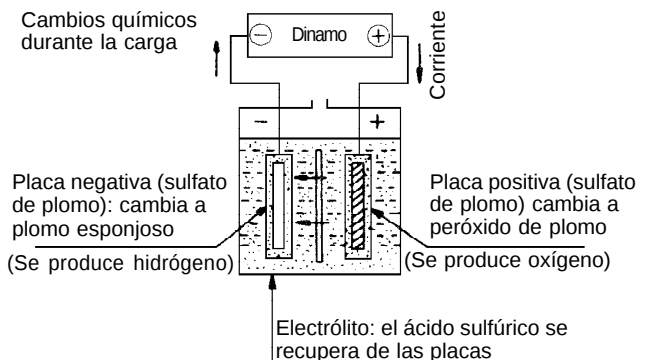
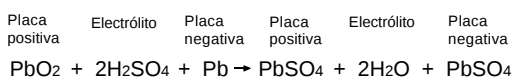
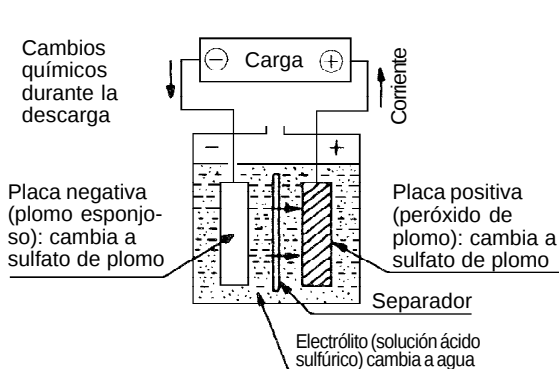
Las placas, el corazón de la batería, son positivas y negativas. Una placa consiste de una rejilla y de una sustancia química llenando la rejilla, la cual es el peróxido de plomo de color chocolate, en las placas positivas y plomo esponjo de color gris, en las placas negativas.

○ Separador y fibra de vidrio

Los separadores mantienen separadas las placas positivas y negativas. Son placas porosas, delgadas, no conductivas hechas de fibra reforzada y caucho sintético. La fibra de vidrio refuerza las placas y previene la caída de las sustancias químicas fuera de la rejilla de las placas.



(2) Acciones químicas que tienen lugar en la batería



(3) Electrólito

El electrolito de la batería es ácido sulfúrico diluido. Es incoloro e inodoro y su gravedad es de 1.260 a 1.280 a 20 °C, o de 1.320, en el caso de las baterías MF. Es decir, el contenido de ácido sulfúrico es del 35 ~ 38 % en peso.

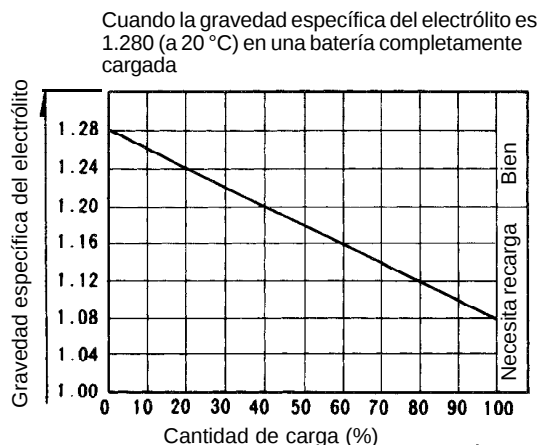
○ Gravedad específica del electrolito

La gravedad específica del electrolito se reduce linealmente con la cantidad de descarga de la corriente de la batería, como se muestra en la ilustración. Por lo tanto, es posible conocer que tanto está cargada la batería por su gravedad específica.

El electrolito tiene una gravedad específica de 1.260 a 1.280 (a 20 °C), cuando la batería está completamente cargada, y se reduce a 1.060 ó 1.080 (a 20 °C), cuando la batería está completamente descargada.

$$\text{Cantidad de electricidad} = \frac{(1.280) - \text{Gravedad específica actual}}{0.2} \times 100$$

descargada (%)



○ Relación entre la temperatura del electrolito y la gravedad específica

La gravedad específica del electrolito varía con la temperatura y la lectura del hidrómetro debe ser compensada para el cambio de la temperatura por la siguiente fórmula:

(La gravedad es 0.0007 más ligera por cada 1 °C de aumento en la temperatura)

Fórmula para la conversión de la temperatura de la gravedad específica

$$S_{20} = S_t + 0.0007 (t - 20)$$

S_{20} : Gravedad específica a 20 °C

S_t : Gravedad específica

t : Temperatura del electrolito (°C)

(4) Capacidad de la batería

La capacidad de la batería se indica por la unidad de amperio-hora (Ah). La capacidad de la batería es la cantidad de electricidad que puede ser obtenida de una batería completamente cargada cuando se descarga continuamente a una corriente fija hasta que el voltaje terminal adquiere un cierto nivel de descarga.

Capacidad (Ah) = corriente de descarga (A) × tiempo, hasta que se obtiene el voltaje de descarga final (h)

La capacidad de las baterías para motocicletas se indica por el rango de 10-horas, que es el rango de corriente con el que se obtiene el voltaje de descarga final, si la batería se descarga continuamente a una tasa durante 10 horas.

Ejemplo: una batería de 12 V/14 Ah, tiene un rango de 10-horas a 1.4 A.

* Voltaje final de descarga

Después de que la batería se ha descargado una cierta cantidad, la caída del voltaje terminal se hace excesiva. Si continúa la descarga, el voltaje final será finalmente cero. Pero tal práctica no se debe usar porque hace irre recuperable la batería. Por lo tanto, el voltaje de descarga final está definido como un cierto nivel de voltaje al que la batería no debe continuar descargándose cuando ha adquirido el nivel de voltaje terminal.

Voltaje de descarga final: 1.75 V por celda

{	Batería de 6 V ...5.25 V
	Batería de 12 V ...10.5 V

(5) Cargando la batería

○ Recarga

La batería debe ser recargada para restablecer la energía que ha perdido por descarga. La recarga se debe hacer en un rango de corriente de 10 horas.

Calcular el tiempo de recarga por las siguientes ecuaciones de la medida de la gravedad específica del electrolito.

$$\text{Cantidad de descarga (Ah)} = \frac{1.280 - \text{Gravedad específica}}{0.2} \times \text{Relación de capacidad (Ah)}$$

$$\text{Tiempo de recarga (h)} = \frac{\text{Cantidad de descarga (Ah)}}{\text{Corriente de carga (A)}} \times 1.2 \sim 1.5$$

- Considerando la eficiencia de la batería, recargue la batería por 1.2 ~ 1.5 veces más que la rata de 10-horas.
- Quite los tapones de la batería antes de la recarga.
- No permita que la temperatura del electrolito exceda los 45 °C.
- Mantenga la batería lejos del fuego durante la recarga. Apague el dispositivo cargador antes de remover las conexiones de los terminales.
(Puede tener lugar una explosión porque se han producido gases de hidrógeno y de oxígeno).
- Después de recargar, lave con agua la batería, para quitarle el ácido sulfúrico exterior.

(6) Manejo de la batería

○ Control del nivel del electrolito.....Manténgalo siempre a un cierto nivel.

- Evaporación.....Rellene con agua destilada.
- Cuando se ha derramado.....Suministre ácido sulfúrico diluido.

○ Almacenamiento

- Recargue la batería completamente antes de almacenarla.
- Almacene la batería en un lugar donde la temperatura sea moderada y con pequeños cambios.
- Recargue una vez al mes porque la batería se descarga naturalmente.
- Recargue la batería completamente antes de usarla de nuevo.

○ Batería de uso instantáneo (batería seca)

En algunas baterías, se remueve el electrolito y el interior es secado y mantenido al vacío después de que el fabricante ha cargado la batería completamente. Para usar la batería la primera vez, remueva los tapones, llene con ácido sulfúrico diluido y recargue.

5. Batería sellada MF

(1) Características

1) No requiere de chequeo del nivel, ni de agregar agua.

La adopción de electrodos y separadores especiales y de una construcción sellada, significa que hay poca generación de gas durante la conducción y que el gas generado es absorbido por las placas negativas y que hay regreso del electrólito. Por lo tanto, hay poca disipación del electrólito y no se necesita chequeo del nivel, ni la adición de agua.

2) Sin temor a las fugas y se puede colocar en cualquier posición.

El electrólito es retenido con seguridad por un separador especial. Por lo tanto, no hay casi flujo de electrólito y no hay escapes del líquido, aún cuando la batería se coloque en cualquier posición. Sin embargo, la posición de la instalación de la batería es diseñada dentro de la motocicleta de antemano y la batería debe ser instalada en la posición especificada.

3) La autodescarga es lenta

Una rejilla especial de aleación de plomo-calcio es usada para suprimir la autodescarga al mínimo, y es posible almacenar la batería por largo tiempo con el líquido en ella.

4) Adopción de operación de llenado de un solo empuje

El llenado del electrólito cuando se va a utilizar la batería por primera vez se puede realizar fácilmente debido al diseño especial del contenedor del electrólito, provisto de puertos que coinciden con los puertos de llenado de la batería. La cantidad total de electrólito en el contenedor puede ser colocado en la batería. De este modo, no hay problemas de corrosión de las herramientas o de salpicaduras del líquido.

5) Diseño seguro

Una válvula de seguridad es provista para repartir el exceso de gas generado por una sobrecarga extrema.

6) Mecanismo de prevención de explosión

Un filtro es instalado dentro de la batería para apagar las llamas provenientes del exterior y evitar la explosión de la batería.

7) Compacta

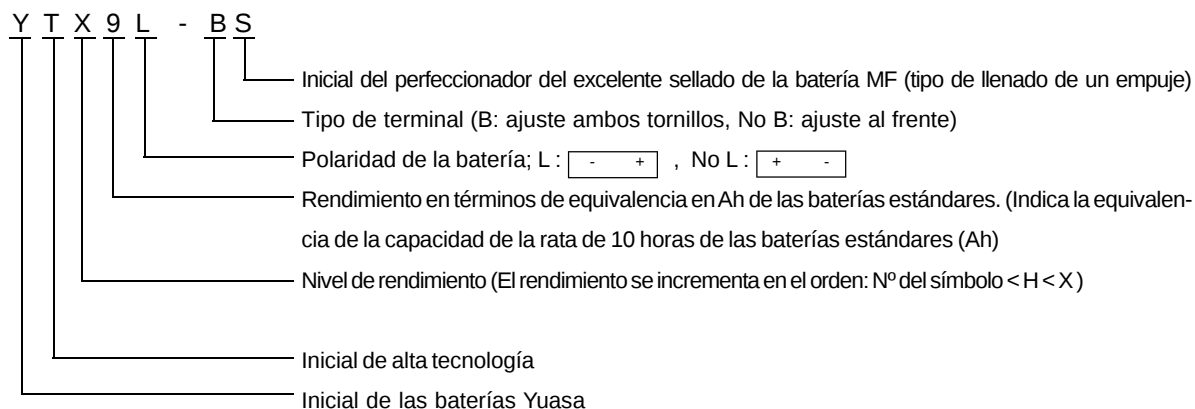
Sin ser libre de electrólito, la batería es diseñada con un bajo peso y una eficiencia mejorada comparada con una batería estándar.

8) No hay protuberancias, tales como los conductos de desfogue.

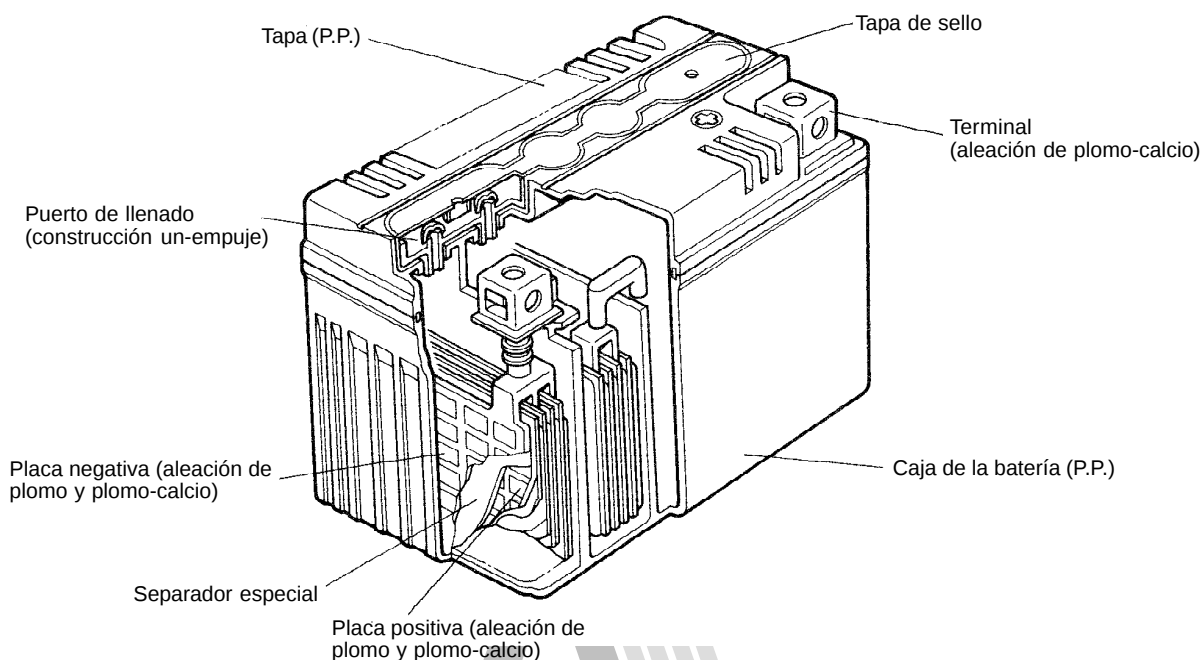
Como la absorción del gas ocurre en el interior de la batería, no son necesarios los conductos de desfogue y no hay partes sobresalientes como en las baterías estándares.

(2) Nombres de los componentes del modelo

Ejemplo



(3) Principio y construcción



○ Placas positivas y negativas

Las placas positivas y negativas están compuestas por materiales altamente activos y por una rejilla de aleación especial de plomo-calcio.

○ Separador

Se requiere un separador con una buena conductividad iónica, resistencia al calor y una excelente resistencia al ácido, por lo tanto, ha sido fabricado de una fibra de vidrio especial para cumplir todos estos requisitos y al mismo tiempo, para sujetar la superficie de las placas y evitar la caída del material activo; está diseñado para resistir adecuadamente las condiciones severas de las vibraciones de las motocicletas.

La retención en la absorción del electrolito es también excelente y el electrolito es completamente absorbido por el separador (y las placas), por lo tanto, no hay electrolito libre y no hay escapes cuando se vuelca.

○ Válvula de seguridad

En el caso de que un error de manejo ocasionara que la presión interna se aumente anormalmente, la válvula de seguridad se abre para descargar los gases dentro de la batería y regresar la presión a su estado normal, previniendo la ruptura de la batería. La válvula se cierra cuando la presión se normaliza y la batería retorna a su estado de sellado.

○ Filtro

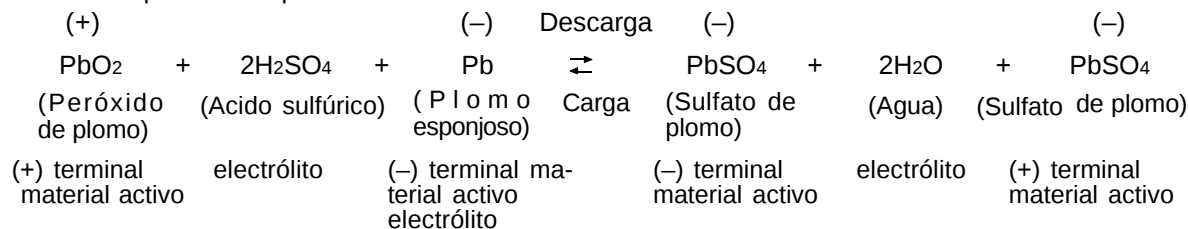
Un filtro de cerámica es instalado encima de la válvula de seguridad, bajo la cubierta de la batería, para eliminar el peligro de explosión por llamas externas.

○ Tapa y cubierta de la batería

Se adopta una resina de polipropileno para suministrar una excelente resistencia al calor, resistencia química y resistencia a los golpes.

(4) Principio de sellado de la batería MF (sellada)

Reacción química del plomo de la batería.



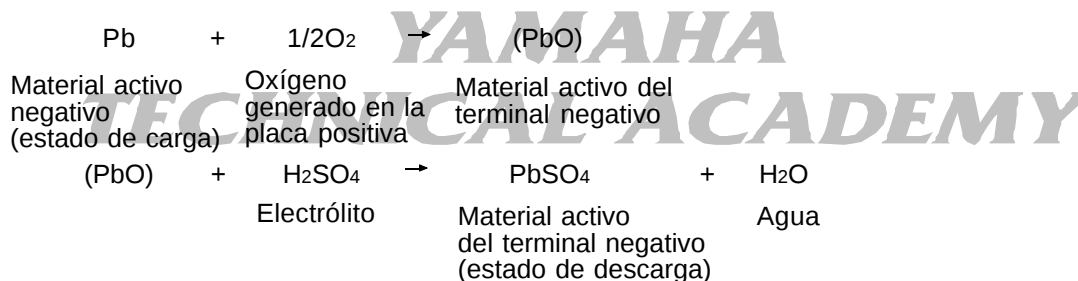
Cuando la descarga ocurre, el peróxido de plomo del terminal positivo y el plomo esponjoso del terminal negativo, reaccionan con el ácido sulfúrico del electrolito, para producir gradualmente sulfato de plomo, mientras la concentración de ácido sulfúrico decrece.

Contrariamente, cuando la carga ocurre, el sulfato de plomo producido por el material activo del terminal positivo y el material activo del terminal negativo es fijado por el material activo; y el componente del ácido sulfúrico liberado dentro del electrolito, gradualmente regresa a peróxido de plomo y a plomo esponjoso, así, la concentración de ácido sulfúrico en el electrolito se incrementa.

Normalmente, una batería estándar alcanza eventualmente su fase final de carga y el sulfato de plomo que es generado por la descarga cambia a peróxido de plomo y a plomo esponjoso, de este modo, la corriente de carga después de esto, es usada exclusivamente para la electrólisis del agua en el electrolito. Como resultado, el oxígeno es generado por la placa positiva y el hidrógeno es generado por la placa negativa. Los gases generados escapan al exterior de la batería y el nivel del electrolito se reduce, por lo tanto, es necesario agregar agua periódicamente.

Si la batería MF sellada es sobrecargada, incluso si el material activo de la placa positiva está ya completamente cargado, la batería MF está diseñada para que el terminal negativo no esté todavía completamente convertido en plomo esponjoso. Como resultado, incluso si hay sobrecarga y se produce en el terminal positivo, la placa negativa no está todavía completamente cargada, por lo tanto, no se produce hidrógeno.

Además, el oxígeno generado en el terminal positivo reacciona rápidamente con el estado de carga del material activo por encima de la placa negativa y regresa al estado de agua, consecuentemente, el resultado final es que no ocurren pérdidas de agua.



La placa negativa está diseñada para que no llegue a estar completamente cargada y aún si continúa la sobrecarga, el oxígeno generado dentro de la batería es absorbido en la placa negativa en el llamado ciclo de oxígeno, de este modo, teóricamente el sellado es posible sin el contenido de agua en la disminución del electrolito.

(5) Precauciones de manejo

- Este tipo de batería está completamente lista para su uso, por lo tanto, no retire el sello de aluminio que cubre los puertos de llenado de la batería antes de su uso.
- Almacene la batería en un lugar fresco y seco, no la exponga a los rayos directos del sol.
- La capacidad y la vida de la batería sellada se afectan grandemente por la cantidad de electrolito vertido en ella. Consecuentemente, cuando vierta electrolito en ella, siempre ponga la cantidad especificada del electrolito recomendado y realice la operación con cuidado para no poner ni más, ni menos.

[4] Sistema de arranque

El motor es arrancado por un motor CD. El torque del motor se trasmite a un embrague arrancador por medio de piñones o de cadena y posteriormente al cigüeñal.

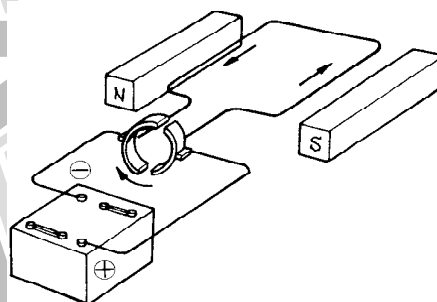
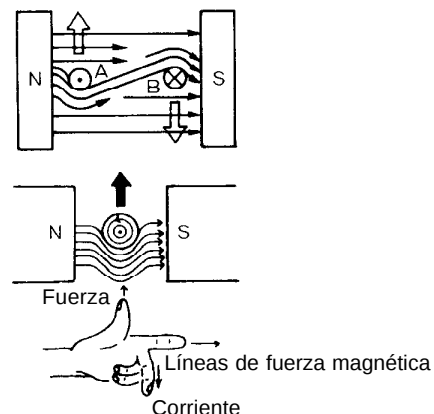
El sistema de arranque incluye el motor arrancador, el relevo arrancador, el suiche arrancador, el relevo de seguridad y el suiche del embrague, etc.

1. Principio del motor y el motor de arranque

(1) Principios del motor

Cuando la corriente se suministra a un aro de conductor colocado entre polos magnéticos N y S, se desarrollan campos magnéticos alrededor del conductor y los conductores (A & B) reciben fuerzas en las direcciones de las flechas (ver ilustración), ya que las líneas de fuerza magnética de los imanes interactúan con las de la corriente. La dirección de la corriente, la dirección de las líneas de fuerza magnética, y la dirección del movimiento del conductor, se obtienen por la llamada regla de la mano izquierda de Fleming.

El aro de conductor gira cuando fluye corriente a través de él, en un campo magnético, ya que la dirección de la corriente cuando él sale es inversa a aquella que cuando se devuelve y por lo tanto, la dirección de la fuerza es inversa. Para que el conductor continúe girando, se usa un conmutador o escobillas. Los dispositivos invierten la dirección de la corriente en cada medio ciclo de rotación para que la dirección del torque no se invierta. Actualmente, se usa una bobina devanada alrededor de un núcleo de hierro en lugar de un aro simple de un conductor. Este conjunto de bobina y núcleo se llama armadura y la bobina se llama bobina de la armadura.



(2) Tipos de motores de arranque

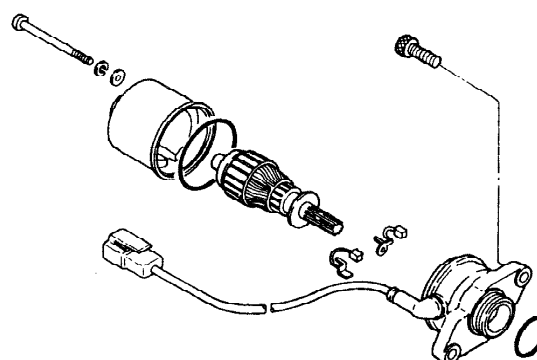
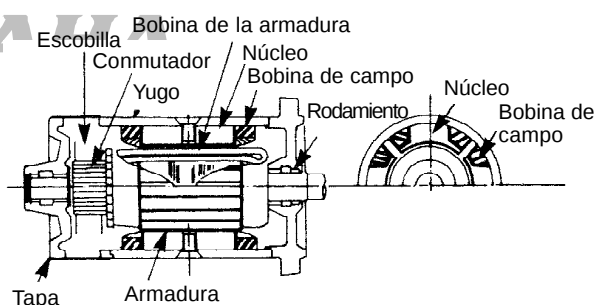
Los motores de arranque vienen en dos tipos: tipo electromagnético, en el que una bobina de campo se devana sobre el estator y el tipo de magnetos permanentes, en el que no se usa bobina de campo.

1) Tipo motor de arranque electromagnético

Este tiene una bobina de campo de alambre de cobre grueso de una sección transversal rectangular, devanada sobre el núcleo del estator. La corriente fluye de la batería a la bobina de campo y a la bobina de la armadura.

2) Tipo motor de arranque de imanes permanente

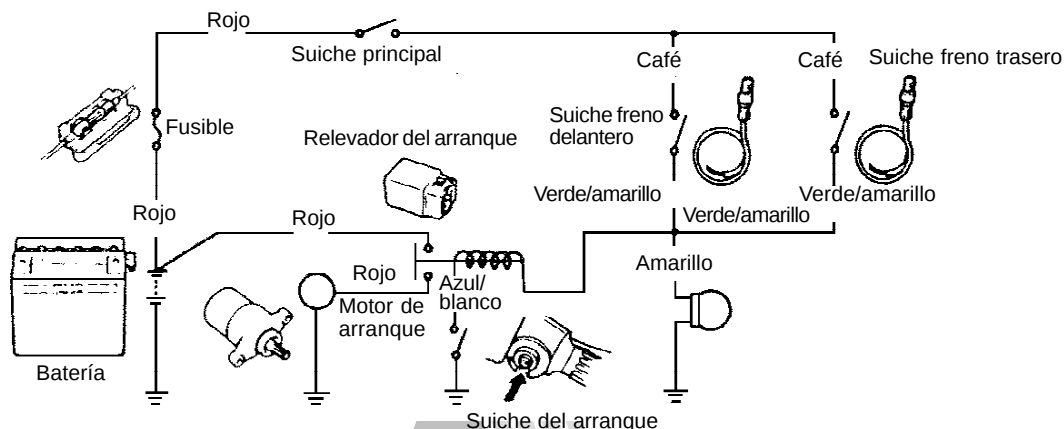
En lugar de una bobina de campo, se usan imanes permanentes fuertes para que sea compacto y liviano. Este tipo se usa comúnmente en la actualidad.



2. Sistema de seguridad del arranque

(1) Sistema de seguridad del arranque para scooters

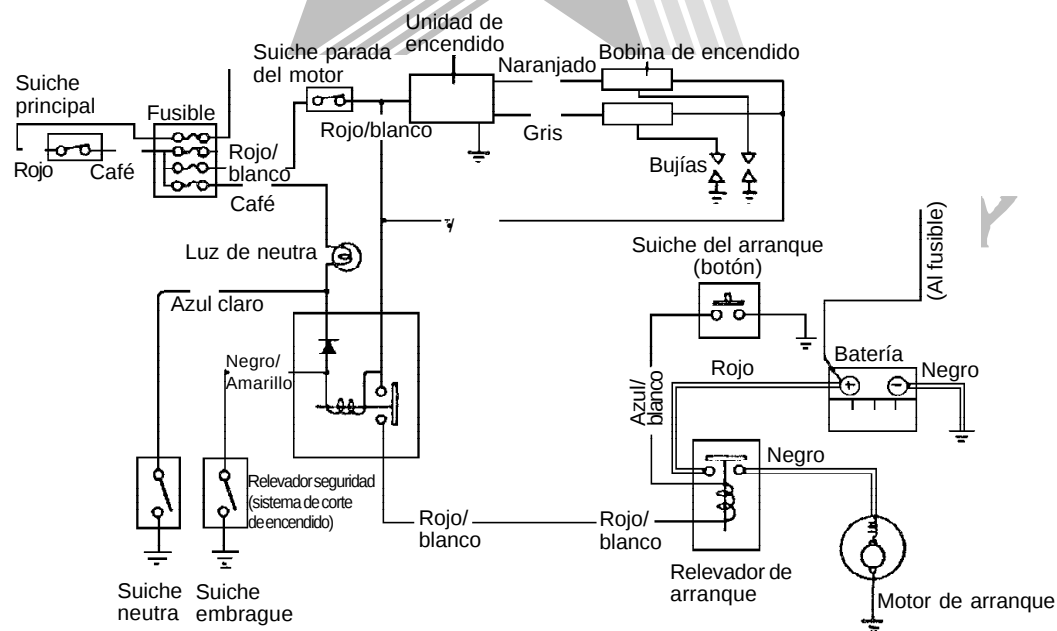
Para prevenir que el scooter arranque debido a que los conductores novatos aplican el acelerador al encender el motor, el arrancador de seguridad está diseñado para ser operado solamente cuando se tira de la palanca del freno delantero o del freno trasero.

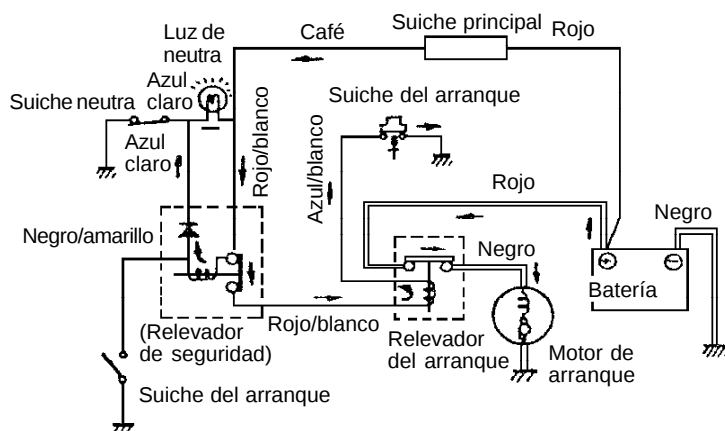
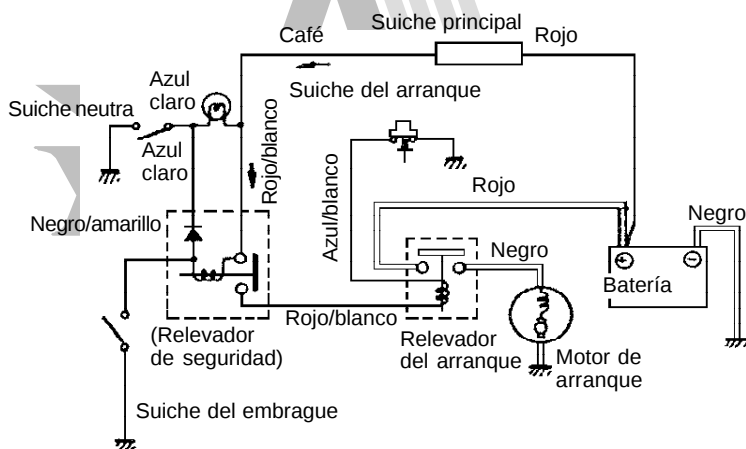
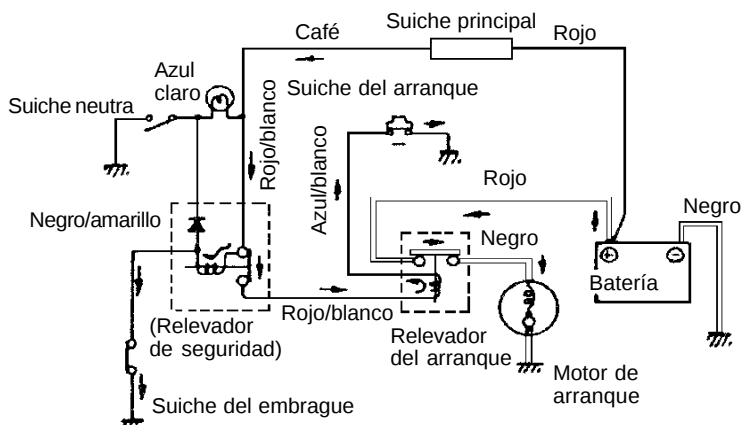


(2) Sistemas de arranque de seguridad en las motocicletas

Para evitar que las motocicletas arranquen por el uso inadvertido del suiche del arranque cuando la transmisión está engranada, se suministra un relevador de seguridad para que el motor de arranque gire solamente cuando la transmisión esté en neutra o el embrague esté desacoplado.

Circuito básico



En neutra**En cambio****Con el embrague acoplado**

(3) Suiche del soporte lateral

Para prevenir el olvido de levantar el soporte lateral, el sistema de arranque tiene la siguiente función:

○ **NOTA**

Cuando el soporte lateral está abajo, el motor no enciende con el pedal de patada, a menos que la transmisión se encuentre en neutra.

Si el soporte lateral está levantado, con el pedal de patada se podrá encender el motor y la motocicleta comenzará a rodar si el embrague está enganchado, incluso si la transmisión está en cualquier posición diferente de neutra.

Si el soporte lateral se baja después de encender el motor, el encendido es cortado y el motor se detiene tan pronto como la palanca del embrague es tirada y se engrana el cambio. El soporte lateral debe estar levantado con seguridad antes de comenzar la conducción.

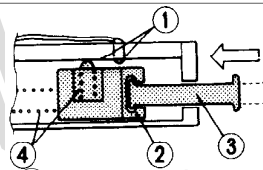
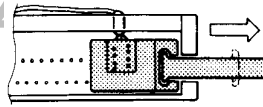
○ **Construcción**

Suiche del soporte lateral, suiche de neutra, unidad de C.D.I.

○ **Operación**

El encendido se corta cuando el circuito de señal del C.D.I. se corta. El circuito de encendido está equipado con un circuito para el soporte lateral y la posición del engranaje, así, el C.D.I. controla el encendido de acuerdo con cada condición cuando el motor se enciende.

Condiciones para el encendido y la conducción

Soporte	Transmisión	Encendido	
Abajo	Neutra	☒	 ① Contactor ③ Embolo ② Rodillo ④ Resorte de retorno
	En cambio	☐	
Arriba	Neutra	☐	
	En cambio	☒	

[5] Sistema de luces y señales

Las motocicletas que deseen correr en las autopistas deben seguir las reglas estipuladas por el gobierno. Estas especifican que los dispositivos de luces y de señales deben reunir ciertos requisitos técnicos para ser incorporados en las motocicletas.

1. Sistema de luces

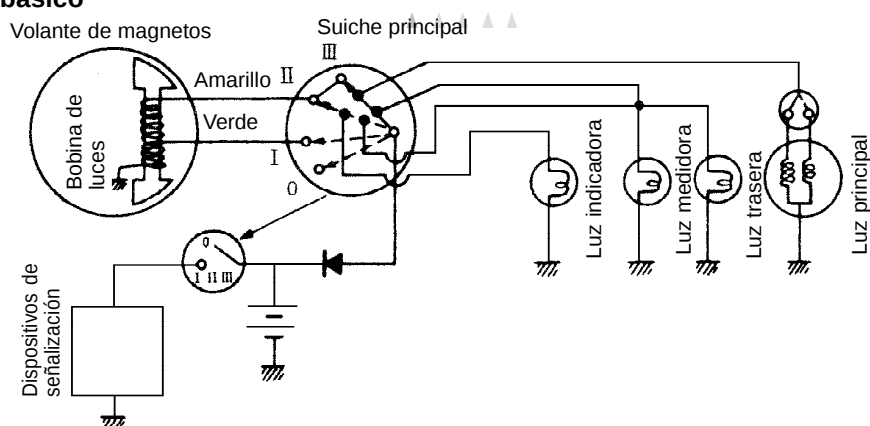
Los dispositivos de iluminación usados en la noche incluyen la luz principal, las luces indicadoras, la luz trasera y la luz de los medidores, etc.

(1) Sistema de luces

1) Sistema de luces accionado por AC (control de suiche principal)

La energía AC que produce el generador se suministra directamente a los dispositivos de iluminación. Este sistema se emplea en motocicletas pequeñas que tienen volante de magnetos. Las luces se encienden únicamente cuando el suiche principal está en la posición II (iluminación doble) o en la posición III (noche) con el motor funcionando.

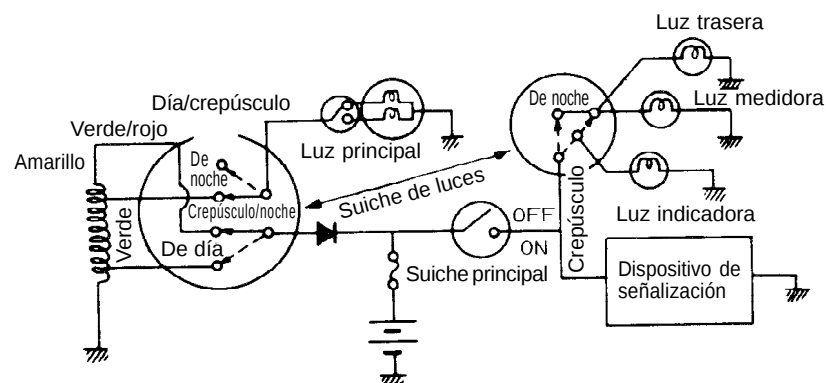
Circuito básico



2) Sistema de luces accionado por AC/DC (control de suiche de luces)

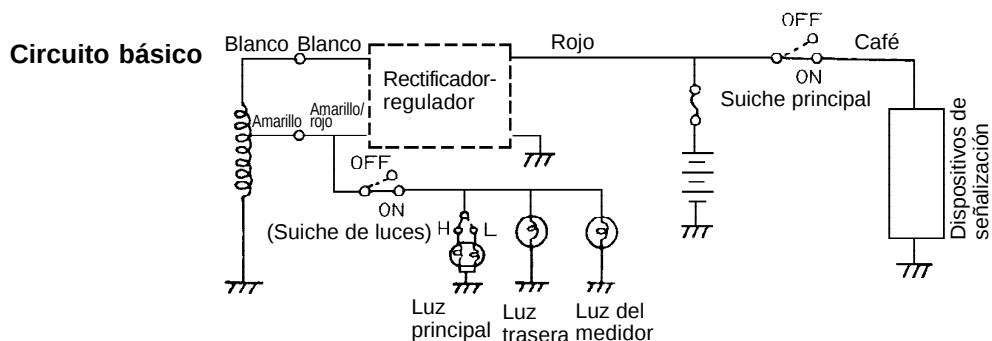
En las motocicletas con volante de magnetos las luces indicadoras, la luz trasera y las luces de los medidores son accionadas por la batería, y la luz principal es accionada por la corriente AC del magneto. Este sistema tiene como fin proporcionar seguridad durante el estacionamiento o las paradas en la noche y para cargar suficientemente la batería a través del circuito de carga, incluso en la noche. Las lámparas están controladas separadamente con un suiche de luces montado en el manubrio y las demás luces se encienden o se apagan por medio del suiche principal.

Circuito básico



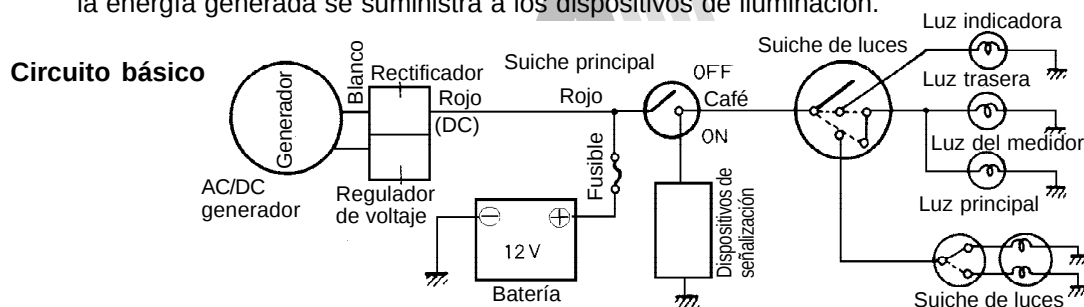
3) Sistema de luces accionado por AC (control de suiche de luces)

Este es un sistema moderno con un regulador AC o AC/DC, el cual regula el voltaje AC aplicado a la luz principal, a la luz trasera, y a la luz del medidor etc, para prolongar sus vidas de servicio.



4) Sistema de luces accionado por DC

Todas las luces son accionadas por una batería. Muchas de las motocicletas de tamaño mediano y grande con fuente de energía de 12V, emplean este sistema. Cuando se genera un alto voltaje, la energía generada se suministra a los dispositivos de iluminación.

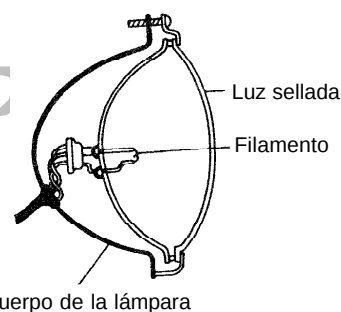


(2) Luz principal (farola)

La luz principal viene de tipo de luz sellada y tipo de bombilla. Normalmente tiene un filamento de rayo alto, con el cual la luz alcanza a más lejos y un filamento de rayo bajo para tener una luz más cerca.

1) Tipo de luz sellada

Este es un conjunto de bombilla consistente en un lente, un reflector y un filamento con un gas sellado en su interior. Como es sellado completamente, el agua y el polvo no pueden entrar y la intensidad de la luz permanece casi constante. Si cualquiera de los elementos se daña, no puede ser reemplazado solo, sino que se debe reemplazar la unidad completa.



2) Tipo bombilla

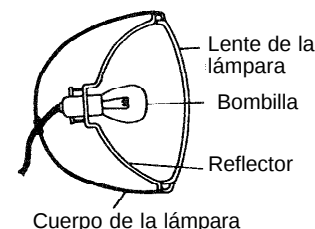
Este usa una bombilla reemplazable que tiene dos filamentos, uno para rayo alto y otro para rayo bajo.

Recientemente están siendo usadas lámparas de halógeno que tienen un mayor rendimiento.

* Lámpara de halógeno

Un gas halógeno que previene el desvanecimiento del filamento, es sellado en una bombilla hecha de vidrio de cuarzo. La lámpara de halógeno es compacta y la intensidad de la luz no cambia durante su vida de servicio y el vidrio de la bombilla no se mancha.

- <Cuidados>**
- No toque la bombilla con las manos para no mancharla con aceite.
 - Si se mancha, límpiela con alcohol o thinner antes de encenderla.

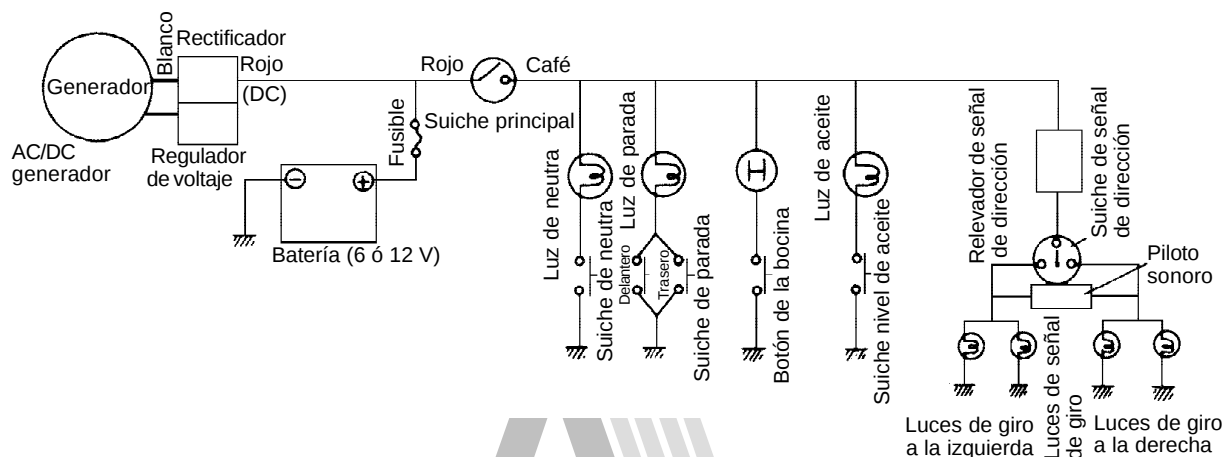


2. Sistema de señales

Los dispositivos de señalización incluyen las luces de señal de dirección, la luz de pare, la bocina, la luz de neutra, la luz de aceite, la luz de peligro de alta velocidad, etc.

Todas ellas son energizadas por la batería. Están conectadas en paralelo y se les aplica el mismo voltaje. Cuando se genera un alto voltaje, la energía generada se suministra a los dispositivos de iluminación.

Circuito básico



(1) Señales de dirección

Las luces de destello de las motocicletas son controladas por relevadores.

- Tipos de relevadores
 - Relevador bimetálico
 - Relevador de alambre caliente
 - Relevador con condensador
- Intervalo de destello....80 $\pm$ 40 $\pm$ 20 veces /min.
- Tiempo principal de operación...menor de 0.8 seg (especificaciones JIS).

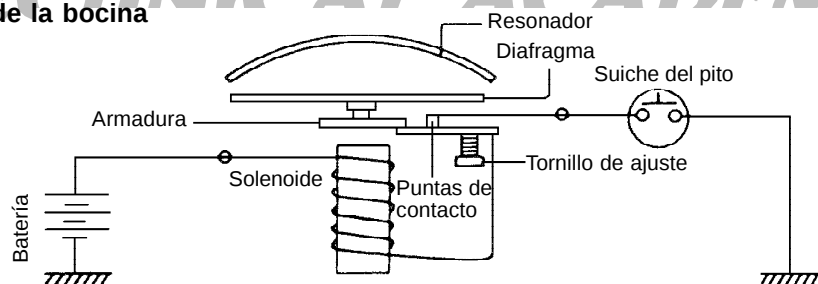
(2) Bocina (claxon)

Las bocinas eléctricas se usan normalmente en las motocicletas.

Hay dos tipos: plana (tipo bosch) y en espiral.

Un diafragma metálico se hace vibrar con un solenoide para producir sonido por resonancia.

Principios de la bocina



- Cuando se presiona el botón de la bocina la corriente fluye de la batería a la bobina, a las puntas de contacto, al suiche de la bocina y a la masa, energizando el solenoide para atraer la armadura.
 - La armadura abre las puntas de contacto y corta la corriente.
 - Cuando no hay corriente, el solenoide pierde potencia, la armadura retorna, las puntas de contacto cierran el circuito y la corriente comienza a fluir de nuevo.
- Como las operaciones anteriores se suceden muy rápido, la rapidez del diafragma hace vibrar la armadura y la placa de resonancia produce un sonido.

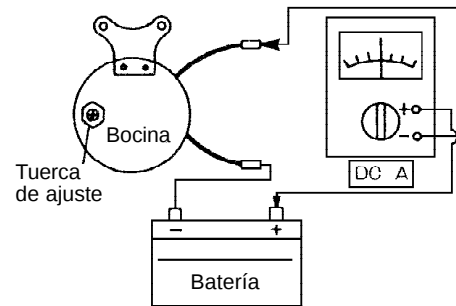
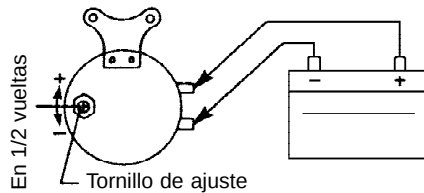
○ Ajustes de la bocina

El ajuste se hace con el tornillo de ajuste.

Atornillado.....para mayor tono

Desatornillado.....para menor tono

Para mayor precisión, use un amperímetro y haga el ajuste con el tornillo de ajuste para el flujo de corriente indicado.



(3) Velocímetros

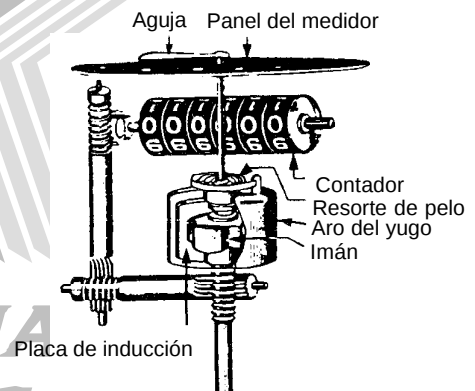
Los velocímetros vienen en tipo centrífugo, magnético y eléctrico. El tipo magnético es el más comúnmente usado en las motocicletas.

○ Principios y operación

Se utiliza la atracción natural del imán en el velocímetro tipo magnético. Ver la ilustración sobre la construcción.

El imán gira accionado por el cable del velocímetro. La placa de inducción, a la que está conectada la aguja, gira cuando el imán gira. Cuando el imán gira el campo magnético gira y el torque se aplica a la placa de inducción. Así, la placa de inducción y la aguja giran. El torque se incrementa con la velocidad de viaje y la aguja deflexa de acuerdo a ello. La aguja se detiene en la posición donde el torque y la fuerza del resorte de pelo se balancean.

Cuando la motocicleta está estacionada el resorte obliga a la aguja a retornar a 0.



*** El cable del tacómetro y la aguja del medidor están especificados en JIS, y en las motocicletas, 1,400 rpm, deben corresponder a 60 km/h.**



VI. APENDICE



[1] Inspección pre-entrega (inspección de una motocicleta nueva)

Antes de entregar la motocicleta al cliente, realice siempre la inspección pre-entrega (inspección de una motocicleta nueva).

Realizar la inspección pre-entrega significa preparar la motocicleta para que ésta funcione y esté lista para el uso; incluyendo la instalación de partes que han sido removidas (o no fueron instaladas) por el fabricante con propósitos de transporte, instalación de accesorios estándares y partes opcionales requeridas por el cliente y realizar la inspección de la nueva motocicleta para verificar que esté completa.

Estos requisitos son explicados a continuación.

1. Limpieza de la motocicleta

Una motocicleta nueva (armada completamente) viene cubierta con un aceite antioxidante. Y está sucia debido al almacenamiento en las transportadoras o a la exhibición en el frente de la tienda. Por lo tanto, cuando realice la inspección de una motocicleta nueva, asegúrese de lavarla para removerle el polvo y el aceite antioxidante, y luego brille la motocicleta.

En particular, límpie completamente los discos de los frenos, los silenciadores y los escapes, etc.

2. Instale las partes no colocadas debido a requerimientos de transporte o a la instalación de accesorios estándares

- Retrovisores, herramientas de servicio, guarda piernas, reposapiés, aletas de guardafangos, portaequipajes, etc.

3. Instale las partes opcionales, los accesorios y las partes requeridas, etc.

4. Inspección y mantenimiento de una motocicleta nueva

(1) Carga e instalación de la batería

- Batería MF: para el tipo con líquido use el electrolito del empaque exclusivo MF (gravedad específica 1.320). Cuando vierta el líquido, verifique luego el voltaje o realice la recarga, siguiendo las instrucciones de manejo aplicables para cada batería.

Para el tipo completamente sellado, verifique el voltaje.

- * Para la carga, utilice el cargador para baterías MF.

- Batería estándar : vierta el electrolito en la batería (gravedad específica 1.280) y realice la carga durante 8 ~ 10 horas con una corriente a la 1/10 de la capacidad de la batería (AH).

- * Para la carga, el cargador de baterías MF puede ser usado de la misma manera. Instale la manguera de desfogue correctamente.

(2) Chequee el funcionamiento de cada dispositivo de iluminación y de señales.

- Luz principal, luz trasera, luces intermitentes, luz de parada, cada luz indicadora, posición de las luces, luces de peligro, luces de cruce, bocina, etc.

(3) Chequee la cantidad de aceite, refrigerante, etc.

- Motocicletas 2T: Aceite de transmisión...Chequee el nivel especificado de aceite por la ventana de inspección.

Chequeo aceite 2T..... Verifique que haya aceite 2T dentro del tanque de aceite.

- Motocicletas 4T: Aceite del motor.....Verifique la cantidad especificada usando la ventana de inspección o el medidor del nivel del aceite.

- Líquido refrigerante del motor: Verifique el nivel del refrigerante, tanto en el radiador como en el tanque de reserva.

(4) Chequee la instalación y el ajuste de cada parte y verifique la apariencia

- Inspeccione cada parte de la motocicleta, chequee la instalación de cada parte y ajuste las tuercas y los tornillos y verifique que no hayan rayones, oxidación, deformaciones, etc.

(5) Ajuste la presión del aire

- La presión de los neumáticos es alta cuando la motocicleta es embarcada por el fabricante. Y la presión de los neumáticos se baja en las motocicletas que han estado almacenadas por largo tiempo. Ajuste la presión de aire según las especificaciones (Use siempre un medidor de aire para chequear la presión).

(6) Chequee la operación de frenado

- Verifique el juego libre de las palancas y de los pedales de los frenos.
 - Verifique la cantidad de líquido de los frenos delantero y trasero.
- Verifique la operación de los frenos delantero y trasero.
- * Verifique que no haya aceite antioxidante remanente en los discos de los frenos.

(7) Encendido del motor e inspección del funcionamiento

- Drene la gasolina vieja del carburador usando el tornillo de drenaje.
- Suministre combustible y aceite Yamalube necesarios para el encendido del motor y la prueba de funcionamiento.
- Verifique la condición de encendido del motor, del ralentí y de la condición de rotación del motor.
- Chequee que el cable del acelerador, el cable de la bomba y el cable del embrague, estén funcionando suavemente, y verifique que el manubrio gire a la izquierda y a la derecha libremente.
- Verifique el acople y el desacople del embrague, la suavidad de la caja de cambios, el sonido del motor y el humo del escape, etc.

(8) Chequee la operación del mecanismo de corte del circuito de arranque

- Verifique el suiche del soporte lateral - verifique que el motor se detenga cuando se realiza el cambio con el apoyo lateral extendido (abajo).
- Verifique el suiche del embrague. - verifique que el motor de arranque no funciona cuando el motor de arranque es presionado en posición de cambio y sin tirar de la palanca del embrague.

(9) Prueba de recorrido

- Instale la placa de identificación y realice una prueba de recorrido a la motocicleta.
- Verifique la estabilidad de la dirección, la eficiencia del frenado y chequee que no haya ningún problema.

5. Explicaciones al cliente cuando se entregue la motocicleta

- 1) Explique los puntos principales de cada operación usando el manual del usuario y la misma motocicleta.
- 1) Explique la importancia del mantenimiento y de las inspecciones periódicas usando las notas de mantenimiento.
- 1) Explique las políticas de la garantía usando las notas de mantenimiento.
- 4) Permita que el cliente escriba puntos de requerimiento en el formato de recibo de la motocicleta, y después emita la carta de garantía.
- 5) Hay varias razones por las que no se puede dar una explicación completa al cliente, por lo tanto, aconséjele leer completamente el manual del propietario y las notas de mantenimiento.
- * Explique el funcionamiento de la motocicleta en una forma cortés y completamente para evitar reclamos por la poca información entregada por el distribuidor.

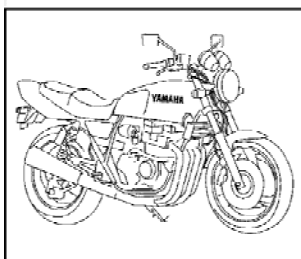
[2] Lista de inspección

1. Motocicleta

YAMAHA

Tarjeta de Inspección Yamaha

Tipo de Motocicleta (2T / 4T)



Nombre	M • F	Edad	Dirección	TEL
Ocupación	Modelo		Uso	
Fecha de compra	Chassis No.		Odómetro	Km
Inspector	Distribuidor		Inspección	

Símbolos	Bien	☐
	Ajuste, suministro de aceite	<input type="triangle-up"/>
	Cambio, reparación, reemplazo requerido	<input type="cross"/>
	No aplica	☐

Notas especiales

Inspección del motor

Condición de la bujía	Suciedad del aceite, cantidad (4T)	Fugas sistema lubricación (2T) cantidad (2T)	Fugas de combustible

Inspección del motor

Fugas refrigerante, cantidad	Suciedad filtro de aire, bloqueo	Juego libre palanca embrague	Flojedad de la cadena
		Operación del embrague	

Inspección de la transmisión

Inspección dirección	Inspección frenos
Juego libre, flojedad, golpes	Juego libre pedal freno
	Juego libre palanca de freno
	Fugas mangueras y tubos, daños, instalación

Inspección frenos	Inspección soportes chasis
Nivel líquido frenos	Flojedad de tuercas y tornillos de ambas ruedas
	Flojedad de rodamientos - ambas ruedas
Función, desgaste, daños	
Desgaste del revestimiento	

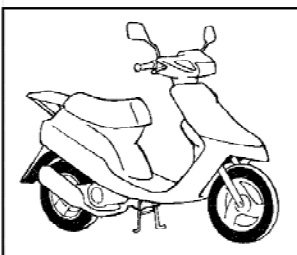
Inspección soportes chasis	Chequeo mecanismos eléctricos y de seguridad	Chequeo condición motor
Presión aire, desgaste, daños	Nivel líquido batería	(Incluyendo escape)
	Flojedad terminales, corrosión	① Arranque ② Rpm
		③ Ruido motor ④ Ruido escape
	Mecanismos luces y señales	Ajuste de cada parte, chequeo aceite
		Ajuste, suministro de aceite

2. Scooter

YAMAHA

Yamaha Tarjeta de inspección

Tipo Scooter(2T / 4T)



Nombre	M • F	Edad	Dirección	TEL
Ocupación	Modelo		Uso	
Fecha de compra	Vehículo No.		Odómetro	Km
Inspector	Distribuidor		Fecha de inspección	

Símbolos	Bien	☐
	Ajustar, agregar aceite	<input type="triangle-up"/>
	Carga, reparación, reemplazo requerido	<input type="cross"/>
	No aplica	☐

Notas especiales

Inspección del motor

Condición de la bujía	Suciedad aceite motor, cantidad(4 T)	Fugas del sistema de lubricación (2 T), cantidad (2 T)	Fugas de combustible

Inspección del motor

Fuga de refrigerante, cantidad	Suciedad filtro de aire, bloqueo	Filtro de la banda en V	Inspección transmisión

Inspección dirección

Juego libre, flojedad, ruidos	Juego libre pedal freno	Juego libre palanca frenos	Escapa manguera y tubería, daños instalación

Inspección frenos

Nivel líquido de frenos	Función, desgaste, daños	Desgaste revestimiento freno	Inspección soporte chasis

Inspección soporte chasis

Presión de aire, desgaste, daños	Chequeo de mecanismos eléctricos y de seguridad	Chequeo condición del motor
		Ajuste de partes, chequeo aceite Ajuste suministro aceite

[3] Materiales

para reunir los requerimientos de una construcción fuerte, los materiales para las motocicletas deben tener muy buena resistencia, rigidez, gravedad específica, apariencia, resistencia al desgaste, resistencia a la corrosión y resistencia a la temperatura. Desde el punto de vista económico, deben ser fáciles de adquirir y trabajar, y posibilitar la producción en masa a bajo costo. Entre otros requisitos importantes están la disponibilidad de la materia prima, las innovaciones en la tecnología de producción, la seguridad de operación, las medidas anticontaminantes y los gustos de los usuarios.

1. Hierro y acero

El hierro es usado en la mayor parte de las motocicletas. Sus características varían dependiendo de las sustancias que contenga. Particularmente, el contenido de carbono afecta enormemente sus características. Cuando el contenido de carbono es de 0.01 %, se llama “hierro puro”, cuando está entre 0.01 ~ 2.0 %, es llamado “acero” y cuando está entre 2.0 ~ 6.67 %, es llamado “hierro fundido”. Cuando el contenido de carbono es mayor, el hierro tiene mejor resistencia pero es más frágil.

(1) Hierro fundido

El hierro fundido se funde a una temperatura relativamente baja y tiene buena fluidez, adecuada para la fabricación de moldes. Comparado con el acero, el hierro fundido tiene mejor resistencia al desgaste pero es generalmente frágil a los impactos. El hierro fundido puede ser dividido en dos tipos, el especial y el estándar.

○ Hierro fundido estándar

Contiene carbono grafitizado y sus superficies reventadas presentan un color gris, por lo que es llamado “hierro gris”. Siendo fácil de cortar y de fundir, es usado como materia prima para piezas de hierro fundido.

○ Hierro fundido especial

Adicionando cromo, molibdeno y/o níquel al hierro fundido estándar, se puede aumentar su potencia y su resistencia al desgaste. El hierro fundido especial es usado como aros de pistón, cigüeñales y ejes de levas.

(2) Acero

El acero está disponible en dos tipos, acero al carbono y acero especial. Cada uno de estos es ofrecido en forma de acero laminado.

○ Acero al carbono

El acero al carbono puede ser clasificado ampliamente en aceros blandos y duros. Los aceros blandos contienen alrededor de 0.3 % o menos de carbono. Es duro y suave y tiene buena ductibilidad y maleabilidad. El acero duro contiene más carbono que el acero blando. Es robusto y duro pero tiene una ductibilidad y una maleabilidad pobres. En general, el acero al carbono se encuentra disponible en forma de acero laminado, tal como tubos de acero, láminas y barras. Además, las láminas están disponibles en los tipos de laminado en caliente y de laminado en frío.

1) Hojas laminadas en caliente

Las hojas laminadas en caliente son literalmente laminadas cuando el acero está caliente y se usan como materiales para bastidores, discos y ruedas para las motocicletas.

2) Hojas laminadas en frío

Son producidas al volver a laminar a temperatura ambiente las hojas laminadas en caliente, y son usadas como materiales para cuerpos y tanques de combustible para las motocicletas.

3) Tubos de acero

Son usados para varios tipos de tuberías y también para válvulas, ejes de balancines y partes de bastidores.

4) Barras de acero

Se encuentran disponible en tipos redondos y cuadrados y son usadas para tuercas, tornillos y remaches.

○ **Acero especial**

El acero especial es llamado “acero aleado”. Es acero al carbono que contiene níquel, cromo y/o molibdeno para aumentar su resistencia al calor y a la corrosión y por lo tanto, es bueno para resortes, válvulas, bielas, piñones y cigüeñales.

(3) **Tratamiento térmico**

Tratamientos térmicos son operaciones de calentamiento y enfriamiento para suministrar a los metales, tales como al hierro y al acero las características deseadas. El tratamiento térmico discutido aquí, incluye templado, revenido, recocido y normalizado.

○ **Templado**

Para impartir dureza al acero al carbono, es calentado a una temperatura específica y enfriado bruscamente con agua o con aceite. A mayor contenido de carbono, mayor efecto de templado, pero se incrementa su fragilidad.

○ **Revenido**

Para reducir la dureza y la fragilidad del acero templado, se recalienta y se enfría lentamente.

○ **Recocido**

Para eliminar esfuerzos internos del acero y hacerlo menos frágil, es tratado con calor y enfriado gradualmente.

○ **Normalizado**

Para eliminar tensiones internas en el acero, se calienta y se enfría lentamente en el aire.

(4) **Endurecimiento superficial**

Mientras se mantiene la suavidad del acero, se endurecen sus superficies. Hay cementado de alta frecuencia, carburación y nitruración como procesos de endurecimiento superficial.

○ **Cementado de alta frecuencia**

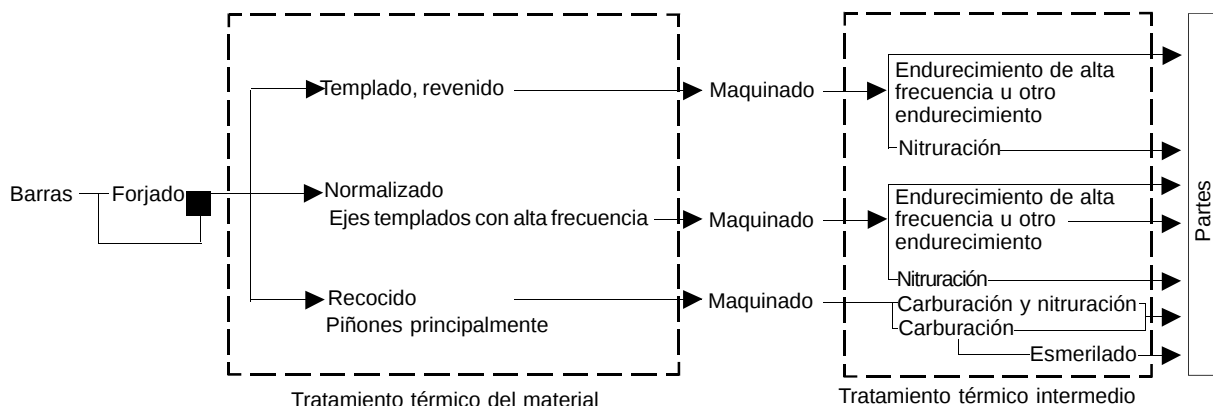
Endurece el acero calentando rápidamente sus superficies a una temperatura específica con corriente de alta frecuencia y enfriándolo rápidamente.

○ **Carburación**

Para endurecer la superficie del acero, es calentado en un carburizador por muchas horas y de este modo, la capa externa de más bajo contenido de carbono puede ser convertida en alto contenido de carbono.

○ **Nitruración**

Se dispersa nitrógeno sobre las superficies del acero para endurecerlo.



Tratamiento térmico en el proceso de barras a partes

2. Metales no ferrosos

(1) Cobre y aleaciones de cobre

○ Cobre

El cobre tiene una conductividad superior y es maleable, por lo que es usado para conductores y empaques.

○ Bronce

Es una aleación de cobre y de estaño, que tiene muy buena resistencia al desgaste y mucha afinidad con los aceites lubricantes. Por lo cual, es usado para bujes.

○ Latón

El latón es una aleación de cobre y zinc. Es maleable, por lo cual es usado para radiadores.

○ Kelmet

Es una aleación de cobre y plomo y es usado como material de rodamientos en la mayoría de las veces.

(2) Aleación de aluminio

○ Aluminio

El aluminio tiene una gravedad específica de 2.7, la cual es alrededor de una tercera parte de la del hierro. Posee buena conductividad, cercana a la del cobre. A mayor pureza, es menor la resistencia que presenta. Por consiguiente, es ofrecido generalmente en forma de aleación y el coeficiente de expansión térmica es mayor que los del hierro y el acero. Entre las aleaciones de aluminio están la aleación Y y Lo-Ex, que son usadas como materiales para pistones.

1) Aleación Y

Es una aleación de aluminio, cobre y magnesio que tiene excelente resistencia al color con un gran coeficiente de expansión térmica.

2) Lo-Ex

Esta es una aleación de aluminio, silicio, cobre, magnesio y níquel que tiene mejor resistencia al calor, bajo coeficiente de expansión térmica, y mantiene una alta resistencia a altas temperaturas.

(3) Zinc, estaño y plomo, y sus aleaciones

El zinc y el estaño son menos susceptibles a la oxidación del aire, y por lo tanto, son usados para recubrimientos como inhibidores de herrumbre. El plomo puro y el óxido de plomo son usados como placas para baterías.

○ Aleación de zinc para fundición de moldes

La aleación de zinc es hecha de zinc, aluminio y cobre. Tiene excelente fraguado y estabilidad dimensional, por lo cual es usada para partes del carburador.

○ Metal blanco

Es una aleación de estaño, antimonio y cobre y es usada como material de revestimiento para muñones y rodamientos.

○ Metal de aluminio

Es más duro que el metal blanco y superior a la resistencia y a la corrosión. Es un material bueno para piezas de máquinas de altas velocidades y de trabajo pesado. Su costo es menor que el del metal blanco.

3. Aleaciones sinterizadas

Una aleación sinterizada es una mezcla de polvo de hierro, polvo de cobre y grafito, moldeada por compresión. Se produce fundiendo la mezcla de polvo metálico por debajo de su punto de fusión. Algunas aleaciones sinterizadas son tratadas posteriormente con aceite o calor dependiendo de sus propósitos. Las aleaciones sinterizadas pueden ser producidas en masa a bajo costo. Siendo excelentes en porosidad, resistencia al desgaste y al calor, estas aleaciones son materiales buenos para partes como piñones de tracción, rotores de bombas y guías de válvulas.

4. Materiales no metálicos

(1) Caucho

El caucho puede ser clasificado en dos, caucho natural y sintético. Como tiene buena resiliencia, generalmente ambos son tratados como materiales de relleno y especialmente procesados para aumentar su resistencia al desgaste. El caucho tiene una gran demanda como material para mangueras, llantas, neumáticos y juntas.

(2) Asbestos

El asbesto es una fibra mineral que tiene excelente resistencia al calor. Siendo tratado con resinas sintéticas, es usado como material para forros de frenos, pastas de embrague, etc.

(3) Vidrio

El vidrio es duro pero frágil, su principal componente es el silicato. El vidrio es usado en automóviles en cristales de ventanas, fibras de vidrio, farolas, etc. El vidrio de seguridad usado en ventanas puede ser dividido en dos, vidrio reforzado y vidrio laminado.

○ Vidrio reforzado

El vidrio reforzado se hace tratando térmicamente la lámina de vidrio. Cuando se rompe, el vidrio se fracciona en partes muy pequeñas que no se dispersan en el aire, de tal forma, que el conductor esté seguro, pero la visibilidad a través del vidrio es muy pobre. Para asegurar buena visibilidad al conductor, se emplea vidrio especial para parabrisas.

○ Vidrio Laminado

Una película muy delgada de resina sintética es insertada entre dos láminas de vidrio. Cuando se rompe, las piezas de vidrio no se dispersan. La fibra de vidrio es hecha literalmente de tela de vidrio y también es usada para proteger placas anódicas con separadores entre sí. Para lentes de farolas, se usa vidrio duro resistente al calor.

(4) Resinas sintéticas

Las resinas sintéticas pueden ser clasificadas en resinas termoplásticas y termoestables. Son ligeras y maleables, pero son susceptibles a los rayos del sol e inferiores a los metales en propiedades mecánicas. "Termoplasticidad", es la característica de las resinas que las hace blandas cuando se calientan y duras cuando se enfrían.

○ Resinas termoestables

Entre las resinas termoestables están las resinas fenólicas (baquelita) y las resinas melamínicas. Estas resinas pueden ser solidificadas por el calor pero no pueden ser fundidas de nuevo. Son superiores en dureza y aislamiento eléctrico, por lo que son buenos materiales para partes de los distribuidores.

○ Resinas termoplásticas

Las resinas termoplásticas incluyen cloruro de polivinilo. Son blandas cuando se calientan y se endurecen cuando se enfrían, y son usadas como materiales para tanques de combustible, cajas de baterías, aspas de ventiladores y láminas plásticas.

(5) Materiales de recubrimiento

Los materiales de recubrimientos son usados para formar películas delgadas sobre bastidores de las motocicletas para protegerlos de la humedad y de la herrumbre. El recubrimiento puede ser clasificado en recubrimiento interno, (primera mano), cubrimiento secundario y cubrimiento de acabado. Además, se usa un recubrimiento como aislante de ruidos.

○ Recubrimiento interno (primera mano)

El propósito del recubrimiento interno es proteger el metal de la corrosión. Los anticorrosivos y las masillas son usados como recubrimiento interno.

○ Recubrimiento secundario

El recubrimiento secundario ayuda a que las superficies cubiertas se mantengan brillantes. Se usan principalmente "allanantes".

○ Recubrimiento de acabado

El recubrimiento de acabado da durabilidad y un terminado muy bonito. En general, se usan pinturas de resinas melamínicas y lacas.

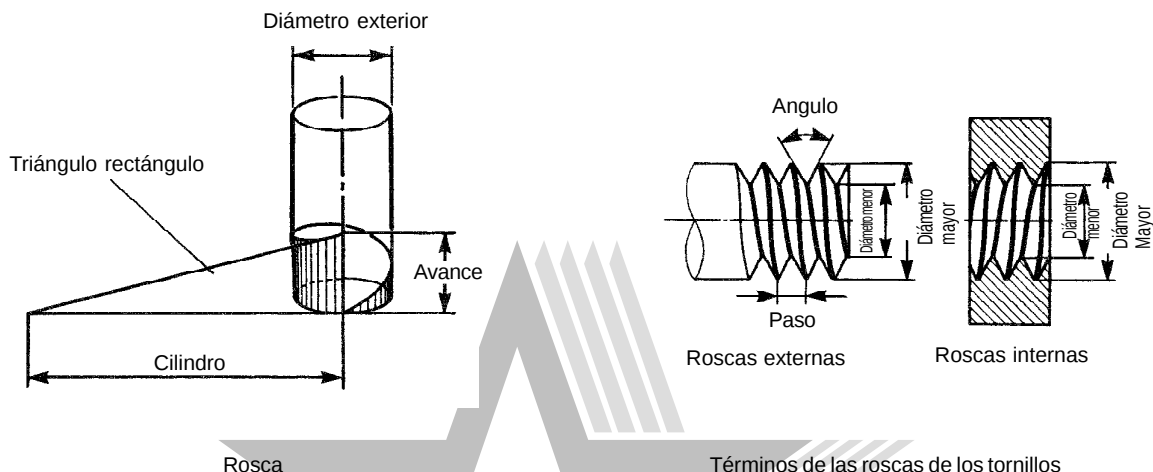
○ Recubrimiento aislante del ruido

También es llamado "capa interna". Este recubrimiento se usa como aislante del ruido y del calor en el interior de baúles, capotas, guardafangos y capós de los automóviles.

[4] Elementos de máquinas

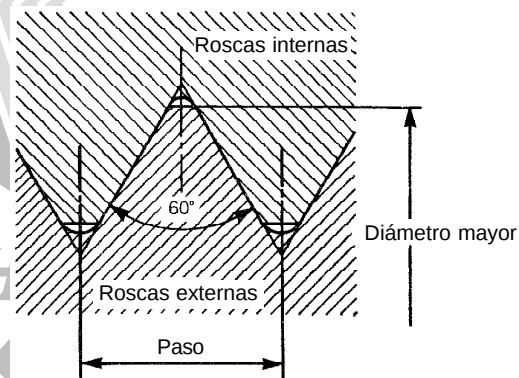
1. Roscas

Cuando una hoja de papel con forma o en forma de triángulo rectángulo se enrolla alrededor de un cilindro, su base forma una línea en espiral. Cuando un surco se corta alrededor del cilindro, a lo largo de esta línea en espiral, se forman las roscas. Cuando el cilindro ha girado una vuelta completa con la punta de un lapicero situado en su ranura en forma fija, el cilindro se mueve una cierta distancia. Esta distancia se llama "avance" y la distancia entre dos filetes se llama "paso".

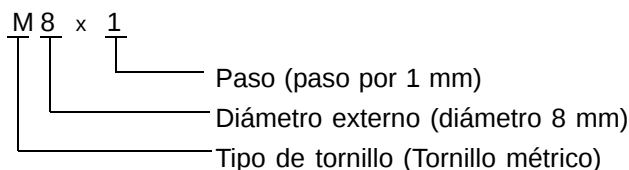


Hay dos tipos de roscas para los tornillos, de derecha e izquierda. Cuando un tornillo que gira hacia la derecha se mueve hacia adentro de un agujero, tiene rosca derecha, y cuando girándolo hacia la izquierda se mueve hacia adentro del agujero tiene rosca izquierda.

Normalmente, los tornillos se fabrican con rosca derecha. En general, se adopta el sistema métrico internacional de roscas. La figura a la derecha, muestra la rosca estándar con un ángulo incluido de 60°. Los tornillos del mismo diámetro pueden ser clasificados por el paso. Esto es, que hay una rosca de paso fino, y una rosca de paso grueso. Para indicar el diámetro y el tipo de un tornillo, se usan designaciones nominales.

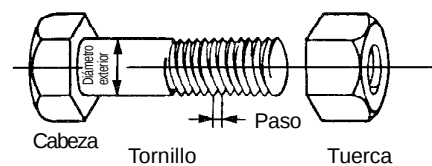


Formas estándares de las crestas de los tornillos metálicos



(1) Tornillos y tuercas

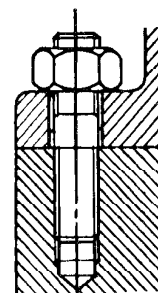
Los tornillos tienen roscas externas y las tuercas tienen roscas internas, normalmente, son usados en combinación para unir entre sí, dos partes que ajustan y hacerlas removibles.



Tuerca y tornillo

○ Espárragos

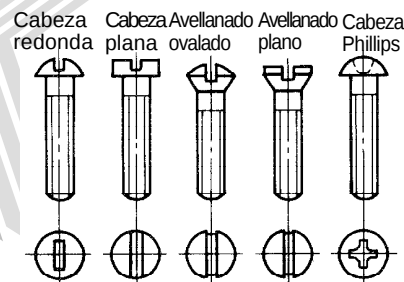
Los espárragos son roscados en ambos extremos y son sin cabeza. Por ejemplo, el espárrago es usado como un tornillo de culata para asegurar la culata al cilindro.



Espárrago

○ Tornillos de máquina

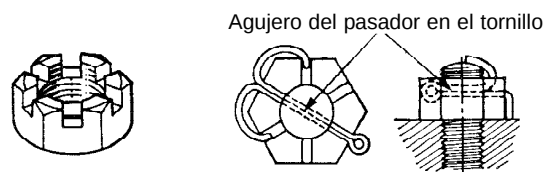
Los tornillos de máquina tienen un diámetro de 8 mm o menos y son clasificados por la forma de la cabeza.



Tornillos de máquina

○ Tuercas ranuradas

A las tuercas se les hacen ranuras planas para que una chaveta pueda ser insertada a través de un agujero en el tornillo y sostenerlo para que no se suelte.

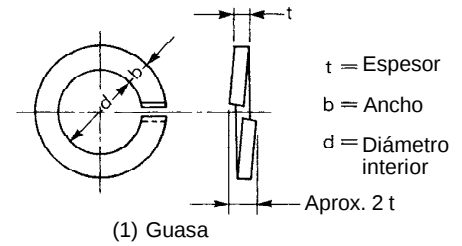


Tuercas ranuradas

(2) Chavetas y arandelas

Las chavetas son usadas en tuercas ranuradas para evitar que se suelten.

Las arandelas son clasificadas en guasas, arandelas planas, etc. Son colocadas entre la cabeza del tornillo o la tuerca y la superficie de asiento.

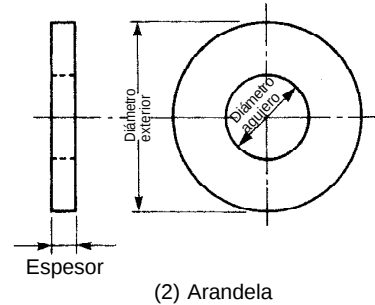


○ Guasas

Son usadas para prevenir que las tuercas y los tornillos se aflojen.

○ Arandelas planas

Son usadas para sujetar materiales blandos, de tal forma, que el ajuste tenga mayor superficie de contacto.



2. Resortes

Los resortes hacen uso de la resiliencia del material y se hacen de metales, aire o caucho. Son usados para amortiguar choques y vibraciones causadas por las carreteras o para restringir el movimiento de piezas.

(1) Resortes en espiral

Los resortes en espiral son hechos enrollando una varilla de metal en la forma de una bobina para que las cargas externas puedan ser amortiguadas con distorsión. También son usados para comprimir o tensionar otras piezas.

(2) Resortes de diafragma

Los diafragmas hacen uso de la resiliencia de los metales y amortiguan cargas externas con flexibilidad.

(3) Barras de torsión

Las barras de torsión tienen forma de varillas metálicas largas. Como los resortes en espiral, amortiguan cargas con distorsión.

(4) Resortes de aire

Los resortes de aire hacen uso de la resiliencia del aire. Un cilindro es llenado con aire comprimido, cuya presión soporta una carga como un resorte blando.

(5) Resortes de caucho

Los resortes de caucho están disponibles en varios tipos y amortiguan cargas externas con compresión o flexibilidad. Normalmente, los resortes de caucho son usados como resortes auxiliares de resortes metálicos.

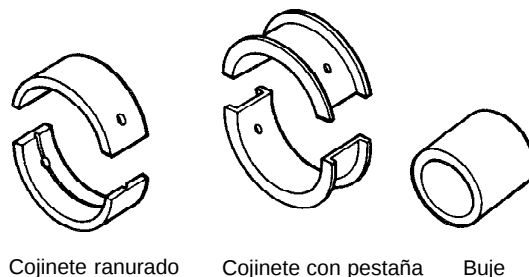
3. Rodamientos

Los rodamientos son usados para soportar ejes, mantenerlos en su lugar, y reducir la resistencia a la fricción. Los rodamientos pueden ser clasificados ampliamente en cojinetes y rodamientos antifricción. También, pueden ser desglosados en rodamientos radiales que sostienen cargas radiales y en rodamientos de empuje que sostienen cargas axiales.

(1) Cojinetes

Los cojinetes pueden sostener una carga muy pesada pero deben tener películas de aceite para reducir la fricción entre las dos partes. A la derecha se muestran varios tipos.

Cojinetes tipo divididos sostienen cargas radiales y por lo tanto, son usados como cojinetes del cigüeñal. Los cojinetes divididos con pestaña son usados como cojinetes de empuje. Los bujes son usados como pasadores para el pistón y ejes de levas.



Cojinete ranurado

Cojinete con pestaña

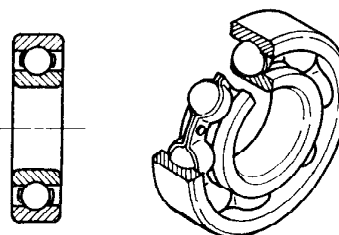
Buje

(2) Rodamientos antifricción

Generalmente, comparados con los cojinetes, los rodamientos antifricción reducen efectivamente la fricción y están disponibles en varios tipos como se muestra.

○ Rodamientos radiales de bolas

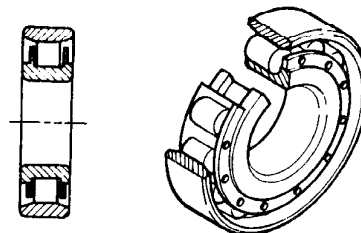
Los rodamientos radiales de bolas literalmente sostienen cargas radiales (en ángulos rectos al eje de los ejes).



Rodamiento radial de bolas

○ Rodamientos radiales de rodillos

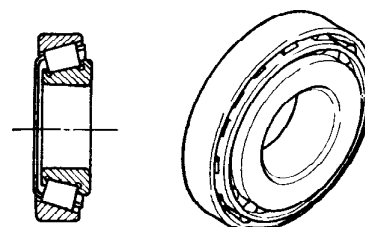
Los rodillos radiales pueden sostener cargas radiales pero no cargas axiales.



Rodamiento radial de rodillos

○ Rodamientos cónicos de rodillos

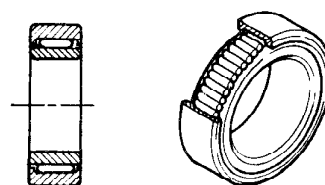
Los rodillos cónicos son buenos para sostener cargas radiales y axiales y por lo tanto, son usados en los sistemas de direcciones.



Rodamiento cónico de rodillos

○ Rodamientos de agujas

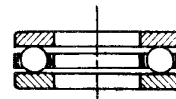
Los rodamientos de agujas pueden sostener cargas radiales pero no cargas axiales. Son usados en juntas universales.



Rodamiento de agujas

○ Rodamientos de bolas de empuje

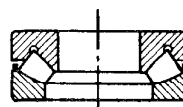
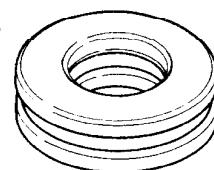
Los rodamientos de empuje pueden sostener cargas axiales pero no cargas radiales.



Rodamiento de bolas de empuje

○ Rodamientos de rodillos de empuje

Los rodamientos de empuje son adecuados para sostener cargas axiales pero no cargas radiales.

Rodamiento de rodillos de empuje
(Autoalineante)

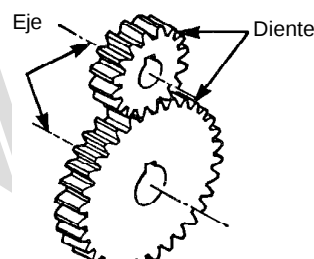
4. Engranajes

Los engranajes son usados para cambiar la velocidad de giro, el torque y la dirección rotacional de los ejes, variando la combinación de los piñones.

Los engranajes están provistos de dientes y su tolerancia es llamada “contragolpe”. En general, cuando dos piñones engranan entre sí, la velocidad de rotación es inversamente proporcional al número de dientes de los piñones.

(1) Piñones rectos

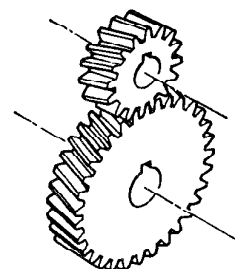
Los piñones rectos son montados en dos ejes paralelos. Tienen sus dientes paralelos al eje del piñón y son usados como piñones de anillo.



Piñón recto

(2) Piñones helicoidales

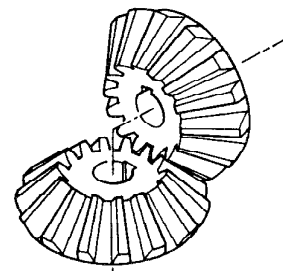
Los piñones helicoidales también son montados en dos ejes paralelos. Con sus dientes oblicuos al eje del piñón, los piñones helicoidales permiten una transmisión suave de la potencia motriz. Son usados en cajas de engranajes.



Piñón helicoidal

(3) Piñones cónicos rectos

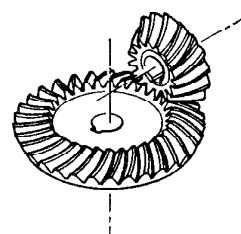
Los piñones cónicos rectos tienen forma cónica con dientes rectos y son usados para conectar dos árboles, cuyos ejes se interceptan, tales como los ejes de las transmisiones.



Piñón cónico recto

(4) Piñones cónicos espirales

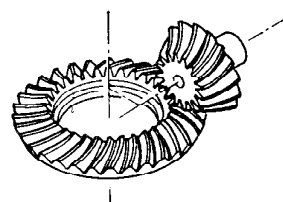
Los piñones cónicos espirales también tienen forma cónica, pero tienen los dientes curvos oblicuos. Proporcionan una rotación silenciosa y son usados como piñones finales.



Piñón cónico espiral

(5) Piñones hipoidales

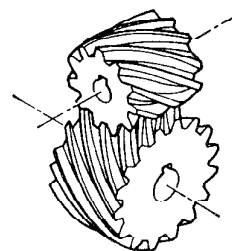
Como los piñones cónicos espirales, los piñones hipoidales tienen dientes curvos oblicuos pero los dos ejes sobre los que están montados no son paralelos y no se interceptan. Transmiten grandes potencias motrices, son más silenciosos que los piñones cónicos espirales y por lo tanto, son usados como piñones finales.



Piñón hipoidal

(6) Piñones oblicuos

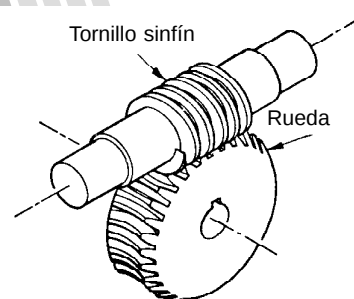
Como los piñones hipoidales, los piñones oblicuos también tienen dientes curvos oblicuos, pero tienen forma cilíndrica y los ejes de los piñones no están en el mismo plano. Son usados como piñones de transmisión para los tacómetros.



Piñón oblicuo

(7) Tornillo sinfín

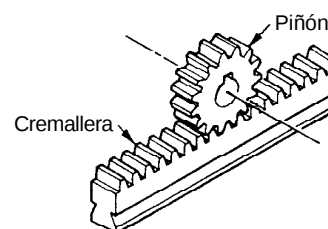
El tornillo sinfín consiste de una rueda y un sinfín. Es usado para conectar ejes no paralelos y que no se interceptan. El sinfín tiene dientes (rosca) cortados en forma aguda en un mango de diámetro pequeño, y la rueda tiene dientes helicoidales. El tornillo sinfín suministra una gran relación de reducción y por consiguiente, son usados en las bombas Autolube y en los sistemas de dirección.



Tornillo sinfín y rueda

5. Cremalleras

Las cremalleras son barras que tienen dientes, por un lado. Pueden ser consideradas como piñones rectos que tienen un círculo de paso, infinito. La rueda que engrana con una cremallera es llamada "piñón".



Piñón y cremallera

[5] Principios y reglas fundamentales

1. Gravedad específica

La gravedad específica o densidad, se usa como una medida para indicar cuando el peso de un material por volumen específico es alto o bajo. La gravedad específica es la relación de la densidad de un cuerpo a la densidad del agua. Se tiene gasolina cuyo volumen es 4 litros y cuyo peso es 3 kg. Comparemos esta gasolina con un volumen igual de agua. 1 litro de agua pesa 1 kg. Así:

$$\text{Gravedad específica} = \frac{\text{Peso del material (kg)}}{\text{Peso de igual volumen de agua}} = \frac{3 \text{ kg}}{4(\text{kg})} = 0.75$$

La densidad de un material está definida como la relación de su masa a su volumen. Así,

Densidad es el peso por unidad de volumen

$$\left[\frac{\text{Peso}}{\text{volumen}} \right]$$

$$\text{Así, la densidad (kg/ℓ)} \quad \frac{\text{Peso objeto (kg)}}{\text{Volumen objeto (ℓ)}} = \frac{3 \text{ kg}}{4 \text{ ℓ}} = 0.75 \text{ kg/ℓ}$$

La gravedad específica no tiene unidades; la densidad usa kg/ℓ. Numéricamente son lo mismo. La densidad de un material está definida como la relación de su masa a su volumen, y está definida por la siguiente fórmula:

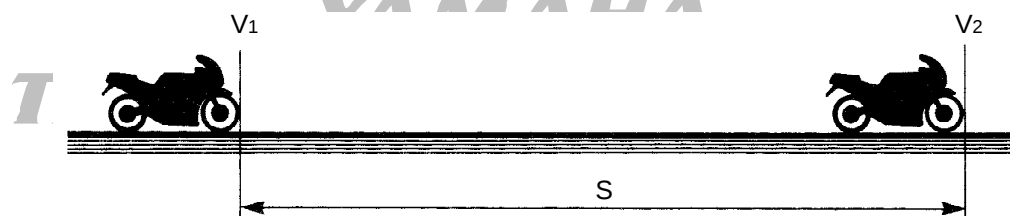
$$\text{Masa (kg)} = \text{Densidad (o gravedad específica)} \times \text{volumen (ℓ)}$$

$$\text{Volumen (ℓ)} = \frac{\text{Masa (kg)}}{\text{Densidad (o gravedad específica)}}$$

2. Velocidad

La velocidad es la relación de la distancia recorrida por un cuerpo que se mueve al tiempo empleado. Está expresada por la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad (V)} = \frac{\text{Distancia recorrida por un cuerpo en movimiento (S)}}{\text{Tiempo empleado (t)}} \quad (\text{km/h o m/s})$$



La aceleración es la relación de cambio de velocidad con respecto al tiempo. Esto es, como se muestra arriba, cuando una motocicleta se mueve en la misma dirección y su velocidad inicial V_1 ha cambiado a V_2 , el cambio de velocidad con respecto al tiempo (t), es la aceleración. Si la aceleración es constante, la aceleración "a" puede ser calculada por la siguiente fórmula:

$$a = \frac{V_2 - V_1}{t}$$

La distancia (S) cubierta por un cuerpo en movimiento es el producto de la velocidad promedio multiplicada por (t). Puede ser expresada por la siguiente fórmula:

$$S = \frac{1}{2} (V_1 + V_2) \quad t = V_1 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{La unidad es (m/s}^2\text{)}$$

3. Trabajo

(1) Trabajo

Trabajo es el movimiento de un objeto en la misma dirección en que se aplica la fuerza. El trabajo está indicado por la siguiente fórmula:

$$\text{Trabajo (kg} \cdot \text{m) [N} \cdot \text{m]} = \text{Fuerza aplicada (kg) [N]} \times \text{Distancia (m)}$$

Si a un objeto se le ha aplicado una fuerza de 1 (kg) [N] y se ha movido 1 (m), el trabajo ha sido de 1 (k·m) [N·m].

Es mostrado como N·m (Newton-metro) en las unidades SI.

(2) Fricción

La fricción es la resistencia al movimiento cuando se intenta deslizar la superficie de un objeto sobre otra superficie, con la cual está en contacto. Si las superficies en contacto tienen las mismas propiedades, la fuerza de fricción es proporcional al peso del objeto que se está deslizando.

$$\mu = \frac{\text{Fuerza de fricción (kg) [N]}}{\text{Peso del objeto (kg)}} \quad \mu \text{ es llamado "coeficiente de fricción".}$$

(3) Energía

La energía es la habilidad o la capacidad para realizar un trabajo. Hay varias clases de energía: energía calórica, energía mecánica, energía eléctrica, energía química, etc. En un motor de combustión interna, la energía calórica producida por la combustión del combustible es convertida en energía mecánica. La energía mecánica puede ser posteriormente clasificada en energía cinética y energía potencial; y están íntimamente relacionadas.

El agua de una represa que está situada en un lugar elevado tiene energía potencial. Cuando el agua cae, su energía potencial cambia a energía cinética. De este modo, el agua gira una turbina hidráulica y genera potencia eléctrica. La suma total de la energía potencial siempre es igual a la de la energía cinética.

(1) Regla de la conservación de la energía

La energía cambia su forma o se transfiere entre objetos, pero la cantidad total de energía no cambia. Esto se llama "regla de la conservación de la energía".

4. Torque

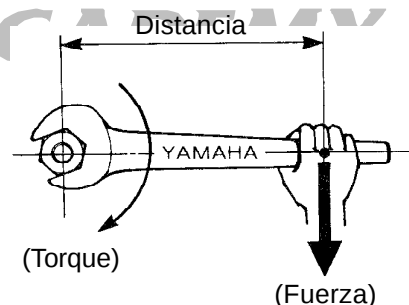
1. Torque

Como se muestra, cuando una tuerca es apretada o aflojada por una llave, hay un esfuerzo de giro, esto es, se ejerce un torque sobre la tuerca. El torque aplicado a la tuerca puede ser expresado por la siguiente fórmula:

$$\text{Torque (kg} \cdot \text{m) [N} \cdot \text{m]} = \text{Fuerza (kg) [N]} \times \text{Distancia (m)}$$

El torque se indica en kgm o kgcm.

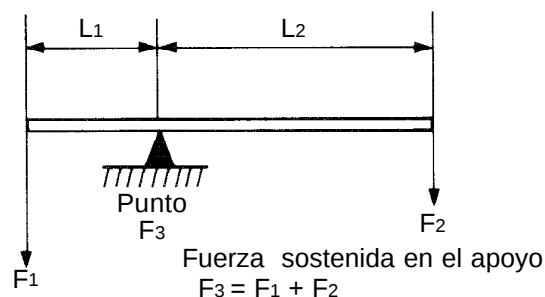
Se muestra como N·m [Newton-metro] en las unidades SI.



2. Balanceo de palanca

Como se muestra, si dos puntos diferentes de fuerzas, F_1 y F_2 , son aplicadas a ambos extremos de una palanca soportada en un punto y la palanca está balanceada, el torque en ambos lados de la palanca en referencia serán iguales en el punto de apoyo. Así, se puede establecer la siguiente relación:

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2 \quad \text{o} \quad \frac{F_2}{F_1} = \frac{L_1}{L_2}$$



5. Presión

(1) Presión

La presión es usada para indicar la fuerza por unidad de área actuando sobre una superficie.

La presión se calcula dividiendo la fuerza (kg) [N] ejercida sobre el área de una superficie (cm²), y se indica en (kg/cm²). Y es mostrada como Pa (Pascal) en las unidades SI.

$$\text{Presión (kg/cm}^2\text{) [Pa]} = \frac{\text{Fuerza (kg) [N]}}{\text{Área (cm}^2\text{)}}$$

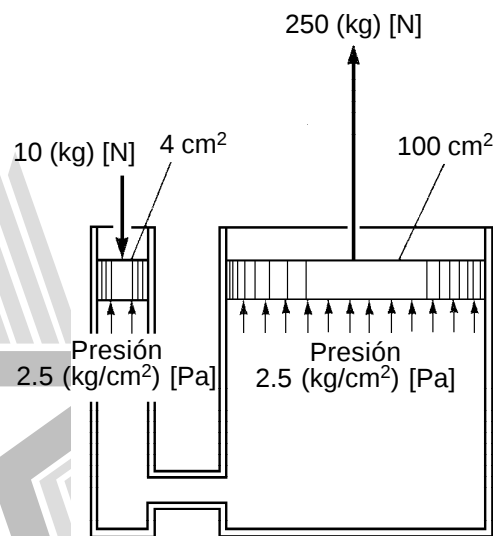
(2) Fluidos

Como el aire y el agua, los gases y los líquidos tienen fluidez y por lo tanto, se les llama “fluidos”. Un fluido en un recipiente empuja sus paredes internas y al mismo tiempo, es resistido por las paredes. La presión siempre está dirigida en ángulo recto a las paredes.

○ Principio de Pascal

“Si se aplica una presión en cualquier punto a un fluido que está completamente encerrado, la presión se incrementa en una cantidad igual en todos los otros puntos”.

Como se muestra, un cilindro de diámetro pequeño (4cm), está conectado por un tubo a un cilindro de diámetro grande 10 (cm) y cada cilindro se ha llenado con agua y se ha ajustado con un pistón. Si se aplica una fuerza de 10 kg [N] al pistón del cilindro pequeño, la presión ejercida sobre el pistón del cilindro grande será de 250 (kg) [N] de acuerdo con el principio de Pascal. Esto es, la presión adicionada al pistón pequeño “ $\frac{10 \text{ (kg) [N]}}{4 \text{ cm}^2} = 2.5 \text{ (kg/cm}^2\text{) [Pa]}$ ”, y la presión total contra el pistón grande es “ $2.5 \text{ (kg/cm}^2\text{) [Pa]} \times 100 \text{ cm}^2 = 250 \text{ (kg) [N]}$ ”. De esto, podemos concluir que fuerzas relativamente pequeñas pueden ser cambiadas en fuerzas grandes.

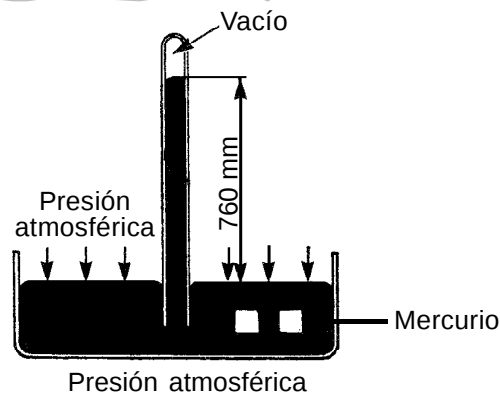


(3) Presión atmosférica

La presión atmosférica estándar es igual a la presión bajo la cual, una columna de mercurio muestra 760 mm a nivel del mar como se muestra a la derecha. Esto es igual a la presión de aproximadamente un 1 kg por cm², que se llama 1 atmósfera (atm).

Cuando la presión es menor que la presión atmosférica, la diferencia se llama “presión negativa”. La presión negativa se indica en mm Hg (e.g.- 300 mmHg). El “Hg” representa una columna de mercurio.

Esta es mostrada como 10² Pa (hecto pascal) en las unidades SI.



6. Caballo de fuerza (Potencia)

Cuando la unidad de fuerza es el kg y de la velocidad es el m/s, caballos de fuerza (PS) = Fuerza (kg) x velocidad (m/s). Esto es, el caballo de fuerza es usado para indicar trabajo por minuto.

Un caballo de fuerza está especificado como 75 kgm/s. Para indicar caballo de fuerza se usa, PS en el sistema métrico y HP en el sistema Inglés. 1HP es igual a 1.0143 PS. Japón utilizó el HP con anterioridad, luego cambió a PS, cuando las mediciones fueron estandarizadas por el sistema métrico. La unidad SI usada es el kW (kilovatio).

7. Calor

(1) Calor

El calor es energía en tránsito. La unidad de energía calórica es la caloría. El calor requerido para elevar la temperatura de un 1 kg de agua en 1 °C, es igual a 1 kcal. La cantidad de calor requerido para elevar en un grado de temperatura, la masa de un material, se llama “ calor específico”.

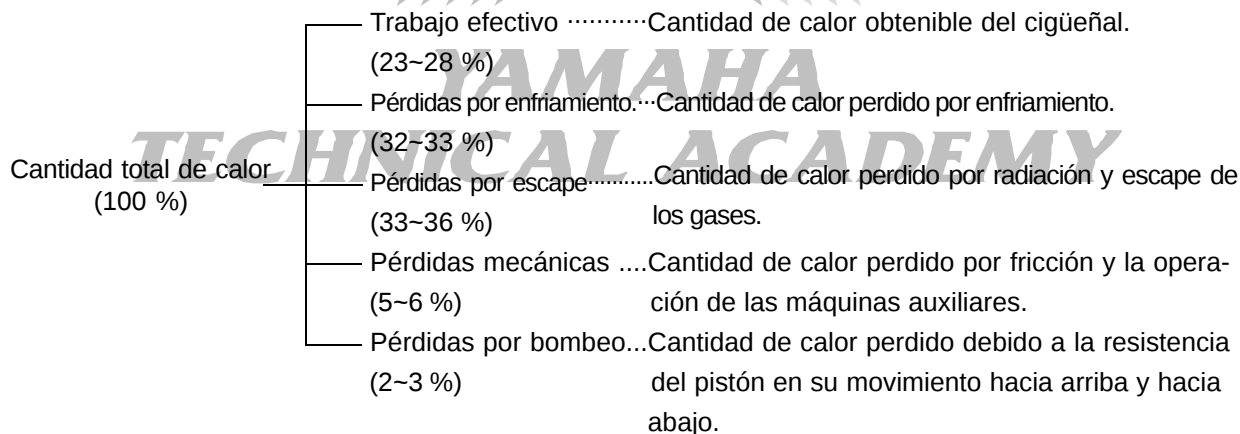
El calor específico del agua es 1 kcal/kg°C. Esta es mayor que la de otras sustancias. El calor específico del aluminio es alrededor de una tercera parte el del agua, y el del hierro es cerca de un décimo de el del agua. Cuando dos sustancias diferentes tienen la misma masa, la sustancia con el más bajo calor específico hervirá más rápidamente. La unidad SI usada es el J (joule).

(2) Temperatura

La temperatura es una medida para indicar el grado de calor y de frío. Generalmente, en Japón se usa la escala de temperatura Celcius (C). La temperatura a la que el hielo y el agua se pueden mantener bajo 1 atm, es 0 °C y la temperatura del vapor del agua en ebullición bajo 1 atm, es de 100 °C.

(3) Balance térmico

Por ejemplo, cuando se ha producido energía calórica por combustión dentro de un cilindro, alguna parte de la energía puede hacer trabajo efectivo y el resto simplemente desaparecerá. El balance térmico muestra como ha sido usada y desperdiciada la energía. La distribución del calor es llamada el balance térmico del motor.



[6] Unidades

1. Unidades M.K.S.

Entre las unidades del sistema métrico usadas actualmente, las unidades que incluyen las tres cantidades más básicas como la longitud medida en metros (m), la masa medida en kilogramos (kg), y el tiempo medido en segundos (seg), son llamadas unidades M.K.S.

Recientemente y para proporcionar la estandarización internacional de las unidades, las unidades SI han comenzado a ser utilizadas en cada país, incluyendo Japón. Este sistema de unidades está basado en el sistema métrico y su diferencia con las unidades M.K.S. no es muy grande y los términos usados son casi los mismos. El número de países que están introduciendo las unidades SI está actualmente incrementándose, y en el futuro, en países como Norte América, el sistema de pies y libras, que es todavía generalmente usado, eventualmente desaparecerá. [Sistema Internacional de Unidades (SI): ver página 221].

2. Unidades de longitud y unidades derivadas

Unidades métricas

Tipo de cantidad	Unidad	Símbolo	Explicación
Longitud	kilómetro	km	1 km = 1,000 m
	metro	m	
	centímetro	cm	1 cm = 1/100 m
	milímetro	mm	1 mm = 1/1,000 m
	micra	μ	1 μ = 1/1,000 mm = 1/1,000,000 m
Area	kilómetro cuadrado	km ²	1 km ² es el área de un cuadrado con una longitud de un 1 kilómetro en cada lado.
	metro cuadrado	m ²	
	centímetro cuadrado	cm ²	
	área	a	1 a = 100 m ²
Volumen	metro cúbico	m ³	1 m ³ es el volumen de un cubo donde cada lado es de 1 metro de longitud.
	centímetro cúbico	cm ³	1 m ³ = 1,000,000 cm ³
		(c.c.)	"c.c." es la abreviación de centímetro cúbico, usado para el volumen de un cilindro. 1 cm ³ es el volumen de un cubo donde cada lado es 1 cm de largo.
	kilolitro	kℓ	1 k = 1,000 ℓ = 1 m ³
	litro	ℓ	1 ℓ = 1,000 c.c.
	decilitro	dℓ	1 dℓ = 1/10ℓ = 100 c.c.
	mililitro	mℓ	1 mℓ = 1/1,000ℓ = 1 c.c.

3. Unidades de masa

Masa es la sustancia de la cual están hechas las cosas, y ésta no cambia con el lugar. Por ejemplo, Cuando el agua se evapora y se convierte en vapor de agua, la masa del agua evaporada es siempre la misma que la del vapor de agua.

El peso de un objeto es proporcional a su masa, por lo tanto, la masa es generalmente medida por la medición de su peso.

Unidad métrica

Unidad	Símbolo	Explicación
tonelada	t	Peso de 1 kℓ de agua a 4 °C 1 t = 1,000 kilogramos
kilogramo	kg	Peso de 1ℓ de agua a 4 °C 1 kg = 1,000 gramos
gramo	g	Peso de 1 cm ³ de agua a 4 °C

Nota: Aunque el kg es usado como unidad de masa, para evitar confusión con esto, la unidad de peso será formalmente indicada como kgf.

4. Unidades de tiempo

Unidad	Símbolo	Explicación
segundo	s o seg	
minuto	m o min	1 min = 60 s
hora	h o hr	1 hr = 3,600 s

5. Unidades de velocidad

Las unidades de velocidad indican la distancia recorrida en la unidad de tiempo. En otras palabras, cuando un objeto se mueve desde el punto A hasta el punto B durante cierto tiempo, la velocidad del objeto es la distancia recorrida, dividida por el tiempo tomado. La velocidad de un objeto que gira, tal como un motor, es indicada por el número de revoluciones por la unidad de tiempo (usualmente un minuto); esto es llamado velocidad de revolución. La relación a la cual la velocidad se incrementa durante el tiempo, es decir, la relación a la cual incrementa gradualmente su velocidad, es llamada aceleración.

$$\begin{array}{c}
 \text{Punto A} \quad \xrightarrow{\hspace{2cm}} \quad \text{Punto B} \\
 \bigcirc \hspace{1.5cm} \bigcirc \\
 \frac{\text{Distancia recorrida}}{\text{Tiempo tomado}} = \text{Velocidad}
 \end{array}$$

Unidades métricas

Tipo de cantidad	Unidad	Símbolo	Explicación
Velocidad	Metros por segundo	m/s o m/seg	
	Kilómetros por segundo	km/h	
Velocidad de revolución	Revoluciones por minuto	rpm	
Aceleración	Metros por segundo por segundo	m/s ²	

6. Unidades de presión

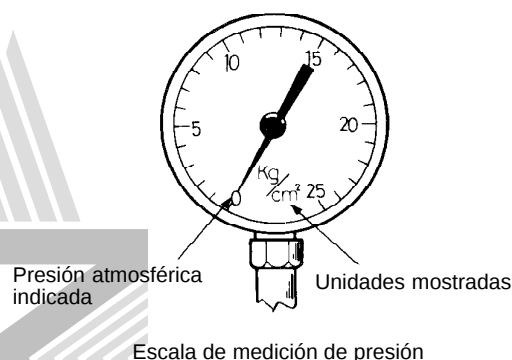
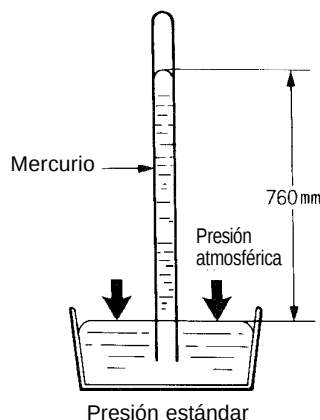
La presión es la fuerza que actúa perpendicularmente contra la unidad de área, con el kg/cm^2 usado generalmente como unidad, 1kg/cm^2 significa que 1 kg de fuerza está actuando sobre una área de 1cm^2 .

Aunque existe el bar como unidad absoluta de presión, el milibar ($1/1,000$ bar) es usado para medir la presión atmosférica.

$1\text{ kg/cm}^2 = 980.655$ milibar $= 0.9807$ bar, o alternativamente, la presión se puede indicar como la altura de una columna de mercurio. Por ejemplo, 1 atmósfera (atm) en física es 1.033 kg/cm^2 cuando se expresa en unidades de kg/cm^2 , pero también es equivalente al peso de una columna de mercurio a 0°C con una base de 1cm^2 de área y una altura de 760 mm, así, 1 atm puede ser expresada como 760 mmHg. La presión atmosférica equivalente a estos 760 mm de altura, de una columna de mercurio, es llamada presión atmosférica estándar.

Presión atmosférica estándar (0°C , 1 atm)
 $= 760\text{ mmHg}$
 $= 1013.25$ milibar $= 1.013$ bar
 $= 1.033\text{ kg/cm}^2$

Sin embargo, en la industria 1 kg/cm^2 es llamado 1 atmósfera. En un medidor de presión, la presión atmosférica es 0 y los valores por encima se indican en una escala en unidades de kg/cm^2 . La presión medida en un medidor de presión es llamada presión medida.

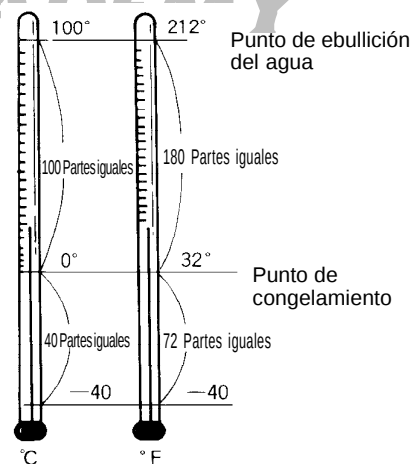


7. Unidades de calor

El calor es una forma de energía y si hay mucho calor, la temperatura es alta. Si hay poco calor, la temperatura es baja. Lo que indica si el calor es mucho o poco, es la cantidad de calor. El sistema métrico usa el Celsius, indicado como $^\circ\text{C}$ (grados C). En U.S.A. se usa el Fahrenheit indicado como $^\circ\text{F}$ (grados F). Estos dos sistemas se basan en la división de una escala en partes iguales de 1 grado entre dos puntos que representan el punto de ebullición y el punto de congelamiento del agua pura y a una presión atmosférica estándar. Por consiguiente, la relación entre los dos sistemas de medición es como sigue:

$$^\circ\text{F} = \frac{9}{5} ^\circ\text{C} + 32$$

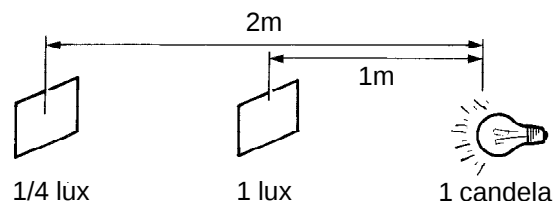
$$^\circ\text{C} = \frac{5}{9} (^\circ\text{F} - 32)$$



Comparación de Celsius ($^\circ\text{C}$) y Fahrenheit ($^\circ\text{F}$)

8. Unidades de intensidad de luminosidad

La potencia de la luz emitida por un objeto luminoso, tal como una bombilla eléctrica, es llamada intensidad luminosa de la fuente de luz. La unidad de intensidad de luminosidad es la candela (cd).



9. Unidades de intensidad de iluminación

El brillo de una superficie iluminada por una luz debe ser claramente distinguida de la intensidad de la luminosidad. La unidad de la intensidad de la iluminación es llamada lux (lx). Un lux es el brillo de una superficie perpendicular a la dirección de la luz de una fuente luminosa de 1 cd separada por un metro.

La intensidad de la iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente de luz.

$$L = \frac{P}{S^2}$$

(L: lux
P: candela
S: metros

10. Unidades de trabajo

Cuando una fuerza actúa sobre un objeto y lo mueve en la dirección de la fuerza, se dice que la fuerza ha realizado un trabajo. La cantidad de trabajo realizado depende de multiplicar el tamaño de la fuerza por la distancia que el objeto es movido en la dirección de la fuerza, de este modo, trabajo = fuerza × distancia.

Si la fuerza es en kilogramos y la distancia en metros, la unidad de trabajo es kg m.

Cuando el trabajo es realizado dentro de cierto tiempo, es llamado potencia, comúnmente llamada caballos de potencia e indicada como PS. Cuando la corriente fluye para realizar un trabajo, la potencia es llamada potencia eléctrica, y la unidad utilizada es el vatio (W).

11. Unidades de electricidad

Unidades de electricidad

Unidad	Símbolo	Explicación
Amperio	A	Indica la fuerza de la corriente.
Voltio	V	Voltaje. A mayor voltaje, la corriente fluye más fácilmente.
Ohmio	Ω	Resistencia (R) La resistencia de 1 ohmio pasa una corriente de 1 amperio en respuesta al voltaje de 1 voltio aplicado a ambos terminales de un conductor. Resistencia (R) = $\frac{\text{Voltaje (V)}}{\text{Corriente (A)}}$
Faradio	F	Capacitancia Un faradio es la cantidad de electricidad requerida por un voltaje para producir una carga eléctrica de 1 culombio.
Microfaradio	μF	1/1,000,000 de un faradio
Vatio	W	Potencia eléctrica (P) Un vatio es la potencia eléctrica disipada cuando el voltaje de un voltio produce una corriente de 1 amperio. Potencia eléctrica (P) = voltaje (V) × corriente (A)
Vatio hora	Wh	Cantidad de energía eléctrica

12. Unidades de sonido

(1) Decibeles (intensidad del sonido)

Aunque el sonido es transmitido al oído de una persona por ondas de sonido (ciclos), la sensación comunicada por el oído no está en proporción con la intensidad del sonido. En unidades de intensidad de sonido, un sonido de 10-16 vatios/cm² es fijado como cero decibeles (0 dB) y este valor es usado como un valor estándar.

(2) Phone (intensidad)

La intensidad (cantidad de sonido) de un sonido percibido por el oído, depende de la frecuencia. Por ejemplo, un ruido de 1000 ciclos, 40 dB y un ruido de 100 ciclos, 62 dB, son percibidos por el oído como si tuvieran casi la misma intensidad. Para indicar la intensidad del ruido con diferentes sonidos mezclados entre sí, la intensidad del sonido es expresada como el nivel de decibeles (potencia del sonido) de un sonido de 1.000 ciclos (sonido estándar), el cual es escuchado con la misma intensidad que la del ruido. Esta unidad es llamada Phone. En otras palabras, la intensidad del ruido que es escuchado como si fuera la misma intensidad de un sonido de 1.000 ciclos y 50 decibeles es igual a 50 Phone.

13. Otras unidades

Otras unidades

Tipo cantidad	Unidad	Símbolo	Explicación
Angulo	grado	°	Angulo central de un segmento igual a la circunferencia dividida en 360 partes iguales.
	minuto	'	
	segundo	"	
Cantidad de calor	caloría	cal	1 Una caloría es la cantidad de calor requerida para aumentar la temperatura en 1 °C a un gramo de agua pura (15 °C)
	kilocaloría	kcal	1,000 x 1 cal

Referencia

1. Velocidad del sonido

La velocidad del sonido es de 331 m/sec a 0 °C y aumenta 0.6 m/sec con cada 1 °C de aumento en la temperatura.

Ejemplo: A 15 °C, $331 + (0.6 \times 15) = 340 \text{ m/s} = 1,224 \text{ km/H} = \text{Mach } 1$

* La velocidad del sonido es cerca de 5 veces más rápida a través del agua y cerca de 15 veces más rápida a través del metal.

2. Velocidad de la luz = velocidad de la electricidad.

300,000 km/seg (7 1/2 veces alrededor del ecuador en 1 segundo).

[7] Tabla de conversión

1. Tabla de conversión de longitudes

Milímetro (mm)	Centímetro (cm)	Metro (m)	Kilómetro (km)	Pulgada (in)	Pie (ft)	Yarda (yd)	Milla (mile)
• 1	0.1	• 0.001	0.0001	0.03937	0.0032808	0.0010936	• 0.6214
• 10	1	• 0.01	0.0001	• 0.3937	• 0.032808	• 0.010936	• 0.6214
• 1,000	• 100	• 1	0.001	• 39.37	• 3.28083	• 1.0936	• 0.6214
...	• 100,000	• 1,000	1	• 39,370	• 3,280.83	• 1,093.61	• 0.62137
• 25.40	2.540	• 0.0254	0.4254	• 1	• 0.0833	• 0.02778	• 0.41578
• 304.8	30.48	• 0.3048	0.33048	• 12	1	• 0.333	• 0.31894
• 914.4	91.44	• 0.9144	0.39144	• 36	3	1	• 0.35682
• 1,609,347.0	160,934.70	• 1,609.35	1.60935	• 63,360	• 6,280	• 1,760	• 1

* 0.4254 → 0.000254

2. Tabla de conversión de área

Milímetro cuadrado (mm²)	Centímetro cuadrado (cm²)	Metro cuadrado (m²)	Area	Hectárea	Kilómetro cuadrado (km²)	Pulgada cuadrada (in²)	Pie cuadrado (ft²)	Yarda cuadrada (yd²)	acre	Milla cuadrada (mile²)
• 1	0.01	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.00155	0.0000774	0.000009	0.00000025	0.0000000004
• 100	1	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.154999	0.0010764	0.0000119599	0.00000025	0.0000000004
• 1(6)	10,000	• 1	0.1	0.0001	0.0001	1,549.99	10.7639	1.19599	0.00025	0.0000000004
• 1(8)	• 64	100	1	0.01	0.0001	154.999	1,076.39	119.6	0.02471	0.0000000004
• 1(10)	• 100	• 1,000	• 100	• 1	0.01	• 1,549.99	• 10,763.9	• 1,195.99	• 2.471	• 0.0003861
• 1(12)	• 144	• 1,440	• 1,440	• 14.4	1	...	10,763.867	1,195.985	247.1	0.3861
645.2	6.452	0.006452	0.006452	0.00006452	0.0000006452	1	0.006944	0.00007716	0.00000094	0.0000000004
• 92,900	929	0.009290	0.009290	0.00009290	0.0000009290	144	• 1	0.011111	0.000025	0.0000000004
• 836,100	• 8361	0.8361	0.8361	0.008361	0.00008361	• 1,296	• 9	1	0.002066	0.0000000004
• 40,687(4)	• 40,687,000	• 40,687	40.47	0.4047	0.0004047	6,272.640	43,560	• 4,840	1	0.001563
2,589,999(6)	• 2,589,999(4)	• 2,589,999	25,899.99	• 259.0	2.590	...	• 17,878,400	• 1,997,600	• 640	1

* 1 (6) → 1,000,000

3. Tabla de conversión de volumen

Centímetro cúbico (cm³)	Metro cúbico (m³)	Litro (ℓ)	Kilolitro (kℓ)	Pulgada cúbica (in³)	Pie cúbico (ft³)	Yarda cúbica (yd³)	Galón (líquido)
• 1	0.001	0.001	0.001	0.06102	• 0.00001774	• 0.000000027	• 0.00000000026
• 1,000,000	• 1	1,000	1	61,020	• 35.31	• 1.308	• 264.2
• 1,000	0.001	1	0.001	61.02	• 0.03531	• 0.001308	• 0.2642
• 1,000,000	• 1	1,000	1	61,020	• 35.31	• 1.308	• 264.2
16.39	• 0.01639	0.01639	0.00001639	1	• 0.00005787	• 0.0000002143	• 0.0000004329
• 28,320	• 0.02832	28.32	0.02832	1,728	1	• 0.03704	• 7.48055
• 764,500	• 0.7645	764.5	0.7645	• 46,660	27	1	• 201.974
• 3,785	• 0.003785	• 3.785	0.003785	231	• 0.1337	• 0.004951	• 1

* 0.000001 → 0.000001

* 1: 1 barril (bbl) = 159 litro = 42 US galones = 35 Galones imperiales

4. Tabla de conversión de peso

Kilogramo (kg)	Tonelada métrica (Ton métrica)	Libra (lb)	Tonelada Británica (Tonelada larga)	Tonelada U.S.A. (Tonelada corta)	Onza (oz)	Granos (gr)
• 1	• 0.001	• 2.20462	• 0.000984	• 0.0011023	• 35.27	• 15.432
• 1,000	1	• 2,204.62	• 0.98421	• 1.10231	• 35,270	• 1.5432 × 10 ⁷
• 0.45359	• 0.0004536	• 1	• 0.000446	• 0.00051	• 16	• 7,000
• 1,016.047	• 1.01605	• 2,240	• 1	• 1.12	• 35,840	• 1.568 × 10 ⁷
• 907.1852	• 0.90719	• 2,000	• 0.89286	• 1	• 32,000	• 1.4 × 10 ⁷
• 3.75	• 0.00375	• 8.2673	• 0.00369	• 0.004134	• 132.2625	• 67,870
• 0.02835	• 0.02835	• 0.0625	• 0.0279	• 0.043125	• 1	• 437.5
• 0.04648	• 0.04648	• 0.031428	• 0.076377	• 0.077142	• 0.002285	• 1

5. Tabla de conversión para presión

Bar (bar)	Kilogramo por centímetro cuadrado (kgf/cm ²)	Libra por pulgada cuadrada (lbf/in ²)(pai)	UK ton por pie cuadrado (ton/(UK)/ft ²)	Presión atmosférica estándar (atm)	Metros de mercurio		Pulgadas de agua		Pascal (kpa)
					Metro (mhg)	Pulgada (inhg)	Metro (maq)	Pie (ftaq)	
1	• 1.0197	• 14.50	• 0.9324	• 0.9869	• 0.7501	• 29.53	• 10.197	• 33.46	• 100
• 0.9807	1	• 14.22	• 0.9144	• 0.9678	• 0.7356	• 28.96	• 10.000	• 32.81	• 98.07
• 0.06895	• 0.07031	1	• 0.06429	• 0.06805	• 0.05171	• 2.036	• 0.7031	• 2.307	• 6.895
• 1.0725	• 1.0937	• 15.56	1	• 1.0585	• 0.8045	• 31.67	• 10.94	• 35.88	• 107.25
• 1.0133	• 1.0332	• 14.70	• 0.9447	1	• 0.760	• 29.92	• 10.33	• 33.90	• 101.33
• 1.3332	• 1.3595	• 19.34	• 1.2431	• 1.3158	1	• 39.37	• 13.60	• 44.60	• 133.32
• 0.03386	• 0.03453	• 0.4912	• 0.03157	• 0.03342	• 0.02540	1	• 0.3453	• 1.133	• 3.386
• 0.09807	• 0.10000	• 1.422	• 0.09143	• 0.09678	• 0.07355	• 2.896	1	• 3.281	• 9.807
• 0.02989	• 0.03048	• 0.4335	• 0.02787	• 0.02950	• 0.02242	• 0.8827	• 0.3048	1	• 2.989
• 0.01	• 0.010197	• 0.1450	• 0.009324	• 0.009869	• 0.007501	• 0.2953	• 0.10197	• 0.3346	• 1

6. Tabla de conversión para velocidad y velocidad angular

Metro por segundo (m/s)	Kilómetro por segundo (km/h)	Nudo (métrico) (kt)	Pie por segundo (ft/s)	Milla por hora (mile/h)	Nudo(British) (kt)	Grado por segundo (°/s)	Revolución por minuto (rpm)	Radían por segundo (rad/s)
1	• 3.6	• 1.944	• 3.281	• 2.237	• 1.943	• 1	• 0.1667	• 0.01745
• 0.2778	1	• 0.5400	• 0.9113	• 0.6214	• 0.5396			
• 0.5144	• 1.852	1	• 1.688	• 1.151	• 0.9994	• 6	1	• 0.1047
• 0.3048	• 1.097	• 0.5925	1	• 0.6818	• 0.5921			
• 0.4470	• 1.609	• 0.8690	• 1.467	1	• 0.8684	• 57.30	• 9.549	1
• 0.5148	• 1.853	• 1.0006	• 1.689	• 1.1515	• 1			

1 nudo métrico = 1,852 m/h, 1 Nudo British = 6,080 ft/h = 1853.2 m/h, 1 rad = 57.296

7. Tabla de conversión para trabajo, energía y calor

Joule (J)	Kilogramo metro (kg•m)	Pie libra (ft•lb)	Kilovatios hora (kwh)	Caballos potencia hora (Sistema métrico)	Caballos potencia hora (British)	Kilocaloría (kcal)	Unidad Térmica Británica (BTU)
1	• 0.10197	• 0.7376	• 0.0278×10^{-06}	• 0.0378×10^{-06}	• 0.0373×10^{-06}	• 0.0239×10^{-13}	• 0.0948×10^{-13}
• 9.807	1	• 7.233	• 0.0272×10^{-05}	• 0.0370×10^{-05}	• 0.0365×10^{-05}	0.00234	0.00929
• 1.355	• 0.1383	1	• 0.0376×10^{-06}	• 0.0512×10^{-06}	• 0.0505×10^{-06}	• 0.0324×10^{-13}	0.00128
• 3.6×10^6	• 3.671×10^5	• 2.655×10^6	1	• 1.360	• 1.341	• 859.9	• 8.412
• 2.648×10^6	• 2.700×10^5	• 1.953×10^6	• 0.7355	1	• 0.9859	• 632.5	• 2.510
• 2.686×10^6	• 2.739×10^5	• 1.981×10^6	• 0.7458	• 1.0143	1	• 641.6	• 2.546
4,186	• 426.9	• 6,087	• 0.00116	• 0.00158	• 0.00156	1	3.968
4,055	• 107.6	778	• 0.0293×10^{-03}	• 0.0398×10^{-03}	• 0.0392×10^{-03}	• 0.252	1

8. Tabla de conversión para potencia

Caballo potencia métrico (PS)	Caballo potencia japonés (HP)	Kilovatio (kw)	Kilogramo metro por segundo (kg•m/sec)	Pie libra por segundo (ft.lb/sec)	Kilocaloría por segundo (kcal/sec)	Unidad térmica Británica por segundo (BTU/sec)
1	• 0.9859	• 0.7356	• 75.05	• 542.8	• 0.1757	• 0.6972
• 1.0143	1	• 0.7460	• 76.12	• 550.4	• 0.1782	• 0.7071
• 1.3596	• 1.3405	1	• 101.97	• 737.6	• 0.2389	• 0.9479
• 0.01332	• 0.01315	• 0.0098	• 1	• 7.233	• 0.00234	• 0.00929
• 0.001843	• 0.001817	• 0.001356	• 0.1383	1	• 0.03324	• 0.00128
• 5.692	• 5.612	• 4.186	• 426.9	• 3,087	1	• 3.968
• 1.434	• 1.414	• 1.055	• 107.6	• 7,780	• 0.252	• 1

Nota: 1 kw = 1,000 j/sec La medida de los caballos de potencia Británicos, Americanos y Japoneses son las mismas.

9. Tabla de conversión de densidad

Gramo por centímetro cúbico (g/cm ³)	Kilogramo por metro cúbico (kg/m ³)	Libra por pulgada cúbica (lb/ft ³)	Libra por pie cúbico (lb/ft ³)	Libra por yarda cúbica (lb/yd ³)	Libra por galón (U.S.A.) (lb/gal)(U.S.A)
1	• 1,000	• 0.03613	• 62.4283	• 1,685.56	• 8.34545
• 0.001	• 1	• 0.(4)3613	• 0.06243	• 1.68556	• 0.(2)8345
• 27.6797	27,679.7	1	1,728	46,656	231
• 0.01602	16.0184	• 0.(3)5787	1	27	• 0.13368
• 0.(3)5933	0.59327	• 0.(4)2143	• 0.03704	1	• 0.(2)4951
• 0.11983	119.826	• 0.(2)4329	• 7.48052	• 201.974	• 1

10. Tabla de conversión de viscosidad

Poise (poise) (g/cm·sec)	Centi poise (Centi poise) (Cp)	Kilogramo por metro segundo (kg/m·sec)	Kilogramo por metro hora (kg/m·h)	Libra pie por segundo (lb/ft·sec)	Libra pie por hora (lb/ft·h)
1	• 100	• 0.1	• 360	• 0.06720	• 241.9
• 0.01	• 1	• 0.001	• 3.6	• 6.720×10^{-4}	• 2.419
10	• 1,000	1	• 3,600	• 0.6720	2,419
• 0.022778	0.2778	• 2.778×10^{-4}	• 1	• 1.867×10^{-4}	• 0.6720
• 14.88	• 1,488	• 1.488	• 5,357	1	3,600
• 0.004134	0.4134	• 4.134×10^{-4}	• 1.488	• 2.778×10^{-4}	• 1

11. Tabla de conversión de flujo de volumen

Litro por minuto (ℓ/min)	Litro por segundo (ℓ/sec)	Metro cúbico por hora (m ³ /h)	Metro cúbico por minuto (m ³ /min)	Galón por minuto (British) (gal/min)	Galón por minuto (U.S.A.) (gal/min)	Pie cúbico por hora (ft ³ /h)	Pie cúbico po minuto (ft ³ /min)
• 1	• 0.0167	• 0.060	• 0.001	• 0.2201	• 0.2642	• 2.119	• 0.0353
• 60	1	• 3.6	• 0.06	• 13.197	• 15.851	• 127.14	• 2.119
16.67	• 0.2777	1	• 0.01667	• 3.6658	• 4.4032	• 35.3165	• 0.58861
• 1,000	• 16.6666	60	1	• 219.95	• 264.19	• 2,119	• 35.3165
4.546	• 0.07578	• 0.27279	• 0.00455	1	• 1.20114	• 9.6342	• 0.16057
3.785	• 0.063086	• 0.22711	• 0.00379	• 0.83254	1	• 8.0208	• 0.13368
0.4719	• 0.007865	• 0.028315	• 0.000472	• 0.1038	• 0.12467	1	• 0.01667
28.315	• 1.47188	• 1.6989	• 0.028315	• 6.22786	• 7.48055	• 60	• 1

12. Tabla de conversión de fuerza

Megadina (Mdin)	Peso en kilogramos (kgf)	Peso en libras (lbf)	Newton (N)	Poundal (pdl)
1	• 1.0197	• 2.248	• 10	• 72.33
• 0.9807	1	• 2.205	• 9.807	• 70.93
• 0.4448	• 0.4536	1	• 4,448	• 32.17
• 0.1	• 0.10197	• 0.2248	• 1	• 7.233
• 0.01383	• 0.01410	• 0.03108	0.1383	• 1

13. Orden de las magnitudes

Nombre	Símbolo	Magnitud
pico	pico-	10^{-12}
nano	nano-	10^{-9}
micro	micro-	10^{-6}
milli	milli-	10^{-3}
centi	centi-	10^{-2}
deci	deci-	10^{-1}
deca	deca-	10
hecto	hecto-	10^2
kilo	kilo-	10^3
mega	mega-	10^6
giga	giga-	10^9
tera	tera-	10^{12}

[8] Símbolos usados en las fórmulas

1. Letras griegas usadas en las fórmulas

En general, en la ingeniería las letras griegas son frecuentemente usadas como símbolos en las fórmulas matemáticas. Sin embargo, distinto al alfabeto Inglés, las letras Griegas no son usadas frecuentemente excepto para usos especializados, por lo tanto, son probablemente poco familiares para muchas personas. Consecuentemente, los símbolos Griegos son listados aquí para su referencia, junto con su nombre y ejemplos principales de uso.

Mayúsculas	Minúsculas	Nombre	Equivalente en inglés	Ejemplo de uso	Λ	λ	Lambda	l	elongación
A	α	Alpha	a	ángulo, producto, coeficiente expansión	M	μ	Mu	m	coeficiente de fricción
B	β	Beta	b	ángulo	N	ν	Nu	n	
Γ	γ	Gamma	g	ángulo, unidad de peso	Ξ	ξ	Xi	x	
Δ	δ	Delta	d	desplazamientos pequeños, triángulo	O	o	Omicron	δ	
E	ϵ	Epsilon	ϵ	distorsión, expansión	Π	π	Pi	p	relación del círculo de la circunferencia a su diámetro
Z	ζ	Zeta	z		P	ρ	Rho	r	radio de curvatura
H	η	Eta	ϵ		Σ	σ	Sigma	s	tensión total
Θ	θ	Theta	th	ángulo	T	τ	Tau	t	caída tensión
I	ι	Iota	i		Υ	υ	Upsilon	u	
K	κ	Kappa	k		Φ	ϕ	Phi	ph	ángulo, fricción
					X	χ	Chi	ch	ángulo, diámetro
					Ψ	ψ	Psi	ps	
					Ω	ω	Omega	$\bar{o}$	

2. Letras alfabéticas usadas en las fórmulas

Ejemplos de uso han sido recopilados abajo para las letras del alfabeto Inglés de uso normal en fórmulas de ingeniería.

A ...Area (abreviación).	N ...Normal.
a ... Constante de longitud, área de objetos muy pequeños.	O ...Origen.
b ... Constante de longitud, amplitud de un rectángulo.	P ...Potencia.
C ... Longitud de un acorde (abreviación). Normalmente ABC indican un objeto multilaterado. E.g. $\angle ABC$, cuadrado ABCD, etc.	P ...Presión (es la fuerza por unidad de área pequeña, de este modo, se indica con una letra minúscula).
D, dDiámetro o distancia. 2Y también puede ser usado para diámetro.	En geometría, MNPQ, etc, es usado para indicar un plano.
E ...Constante de juventud.	R ...Resistencia o resultante.
e ... Distancia excéntrica.	r ...Radio . $2\pi r$ indica la circunferencia de un círculo.
g ...Aceleración de la gravedad.	S ... Suma, suma de números pequeños.
H ...Fuerza horizontal.	t ...Espesor, temperatura o tiempo (segundos en particular).
h ... Altura.	V ... Volumen, velocidad
i ... Coeficiente de choque.	X ... Ejes horizontales en los gráficos, distancia horizontal.
L, l ...Longitud.	Y ...Ejes verticales en los gráficos, distancia vertical.
M ...Momento.	

[9] Sistema Internacional de Unidad (SI:Sistema Internacional de Unidades)

1. Qué es el SI (Sistema Internacional de Unidades)?

- Este sistema estandarizado de unidades fue adoptado en 1.960, en la reunión general internacional de pesos y medidas (CGPM).
- Este sistema de unidades expande y desarrolla el sistema de unidades MKS (Metro, Kilogramo, Segundo), basado en el principio de una cantidad, una unidad.

2. Razones para introducir el SI

(1) Unidad para usarse en cada país en todo el mundo

Promoción de la estandarización →

- El mundo actual tiende hacia el SI.
- Mantener la competitividad internacional y eliminar las unidades no SI.

(2) Más lógico y conveniente que las unidades tradicionales

- La definición de las unidades base es clara y puede reproducirse con alta precisión.
- Cuando se crean unidades derivadas, sólo se incluye 1 como coeficiente.
- Se aplica el principio de una cantidad, una unidad.

3. Unidades base

Las unidades base se refieren a las siguientes 7 unidades. Ellas indican unidades independientes que no pueden ser derivadas de otras unidades. Una unidad no tiene significado como una cifra abstracta, por lo tanto, se requiere de un "estándar" para indicar el tamaño de la unidad. El estándar tiene estabilidad y realizabilidad y requiere de alta precisión. Las siguientes unidades base han sido seleccionadas para llenar estos requisitos.

(1) Definición de las unidades base

- Longitud.... Un metro es igual a la distancia recorrida por la luz en el vacío en un tiempo de $1/299,792,458$ segundos.
- Masa..... Un kilogramo es igual a la masa de un prototipo de kilogramo internacional.

- Tiempo..... Un segundo es la duración de 9,192,631,770 períodos de radiación correspondiente a la transición entre dos niveles hiper finos de celsius -133 en estado de tierra.

- Corriente... Un amperio es la corriente constante, que si es mantenida en 2 conductores paralelos rectos de una longitud infinita y una sección transversal circular despreciable y colocados separados por 1 metro en el vacío, produciría entre los conductores una fuerza de 2×10^{-7} newton por metro.

- Temperatura termodinámica....

Un Kelvin es $1/273.16$ de la temperatura termodinámica del triple punto de agua.

Referencia: Los grados celsius (símbolo °C) pueden usarse en vez del Kelvin (K). La temperatura indicada en grados celsius es igual a la temperatura indicada en Kelvin menos 273.15. La diferencia en la temperatura puede ser indicada en grados kelvin o celsius.

- Cantidad de sustancia

Una mole es la cantidad de sustancia igual a 0.012 kilogramos de las partículas en el carbono -12 (C12).

- Intensidad de luminosidad....

Una candela es igual a la intensidad de la luminosidad en la dirección dada de una fuente que emite radiación monocromática de una frecuencia de $540 \times 1,012$ Hz y tiene una intensidad de brillo en esa dirección de $1/683$ vatios por steradián.

4. Unidades suplementarias

Las unidades suplementarias se refieren a dos unidades que miden ángulos planos y ángulos sólidos. Aunque estas unidades pueden ser derivadas de las unidades base de longitud, es útil manejar estas unidades como unidades bases cuando se crean unidades derivadas, por lo tanto, son llamadas unidades suplementarias para distinguirlas.

(1) Definición de unidades suplementarias

Cantidad	Nombre	Símbolo	Definición
Angulo Plano	radián	rad	De la circunferencia de un círculo, un arco igual a la longitud del radio del círculo es transportado y el ángulo plano es el ángulo entre los 2 radios.
Angulo sólido	steradián	sr	Con el centro de un globo tomado desde la punta, el ángulo sólido cortado de la superficie del globo tiene la misma área de un cuadrado con el radio como un lado.

5. Unidades derivadas

Las unidades derivadas son creadas por la combinación de unidades de base y unidades auxiliares; hay 19 unidades que tienen nombres característicos y también hay unidades que no tienen nombres característicos. Las unidades derivadas constan de un sistema consistente de unidades y tienen la característica de no incluir un coeficiente diferente de 1 cuando se crean unidades derivadas.

■ SI Unidades de base

Cantidad	Nombre	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Corriente	amperio	A
Temperatura termodinámica	Kelvin	K
Cantidad de sustancia	mole	mol
Intensidad de luminosidad	candela	cd

■ SI Unidades auxiliares

Cantidad	Nombre	Símbolo
Angulo plano	radián	rad
Angulo sólido	steradián	sr

■ SI unidades derivadas (unidades con nombres característicos)

Cantidad	Nombre de la unidad	Símbolo	Símbolo de la unidad
Frecuencia	hertz	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹
Fuerza	newton	N	1 N = 1 kg · m/s ²
Presión, tensión	pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
Energía, trabajo, calor	joule	J	1 J = 1 N · m
Rata trabajo, eficiencia, potencia, potencia eléctrica	vatio	W	1 W = 1 J/s
Cantidad de electricidad, carga eléctrica	culombio	C	1 C = 1 A · s
Voltaje, potencial, diferencia de potencial, fuerza electromotriz	voltio	V	1 V = 1 J/C
Capacidad electrostática, capacitancia	faradio	F	1 F = 1 C/V
Resistencia (eléctrica)	ohmio		1 Ω = 1 V/A
Conductancia (eléctrica)	siemens	S	1 S = 1 A/V
Flujo magnético	weber	Wb	1 Wb = 1 V · s
Inducción magnética, densidad flujo magnético	tesla	T	1 T = 1 Wb/m ²
Inductancia	henry	H	1 H = 1 Wb/A
Temperatura celsius	Grados Celsius o grados	°C	t °C = (t+273.15) K
Rayo de luz	lumen	lm	1 lm = 1 cd · sr
Intensidad de iluminación	lux	lx	1 lx = 1 lm/m ²

6. Tabla de relación de conversión SI

Cantidad	Símbolos unidades anteriores	Nombre unidades SI	Símbolo unidad en SI	Rata conversión a SI
Potencia	kgf, kg	newton	N	9.806 65
Momento de fuerza	kgf · cm	newton.metro	N · m	$9.806\ 65 \times 10^{-2}$
Presión	kgf/cm ²	pascal	Pa	$9.806\ 65 \times 10^4$
	mmH ₂ O		Pa	9.806 65
	atm		Pa	$1.013\ 25 \times 10^5$
	mmHg		Pa	$1.333\ 22 \times 10^2$
Tensión	kgf/mm ²		Pa or N/m ²	$9.806\ 65 \times 10^6$
Energía, trabajo	kgf · m	joule	J	9.806 65
	cal _{IT}		J	4.186 8
	PS · h		J	$2.647\ 79 \times 10^6$
Rata de trabajo, eficiencia	kgf · m/s	vatio	W	9.806 65
	cal _{IT} /h		W	1.163×10^{-3}
	PS		W	735.499
Cantidad de calor	cal _{IT}	joule	J	4.186 8
	cal		J	4.186 05 (Método medición)
Calor específico	cal/(kg · K)		J/(kg · K)	4.186 8 (IT caloría)
Entropía	cal/K	joule por Kelvin	J/K	4.186 8 (IT caloría)
Entropía específica	cal/(kgf · K)	joule por kilogramo por Kelvin	J/(kg · K)	4.186 8 (IT caloría)
Fuerza campo magnético	Oe	amperio por metro	A/m	$10^3/4$
Inducción magnética	Gs	tesla	T	10^{-4}
Flujo magnético	Mx	weber	Wb	10^{-8}
Volumen de mole	ℓ/mol	metro cúbico por mole	m ³ /mol	10^{-3}
Densidad de mole	mol/ℓ	mole por metro cúbico	mol/m ³	10^3

■ Prefijo

Orden unidades de magnitud	Prefijo		Orden unidades de magnitud	Prefijo	
	Nombre	Símbolo		Nombre	Símbolo
10 ¹⁸	exa	E	10 ⁻¹	decicenti	d
10 ¹⁵	peta	P	10 ⁻²	centi	c
10 ¹²	tera	T	10 ⁻³	milli	m
10 ⁹	giga	G	10 ⁻⁶	micro	μ
10 ⁶	mega	M	10 ⁻⁹	nano	n
10 ³	kilo	k	10 ⁻¹²	pico	p
10 ²	hecto	h	10 ⁻¹⁵	femto	f
10	deka	da	10 ⁻¹⁸	atto	a

