

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

POTENCIACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR DE SUZUKI

FORSA 2

Andrés Sebastián Paredes Rúaless

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Licenciado en

Electromecánica Automotriz

Quito, mayo de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACION DE TESIS

POTENCIACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE UN MOTOR SUZUKI FORSA 2

Andrés Sebastián Paredes Rúaless

Gonzalo Tayupanta, Msc.,
Director de la tesis

.....

Eddy Villalobos, Msc.,
Miembro del comité de Tesis

.....

José Martínez, Msc.,
Miembro del comité de Tesis

.....

Ximena Córdova, Ph.D.,
Decana de la Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

.....

Quito, mayo de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Así mismo, autorizo a la USFQ para que realice a digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

.....

Nombre: Andrés Sebastián Paredes Rúales

C.I.: 1720874948

Lugar y fecha: Quito, mayo 2015

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación tesis, a mi querida madre, Teresa Rúales ya que en todo momento en el transcurso de mis estudios supo brindarme su apoyo incondicional y gracias a su diario sacrificio, he podido terminar mis estudios superiores, ya que sin duda con lo aprendido a lo largo de estos años tendré un mejor futuro.

Quiero dar parte de mi dedicatoria también a los maestros de mi carrera (Gonzalo Tayupanta y Eddy Villalobos) quienes siempre me brindaron su apoyo que fue crucial en cada momento de mis estudios para obtener la Licenciatura en Electromecánica Automotriz.

Estos conocimientos recibidos los pondré siempre al servicio del bien, para el desarrollo y progreso de los demás y la sociedad en que vivimos.

RESUMEN

Este proyecto denominado "Potenciación y puesta a punto de un motor Suzuki Forsa 2" trata sobre el estudio del sistema de alimentación de un motor marca Suzuki modelo Forsa 2, este se encuentra en una maqueta y funciona a carburador; para posteriormente adaptar al sistema carburadores individuales de motocicleta marca Mikuni de 36 mm a cada cilindro del motor Suzuki; queriendo lograr con ello que el motor tenga mejores prestaciones en cuanto mayor potencia y aceleración. El proyecto inicia con el estudio del funcionamiento general del motor de combustión interna a gasolina y del sistema de alimentación por carburador, conjunto a sus limitaciones y beneficios, para posteriormente en base a estos conocimientos, desarrollar una mejora al sistema de alimentación; explicando paso por paso el procedimiento que se debería seguir para este tipo de modificaciones, además se detallará los implementos que se cambiaron al motor de prueba, para su mejor funcionamiento y sus correspondientes pruebas. Adicionalmente se encuentran fotografías y cuadros comparativos de las mejoras del motor en cuanto a: revoluciones por minuto, consumo de gasolina, temperatura y gases de escape.

ABSTRACT

This Project called “Enhancing and tune-up of an engine on a Suzuki Forsa 2”, deals with the study of the intake system of a Suzuki engine, model Forsa 2, this engine is in a model and operating at carburetor; thereafter adapting to the system individual carburetors of a Mikuni Motorcycle, 36 mm to each engine cylinders of the Suzuki; trying to achieve with this, that the engine has better performance in terms of power and acceleration. The project begins with the study of the general operation of the internal combustion engine power by gasoline and the intake carburetor system joint by its limitation and benefits, later based on these understanding, develop an improvement to the feeding system; including step-by-step procedures that should be followed for these type of modifications, detailing the implements that have been changed to the test engine for its better performance and the corresponding tests. Attached there are photographs and comparative charts of the engine improvements regarding: revolutions per minute (RPM), gas consumption, temperature, and exhaust emission.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 6 |
| ABSTRACT..... | 7 |
| INTRODUCCIÓN: | 15 |
| OBJETIVOS: | 18 |
| GENERAL..... | 18 |
| ESPECÍFICOS | 18 |
| CAPÍTULO 1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR OTTO | 20 |
| 1.1 Tiempo de admisión..... | 20 |
| 1.2. Tiempo de compresión..... | 21 |
| 1.3. Tiempo de trabajo o expansión..... | 22 |
| 1.4. Tiempo de escape..... | 23 |
| 1.7.1 Avance de encendido inicial..... | 26 |
| 1.4.1 El catalizador..... | 26 |
| 1.4.2 Reducción..... | 27 |
| 1.4.3 Oxidación | 27 |
| 1.5. Ciclo teórico Otto..... | 28 |
| 1.6. Ciclo real Otto | 29 |
| 1.7. Adelanto de encendido..... | 31 |
| 1.7.2 Avance por las RPM (centrífugo)..... | 32 |
| 1.7.3 Avance por llenado (depresión o vacío)..... | 33 |
| 1.8. Mezcla de aire gasolina ideal..... | 35 |
| CAPÍTULO 2. EL CARBURADOR | 40 |
| 2.1 Principio de funcionamiento | 40 |
| 2.2. Componentes Principales del carburador..... | 43 |
| 2.2.1 El difusor..... | 44 |
| 2.2.2 El surtidor..... | 45 |
| 2.2.3 La cuba y flotador | 45 |
| 2.2.4 Estrangulador o mariposa..... | 45 |
| 2.2.5 Bomba de aceleración o pique..... | 46 |
| 2.2.6 Funcionamiento de los componentes del carburador | 46 |
| 2.3. Tipos de carburadores | 47 |
| 2.3.1. Carburador de difusor fijo..... | 48 |
| 2.3.2 Carburador doble..... | 49 |
| 2.3.3 Carburadores de doble cuerpo o escalonados..... | 51 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.4 Carburadores cuádruples | 54 |
| 2.3.5 Carburador tipo S.U. o de difusor variable. | 56 |
| CAPÍTULO 3. MODIFICACIONES REALIZADAS EN EL MOTOR SUZUKI FORSA 2 | 60 |
| 3.1 Especificaciones del motor..... | 61 |
| 3.2 Revisión y sustitución de conexiones y componentes eléctricos | 61 |
| 3.2.1 Bobina. | 62 |
| 3.2.2 Cableado principal de encendido | 63 |
| 3.2.3 Motor de arranque | 64 |
| 3.2.4 Bujías y cables de bujías | 64 |
| 3.3 Comprobación y sustitución de la parte mecánica del motor..... | 66 |
| 3.3.1 Revisión del sistema de refrigeración. | 66 |
| 3.3.2 Revisión de la alimentación o carburación..... | 68 |
| 3.3.3 Medición de compresión | 69 |
| 3.3.4 Orden de encendido..... | 71 |
| 3.4. Procedimiento, para la adaptación de tres Carburadores S.U. de moto marca Mikuni a un motor Suzuki Forsa 2. | 73 |
| 3.4.1 Introducción | 73 |
| 3.4.2 Construcción de un nuevo colector de admisión tipo weber | 75 |
| 3.4.3 Ecuación para obtener el diámetro del carburador de acuerdo al tipo de motor. | 76 |
| 3.4.4 Sincronización y unión de tres carburadores de motocicleta marca Mikuni | 77 |
| 3.4.5 Montaje de los carburadores Mikuni de motocicleta al colector de admisión | 80 |
| 3.4.6 Montaje del colector de admisión al cabezote..... | 81 |
| 3.4.7 Primer encendido del motor Suzuki Forsa 2 con los carburadores Mikuni instalados..... | 81 |
| 3.4.8 Revisión y desarme completo de carburadores para su correcta sincronización y funcionamiento. | 84 |
| 3.5 Instalación de componentes de medida al motor Suzuki Forsa2 para pruebas de funcionamiento y comparación. | 86 |
| 3.5.1. Instalación de tacómetro en el motor | 86 |
| 3.5.2. Instalación de un medidor de temperatura (termómetro). | 86 |
| CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y COMPROBACIÓN DEL MOTOR SUZUKI FORSA 2 TRUCADO .. | 88 |
| 4.1. Medición de gases de escape..... | 88 |
| 4.2 Consumo de combustible. | 89 |
| 4.3 Temperatura del motor. | 92 |
| 4.4 Encendido en frio y estabilidad en ralentí. | 92 |
| 4.5. Costos de implementación | 93 |
| VENTAJAS Y DESVENTAJAS | 96 |

| | |
|----------------------------|-----|
| CONCLUSIÓN | 97 |
| RECOMENDACIONES | 99 |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS | 101 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 104 |

TABLA DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Los tiempos en un ciclo Otto (Ayala, 2014)..... | 20 |
| Ilustración 2. Tiempo de admisión, (Ayala, 2014)..... | 21 |
| Ilustración 3. Tiempo de compresión (Ayala, 2014)..... | 22 |
| Ilustración 4. Tiempo de trabajo (Ayala, 2014)..... | 23 |
| Ilustración 5. Tiempo de escape (Ayala, 2014)..... | 24 |
| Ilustración 6. Apertura y cerrado en grados de válvulas de admisión y escape real (Acevedo, 2013) | 26 |
| Ilustración 7. Esquema de un catalizador en corte con descripción de componentes y reacciones químicas (MOTORGIGA, 2010)..... | 28 |
| Ilustración 8. Ciclo teórico Otto (Moreno, 2005)..... | 29 |
| Ilustración 9. Ciclo real vs teórico Otto, indicando el mayor tiempo de apertura de la válvula de escape y la de admisión (Lozano, 2012) | 30 |
| Ilustración 10. “Se da una idea de la relación entre las RPM y la combustión que hay que tener en cuenta para inducir la chispa en el momento preciso” (Astudillo, 2010)..... | 31 |
| Ilustración 11. Avance de encendido en comparación a las variables del motor (Astudillo, 2010)..... | 32 |
| Ilustración 12. Esquema de avance de encendido por vacío o llenado (Astudillo, 2010). | 33 |
| Ilustración 13. Gráficas y representaciones de un cilindro en cuanto al avance de encendido en grados, tiempo y posición del pistón en dos regímenes de RPM. (Segura, 2013)..... | 34 |
| Ilustración 14. Relación de mezcla estequiométrica (WordPress, 2013) | 37 |
| Ilustración 15. Factor Lambda relación estequiométrica (WordPress, 2013) | 38 |
| Ilustración 16. Esquema de un carburador: sin acelerar en ralentí, enviando la suficiente mezcla para mantener encendido al motor (Mecánica de autos, 2012)..... | 41 |
| Ilustración 17. Esquema de funcionamiento de carburador elemental, podemos observar que la válvula de admisión está abierta y el pistón baja generando una succión de aire. (Mecánica de autos, 2012)..... | 42 |
| Ilustración 18. Partes principales de un carburador (WordPress, 2013) | 44 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 19. Carburador inyectando combustible adicional por movimiento brusco del pedal del acelerador. (Celis, 2014) | 46 |
| Ilustración 20. Tipos de carburadores con diferentes posiciones del difusor.(Durán, 2010). . | 49 |
| Ilustración 21. Dos carburadores prácticamente individuales con una cuba común (Durán, 2010)..... | 50 |
| Ilustración 22. Un carburador por cilindro sincronizado por un cuerpo de aceleración en común. (Durán, 2010)..... | 51 |
| Ilustración 23. Carburador doble para vehículos de alto cilindraje (Durán, 2010). | 52 |
| Ilustración 24. Esquema interno de un carburador de doble cuerpo, numerado cada uno de sus elementos principales para su mayor entendimiento (Durán, 2010) | 53 |
| Ilustración 25. Carburador cuádruple con vista interna de sus cuatro cuerpos, sincronizados por dos ejes (Durán, 2010). | 54 |
| Ilustración 26. Esquema de un colector de admisión para un motor de 8 cilindros en v, alimentado por un carburador cuádruple (Durán, 2010) | 55 |
| Ilustración 27. Esquema de un colector de admisión para un motor v8, alimentado por dos carburadores cuádruples. (Durán, 2010) | 55 |
| Ilustración 28. Carburador S.U. a su máxima aceleración, con el difusor y el Venturi totalmente abiertos (Pineda, 2010). | 57 |
| Ilustración 29. Carburador S.U. con sistema de arranque en frío..... | 57 |
| Ilustración 30. Esquema de un carburador S.V. Con difusor y surtidor variable(Durán, 2010)..... | 58 |
| Ilustración 31. Maqueta, motor Suzuki Forsa 2, fuera de funcionamiento (el autor, 2014).... | 60 |
| Ilustración 32. Especificaciones del motor Suzuki Forsa 993cc dadas por el fabricante (Haynes, 1995) | 61 |
| Ilustración 33. Bobina montada y conectada (el autor, 2015)..... | 62 |
| Ilustración 34. Diagrama eléctrico de encendido (Guerrero, 2014) | 63 |
| Ilustración 35. Conexión real, circuito de encendido basándose en el ilustración 34(el autor, 2015)..... | 63 |
| Ilustración 36. Motor de arranque montado en el motor, fuera de funcionamiento (el autor, 2014)..... | 64 |
| Ilustración 37. Cables nuevos de bujía y bobina | 65 |
| Ilustración 38. Motor Suzuki Forsa con sistema de refrigeración faltante (el autor, 2014) | 66 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 39. Diseño y fabricación de codo de ingreso de líquido refrigerante hacia el cabezote (el autor, 2015) | 67 |
| Ilustración 40. Sistema de refrigeración y esquema eléctrico de electro ventilador (Autor, 2015)..... | 67 |
| Ilustración 41. Carburador de difusor fijo, y múltiple de admisión para un solo carburador (el autor, 2014) | 68 |
| Ilustración 42. Carburador original Suzuki Forsa, de doble Venturi y difusor (el autor, 2015)..... | 69 |
| Ilustración 43. Medición de Compresión cilindro número uno (el autor, 2015)..... | 70 |
| Ilustración 44. Rendimiento de un motor alcanzado por el grado de compresión (el autor, 2015.)..... | 71 |
| Ilustración 45. Puntos de distribución polea cigüeñal. (El autor, 2015)..... | 72 |
| Ilustración 46. Sincronización de distribución según puntos marcados por el fabricante (el autor, 2015)..... | 73 |
| Ilustración 47. Cuatro carburadores (de difusor y Venturi variable) de motocicleta individuales, (Motosvan, 2012)..... | 74 |
| Ilustración 48. Entrada de admisión del vehículo en el cabezote del motor, sin un sistema de admisión (el autor, 2015)..... | 75 |
| Ilustración 49. Colector de admisión tipo weber terminado (el autor, 2015)..... | 75 |
| Ilustración 50. Medición de diámetro del carburador (el autor, 2015)..... | 77 |
| Ilustración 51. Carburadores de motocicleta marca Mikuni sujetos entre sí por dos platinas construidas a medida (el autor, 2015) | 78 |
| Ilustración 52. Carburadores Mikuni con el mismo suministro y retorno de gasolina (el autor, 2015) | 79 |
| Ilustración 53. Carburadores Mikuni sincronizados y unidos (el autor, 2015) | 80 |
| Ilustración 54. Carburadores unidos al colector de admisión (el autor, 2015)..... | 80 |
| Ilustración 55. Colector de admisión con silicón y empaque de amianto (el autor, 2015)..... | 81 |
| Ilustración 56. Carburadores desarmados la cuba, para limpiar los ductos y gicleur (el autor, 2015).. | 82 |
| Ilustración 57. Esquema de circuito eléctrico de bomba de combustible (el autor, 2015)..... | 83 |
| Ilustración 58. Carburadores de moto alimentados por una bomba eléctrica (el autor, 2015)..... | 83 |
| Ilustración 59. Carburadores Mikuni de 36mm desarmados para su sincronización y limpieza (el autor, 2015) | 85 |
| Ilustración 60. Diagrama eléctrico de como conectar un tacómetro (Fanafalcon, 2009)..... | 86 |
| Ilustración 61. Diagrama eléctrico medidor de temperatura del motor (el fabricante) | 87 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 62. Procedimiento de perforación para instalar el trompo de temperatura (el autor, 2015). | 87 |
| Ilustración 63. Cuadro comparativo de gases de escape (el autor, 2015)..... | 88 |
| Ilustración 64..... | 89 |
| Ilustración 65. Comparación de consumo de combustible al mismo régimen de RPM en un motor estándar versus el motor trucado (el autor, 2015) | 90 |
| Ilustración 66. Comparación de consumo de combustible (el autor, 2015) | 91 |
| Ilustración 67. Temperatura del motor casi al máximo de tolerancia por el motor (el autor, 2015).... | 92 |
| Ilustración 68. Costos de repuestos e insumos que fueron utilizados en ese trabajo de grado (el autor, 2015) | 94 |

INTRODUCCIÓN:

Desde los inicios de las competencias automovilísticas, se ha buscado la forma de aumentar la potencia del vehículo y por consiguiente mejorar el rendimiento del motor, logrando mejores tiempos en una carrera, dichas mejoras se han logrado ya sea añadiendo dispositivos que permitan mejorar el rendimiento o retirando elementos, que aporten con exceso de peso al vehículo y no influyan en el desempeño del mismo.

Alrededor del mundo el deporte de las carreras automovilísticas a través del tiempo han ido adquiriendo una gran cantidad de aficionados así como también de gente que interviene en competencias, cada vez más exigentes a través de la utilización de tecnologías que existen y que fueron desarrolladas a base de estudios y pruebas que han permitido que el automóvil y de manera especial los motores alcancen potencias muy superiores a las de un motor estándar.

Este proyecto, está concebido y enfocado para aplicaciones en la industria de las carreras automovilísticas. Existen diversas formas de mejorar la potencia en un vehículo, mediante este trabajo, se logrará explicar una de las más comunes y eficientes maneras para aumentar el desempeño del motor, el cual se aplica en las carreras en nuestro medio. Básicamente esta modificación se la realiza mediante un cierto procedimiento, el cual consta de la modificación del sistema de alimentación, colocando en la admisión, carburadores de motocicleta de acuerdo el número de cilindros que tenga el motor, sustituyendo el carburador estándar que tiene el automóvil.

Se realizó la modificación en el sistema de alimentación, instalando y acoplando tres carburadores de motocicleta marca Mikuni; logrando con ello un cambio de la admisión de mezcla aire-combustible, aumentando el caudal de combustible a cada cilindro individualmente, llenando la cámara de combustión de una manera más efectiva, sin tener un exceso de mezcla cuando no es necesario, debido a que los carburadores que se instalaron en el motor Suzuki Forsa 2, son de difusor variable. Esta modificación permitirá al vehículo exceder en potencia a los vehículos estándar. Mediante pruebas, estudios y comparaciones, entre un motor estándar versus el mismo tipo de motor trucado, se determinará cuáles son sus ventajas y desventajas en cuanto a: desempeño, mantenimiento, costos de inversión y prestaciones.

JUSTIFICACIÓN

La propuesta va encaminada a repotenciar un motor en un sistema específico, en el que la Universidad San Francisco de Quito brinde a los estudiantes que cursen por la carrera, la posibilidad de practicar en un motor que simule tal cual el funcionamiento en el vehículo, en el que se puedan realizar pruebas de todo tipo en la búsqueda de respuestas y soluciones a problemas que puedan presentarse en el motor, así como comprobaciones del mismo y de sus sistemas componentes, complementando de esta manera la formación integral del estudiante. Así como tener la posibilidad de seguir realizando modificaciones posteriores que puedan seguir mejorando la potencia del motor Suzuki Forsa 2, mediante los sistemas que no se han modificado en el presente trabajo de grado. Demostrando así que el motor puede aumentar su potencia con el trabajo de repotenciación en partes y elementos específicos sin tener que modificarlo de manera total.

OBJETIVOS:

GENERAL

Poner en funcionamiento un motor Suzuki Forsa 2, para posteriormente mejorar el sistema de alimentación en el motor, instalando tres carburadores de moto Mikuni (marca Japonesa) de 36 mml, para aumentar el llenado de la cámara combustión mejorando el rendimiento del motor y por consiguiente proporcionando un incremento notable a la potencia del mismo.

ESPECÍFICOS

- Reparar el sistema eléctrico del motor, instalando un nuevo circuito de cableado y componentes eléctricos para su debido funcionamiento
- Diseñar y construir múltiple de admisión, para adaptar los carburadores de moto, sustituyendo al carburador original.
- Sincronizar tres carburadores Mikuni para que trabajen simultáneamente de acuerdo al orden de encendido del motor, y abastezcan de combustible a los tres cilindros del motor en proporciones exactamente iguales.
- Diseñar un sistema de abastecimiento de combustible por medio de una bomba externa, que sea lo suficientemente funcional, para las necesidades del régimen de admisión de mezcla.

- Comprobar las mejoras en el desempeño del motor, efectuando un número de pruebas comparativas, para ver su costo beneficio.
- Entender mediante que parámetros, es posible realizar la nueva adaptación de carburadores en el vehículo para adquirir mayor potencia, detectando y solucionando cuales son los posibles modos de falla en el sistema, para su óptimo funcionamiento.

CAPÍTULO 1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR OTTO

Un motor de cuatro tiempos Otto, se caracteriza por sus cuatro momentos de trabajo, que se los denomina: a) Admisión, b) Compresión, c) Trabajo o expansión, d) Escape. Estas fases son las que tienen lugar en el cilindro del motor y aportan al movimiento de dicho motor, donde dicho movimiento o fuerza, llega al cigüeñal en el que se transforma el movimiento ascendente y descendente en movimiento circular, a través de la fuerza ejercida por el pistón y transmitida por la biela. Para una mejor comprensión del funcionamiento del motor Otto, se detallará individualmente sus cuatro tiempos, conjunto a su recorrido en grados de acuerdo al movimiento del cigüeñal.

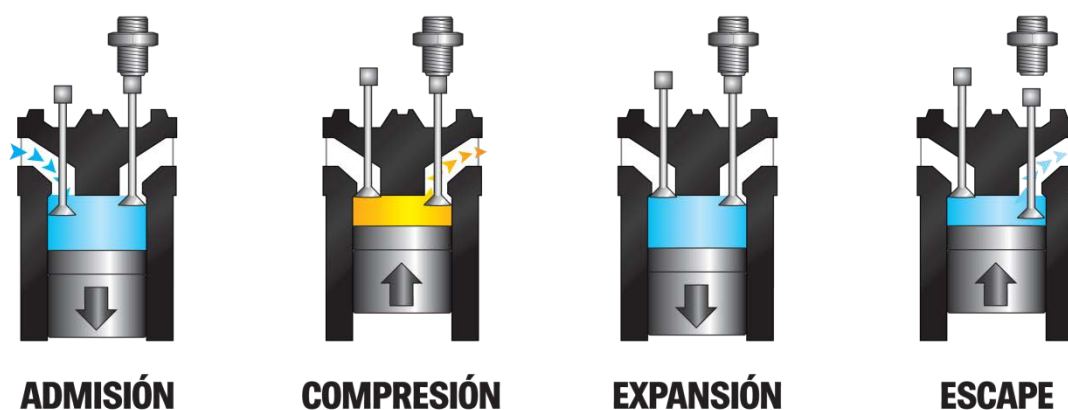


Ilustración 1 Los tiempos en un ciclo Otto (Ayala, 2014).

1.1 Tiempo de admisión.

En el motor de cuatro tiempos, cuando la válvula de admisión se encuentra abierta y el embolo o pistón en la parte superior (Puerto muerto superior o PMS), ingresa mezcla de aire combustible, por los ductos de la válvula de admisión debido a la succión generada por el pistón cuando desciende hacia el puerto muerto inferior (PMI), gracias al arrastre del

cigüeñal, llenando el cilindro de volumen de mezcla sin existir casi nada de presión, a esta carrera se le denomina Tiempo de admisión. (Vicente, 1971).

Esta mezcla pasa por el tubo de admisión múltiple al interior del cilindro. Cuando el pistón llega al punto muerto inferior (PMI) la presión en el interior del cilindro sigue siendo algo menor que la presión atmosférica exterior y la mezcla continua entrando en el cilindro. La válvula de admisión sigue abierta mientras que el pistón inicia el movimiento hacia arriba hasta que la posición de la leva hace que la válvula se cierre. La distancia que recorre el pistón hacia arriba hasta que cierra la válvula es realmente muy pequeña.

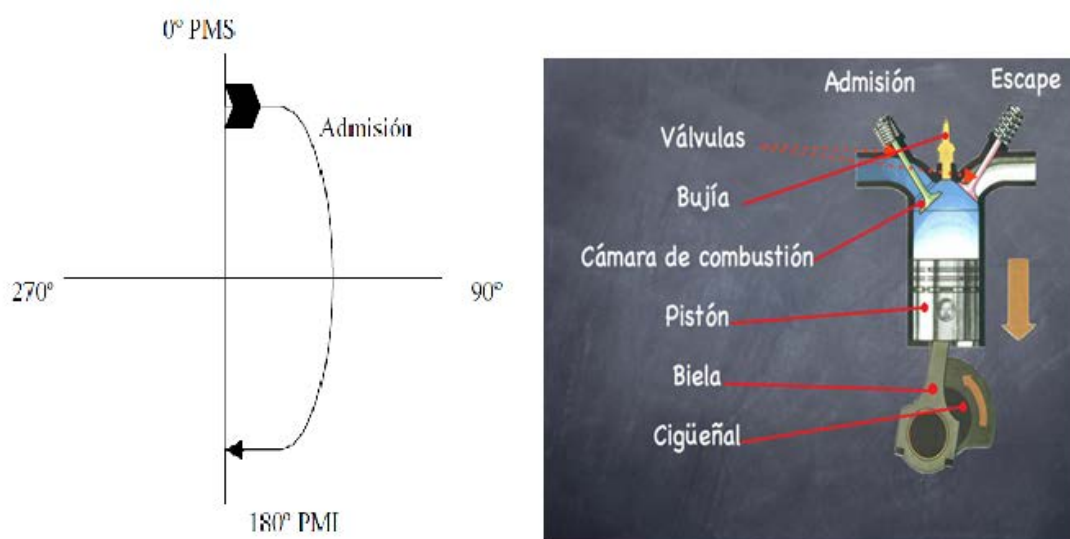


Ilustración 2. Tiempo de admisión, (Ayala, 2014)

1.2. Tiempo de compresión.

Estando el pistón en el puerto muerto superior y el cilindro lleno de la mezcla de aire-combustible, se cierra la válvula de admisión y manteniendo también cerrada la válvula de escape, el pistón sube hasta el puerto muerto superior empujado por el cigüeñal, comprimiendo la mezcla llegando de 100 psi hasta unos 185 psi, (depende del tipo y estado

del motor) a esta segunda carrera se le denomina segundo tiempo o tiempo de compresión (Vicente, 1971).

El pistón al moverse hacia arriba dentro del cilindro comprime la mezcla combustible al terminar esta etapa el pistón ha completado dos movimientos, uno hacia abajo y el otro hacia arriba y el cigüeñal un círculo completo o sea 360° .

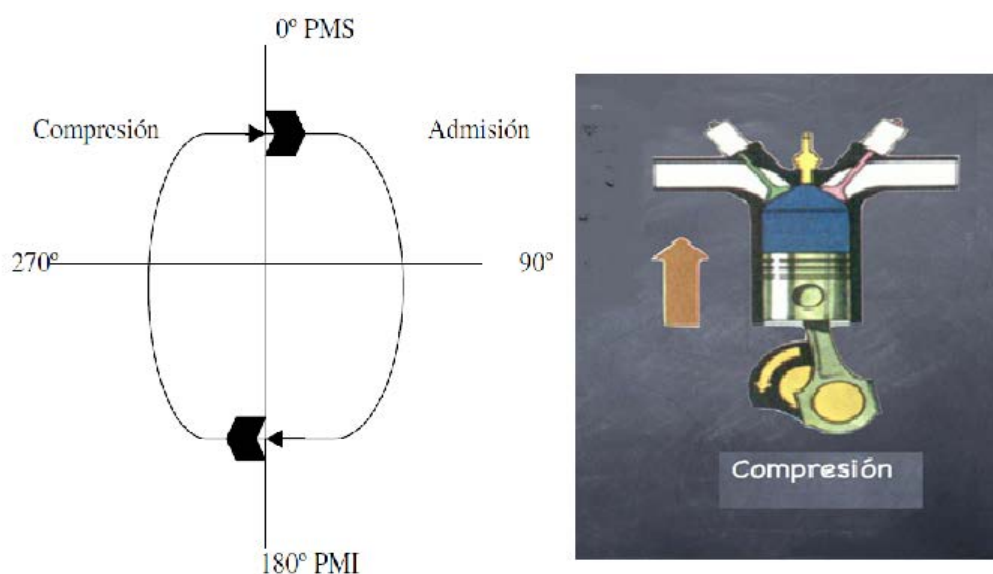


Ilustración 3. Tiempo de compresión (Ayala, 2014)

1.3. Tiempo de trabajo o expansión.

Encontrándose el pistón en la parte superior, hallándose la mezcla comprimida en el espacio que queda entre la cara superior del pistón y el fondo superior del cilindro (espacio que se lo denomina cámara de combustión), se inicia la combustión que se produce de forma casi explosiva gracias a la detonación de la mezcla aire combustible, que es encendida debido al chispazo o cortocircuito que genera la bujía donde posteriormente el pistón es excitado con gran fuerza descendente debido a la expansión de los gases quemados que llegan alrededor de 450° a 500°C , empujando a través de la biela el cigüeñal

el cual gira rotativamente como los pedales de una bicicleta, produciendo así el movimiento rotativo del motor, a esta tercera carrera se la denomina tiempo de trabajo (Vicente, 1971).

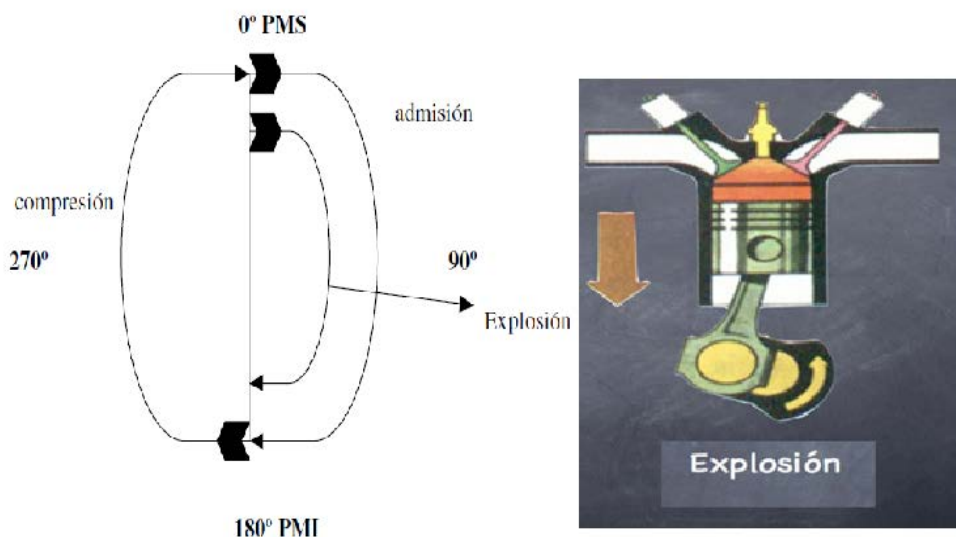


Ilustración 4. Tiempo de trabajo (Ayala, 2014)

1.4. Tiempo de escape.

Al finalizar el tercer tiempo, el pistón se encuentra en el punto muerto inferior en tal circunstancia que el cilindro está lleno de los gases quemados producidos por el tiempo de expansión, se abre la válvula de escape y el pistón, empujado por el cigüeñal, expulsa del cilindro los gases quemados, enviándolos a la atmósfera a través del tubo de escape (donde los gases emitidos por la combustión son tratados por el catalizador para la reducción de gases contaminantes, este proceso se indicará en el siguiente subtema) a este tiempo se lo denomina tiempo de escape (Vicente, 1971).

En la mayoría de los motores la válvula de escape se cierra poco después de alcanzar el punto muerto superior (PMS), antes de que el pistón llegue a la parte superior. En el

tiempo de admisión ocurre algo similar adelantando la apertura de la válvula de admisión, lo que se detallará a continuación.

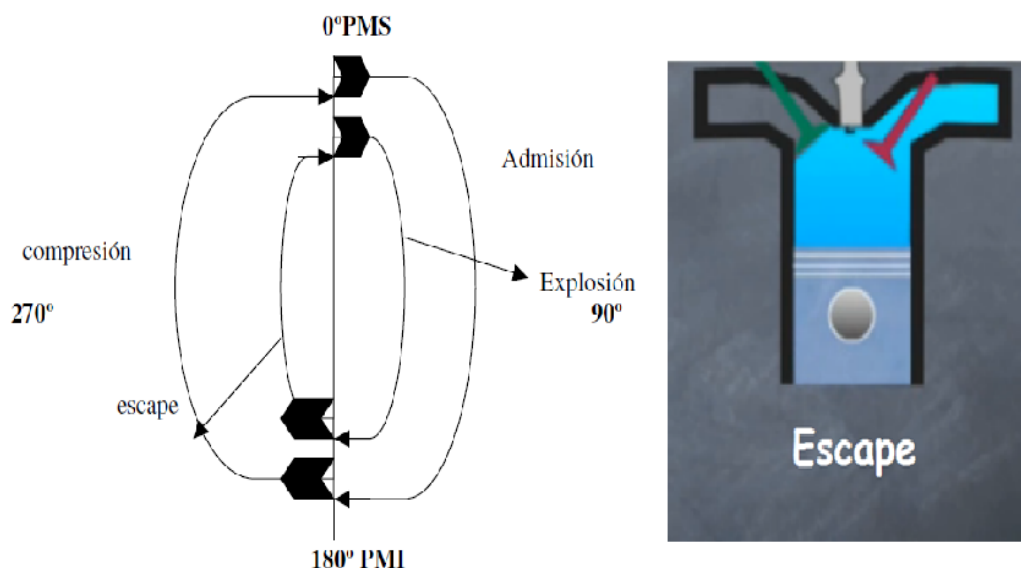


Ilustración 5. Tiempo de escape (Ayala, 2014)

Como se ha detallado los grados en los que se cierran y abren las válvulas de escape y admisión, difieren levemente a los grados que se muestra en las figuras anteriores, debido a que el motor necesita retrasar ligeramente la cerrada y adelantar la apertura de la válvula de admisión para su mejor llenado, lo mismo ocurre con la válvula de escape, lo cual sucede en cambio para vaciar más eficientemente la cámara de combustión.

En el primer ciclo la válvula de admisión (que tiene mayor diámetro que la de escape) se abre por la acción de la leva de modo que deja pasar los gases de combustión, pero esta apertura no se lleva a cabo instantáneamente ni tampoco cuando el pistón está en PMS, sino que al ser un objeto metálico accionado por otro este tiene cierto retraso en su apertura, para esto se le avanza este proceso, esto se hace en la creación del árbol de levas

ya con este avance, a esto se lo llama Avance Apertura Admisión (o AAA) y sucede a los 16° previos a que el pistón llegue al PMS.

A la hora del cierre de esta válvula también se produce algo similar, pero dado que toda materia obtiene la fuerza de inercia, y se desea llegar a un mejor llenado de la cámara de combustión el cierre de la válvula se retrasa aproximadamente a los 60° llamándose a este retraso Retardo Cierre Admisión (o RCA) de este modo se busca un modo más efectivo de aumentar la cantidad de gases en el interior.

El tiempo de escape, comienza antes que el pistón llegue al PMI Punto Muerto Inferior por la misma razón por la cual se adelanta la apertura de la válvula de admisión (AAA) Esta apertura sucede a los 64° y se la llama Avance Apertura Escape (AAE). En ese momento los gases comienzan a salir gracias a la fuerza que no se utilizó en la expansión, el pistón comienza a subir y empuja los gases restantes hacia el exterior. Pero la válvula de escape aún está abierta en el PMS y luego de él también hasta los 16° del PMS, debido a la fuerza de inercia los gases restantes se van en ese periodo que se llama Retardo Cierre Escape (RCE) pero se dirán, a esas altura la válvula de admisión ya estaba abierta y los gases de escape se pueden mezclar con los que entran. Gracias a las leyes de la física sabemos que los gases de escape tienen masa y temperatura muy distintas por lo cual no se pueden unir a los de la admisión y esta etapa comprendida entre los grados 38 antes del PMS y 16° después del mismo se le llama cruce de válvulas ya que la de escape y la de admisión se encuentran abiertas. A esto se lo conoce como Reglaje de Válvulas o Reglaje. Ya que de este modo se le saca la mayor eficiencia del mismo. (Acevedo, 2013)

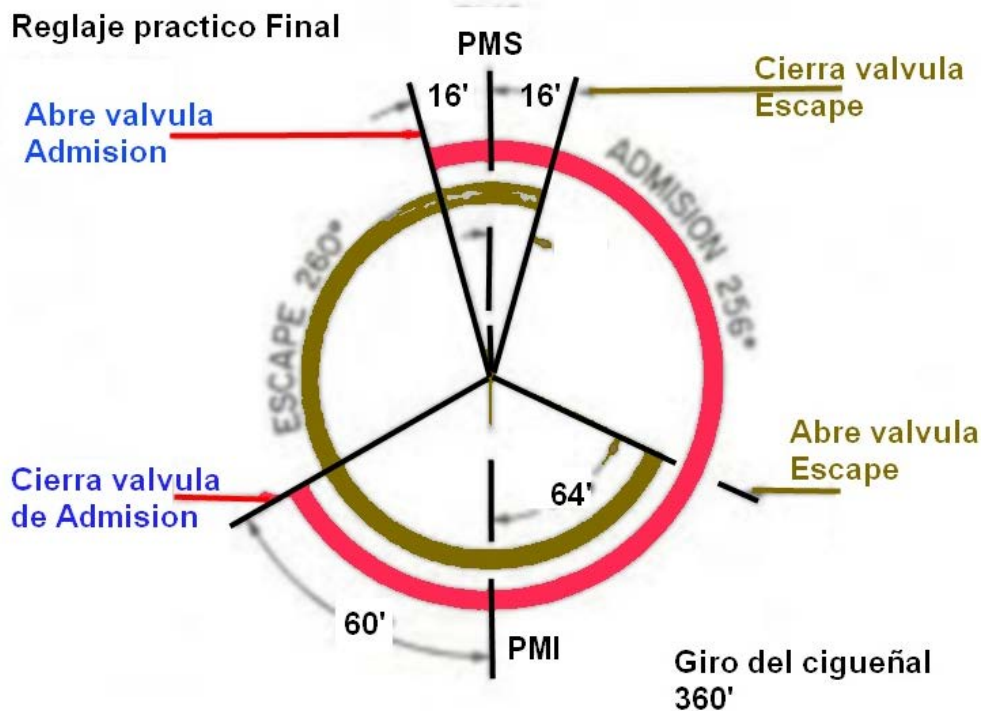


Ilustración 6. Apertura y cerrado en grados de válvulas de admisión y escape real (Acevedo, 2013)

1.7.1 Avance de encendido inicial.

Es el punto de partida y se ajusta con el motor a ralentí girando el distribuidor y fijándolo una vez logrado el valor de avance inicial preconizado.

1.4.1 El catalizador.

En los gases de escape existen tres tipos de gases (HC, CO Y NOx) contaminantes con partículas inestables las que son nocivas para la salud humana y el medio ambiente, por lo que es necesario implementar en el vehículo un sistema de escape con catalizador, el cual transforma gases nocivos a gases no tan perjudiciales para la salud y medio ambiente, esto se lleva a cabo por medio de procesos químicos que se denominan oxidación y reducción. Los cuales consisten en dos etapas la primera es la de reducción y la segunda etapa es la de oxidación:

1.4.2 Reducción.

La primera etapa del convertidor catalítico es el catalizador de reducción, el cual utiliza elementos químicos como el platino y rodio para disminuir las emisiones de NO_x. (Óxido de nitrógeno) funcionando de tal forma que cuando una molécula de monóxido o dióxido de nitrógeno entra en contacto con el catalizador, éste atrapa el átomo de nitrógeno liberando el átomo de oxígeno y luego posteriormente el átomo de nitrógeno se une con otro átomo de nitrógeno y se libera, es decir, este catalizador descompone los óxidos de nitrógeno en oxígeno y nitrógeno que son los componentes del aire y por lo tanto no son contaminantes. (Heitner, 1998)

1.4.3 Oxidación

En la segunda etapa del convertidor catalítico, que es la etapa del catalizador de oxidación, este catalizador utiliza elementos químicos como el platino y paladio, los cuales toman los hidrocarburos (HC) y el monóxido de carbono (CO) que salen por el múltiple de escape del motor y los hace reaccionar con el oxígeno que también viene del motor generando dióxido de carbono (CO₂). (Heitner, 1998)

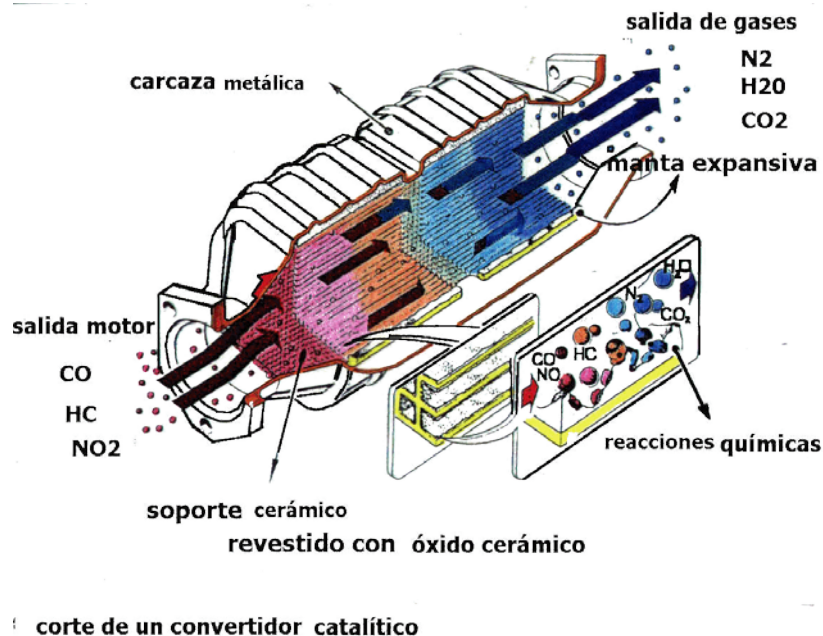


Ilustración 7. Esquema de un catalizador en corte con descripción de componentes y reacciones químicas (MOTORGIGA, 2010)

1.5. Ciclo teórico Otto

En la carrera descendente del pistón, aspira un volumen de mezcla aire-combustible, que ingresa en una cámara, cuando el pistón sube comprime esa mezcla que cuando alcanza el punto muerto superior se enciende y se quema a volumen constante (teórico), para luego producir una expansión (carrera útil) en cuyo transcurso aporta el trabajo, luego en la carrera ascendente se eliminan los gases de la combustión y el ciclo se inicia nuevamente. (Moreno, 2005)

Como se ha dicho la entrada y salida de gases en el cilindro es controlada por dos válvulas situadas en la cámara de combustión, las cuales su apertura y cierre se realizan por el sistema de distribución, sincronizado por el giro del árbol de levas.

El funcionamiento teórico de este tipo de motor, durante sus cuatro fases o tiempos de trabajo es el siguiente:

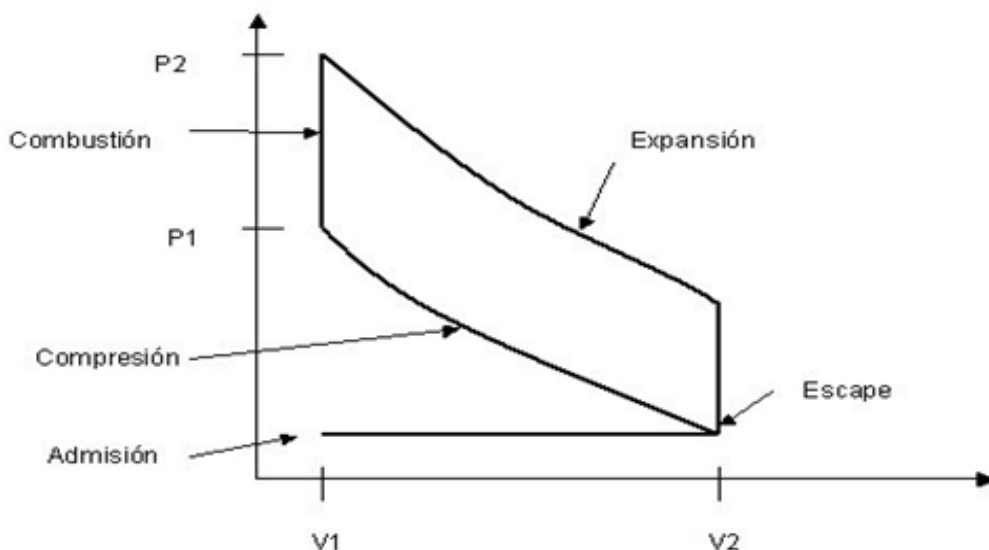


Ilustración 8. Ciclo teórico Otto (Moreno, 2005)

El ciclo ideal o teórico difiere bastante del real por diversos motivos entre los cuales podemos mencionar:

Disociación química de los combustibles, combustión no a volumen constante sino variable debido al tiempo de apertura de las válvulas de admisión y escape, avance al encendido para evitar la detonación de los combustibles, etc., todo lo cual hace que el ciclo no se realice como el teórico.

1.6. Ciclo real Otto

Hasta este momento se ha estudiado el funcionamiento teórico de un motor ideal que funcionara según un ciclo Otto. Lo cierto es que el ciclo real de un motor de encendido por chispa difiere ligeramente del ideal por los siguientes motivos:

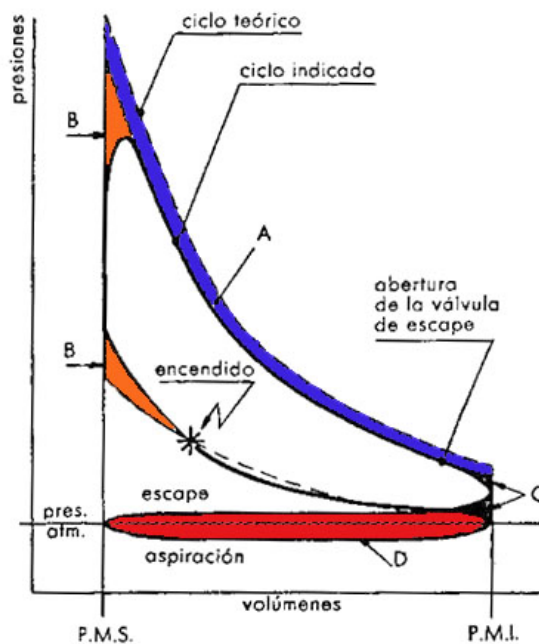


Ilustración 9. Ciclo real vs teórico Otto, indicando el mayor tiempo de apertura de la válvula de escape y la de admisión (Lozano, 2012)

- La válvula de admisión permanece abierta un cierto tiempo hasta después de que el pistón comience a descender, para conseguir que entre algo más de aire. Es el llamado Retraso al Cierre de la Admisión (RCA).
- La válvula de escape también se adelanta en la Apertura del Escape (AAE) para que los gases de la combustión salgan un poco antes de que el pistón llegue al PMI, para que salga la mayor cantidad posible de gases quemados. Esto provoca que el diagrama real difiera ligeramente del diagrama ideal, siendo el trabajo producido, llamado trabajo o ciclo indicado algo inferior al teórico (Lozano, 2012).
- El proceso de ignición del combustible no es instantáneo, y la chispa salta antes de que el pistón alcance el PMS para optimizar el proceso de combustión a este proceso se lo denomina BTDC (before top dead center o antes del punto muerto superior). Existen varios sistemas que controlan este proceso basándose en un mismo principio, el cual explicare a continuación.

1.7. Adelanto de encendido.

El adelanto de encendido sirve para que el salto de chispa sea en el momento más exacto posible, como se sabe el motor a mayores RPM requiere una inflamación mucho más acelerada por lo que es necesario adelantar la chispa antes de que el pistón haga cumbre en el cilindro. Para que la inflamación comience en el momento óptimo de posición del pistón en función del llenado y RPM, es necesario el adelanto de salto de chispa en la bujía.

| RPM | FRENTE DE LLAMA METROS/SEGUNDO |
|-------|-----------------------------------|
| 2.000 | 18 |
| 3.000 | 25 |
| 4.000 | 32 |
| 5.000 | 40 |

Ilustración 10. “Se da una idea de la relación entre las RPM y la combustión que hay que tener en cuenta para inducir la chispa en el momento preciso” (Astudillo, 2010)

De acuerdo Astudillo (2010) “para que se produzca la chispa en el momento lo más exacto posible, depende de dos variables que son llenado y RPM” (p.188) como se muestra en la ilustración a continuación.

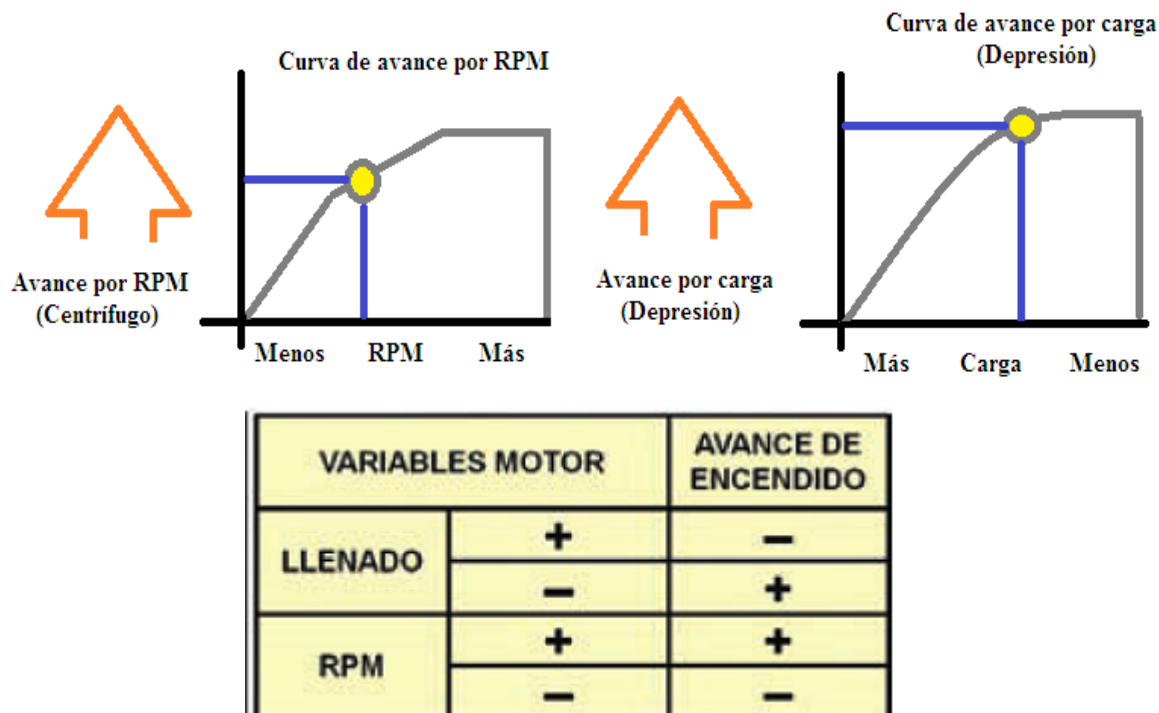


Ilustración 11. Avance de encendido en comparación a las variables del motor (Astudillo, 2010)

Astudillo (2010) nos dice que existen tres formas de adelantar el encendido que son:

- Avance inicial.
- Avance por RPM (centrífugo).
- Avance por depresión a vacío (de llenado).

1.7.2 Avance por las RPM (centrífugo).

Se llama también centrífugo pues se basa en unos contra pesos situados alrededor del eje de levas que le hace avanzar en el sentido de giro del distribuidor, así abrirá antes el ruptor, a más RPM más avance (...), al ser por funcionamiento mecánico no hay más opciones.

1.7.3 Avance por llenado (depresión o vacío).

En este caso va a girar en sentido contrario del distribuidor la placa soporte del ruptor, incidiendo antes con las levas. Se logra este desplazamiento mediante una cápsula con una membrana y muelle de retorno en su interior. La depresión generada por la admisión de cilindros, tomada desde un determinado punto del carburador, es la encargada de provocar el movimiento. [En la imagen a continuación se detalla el concepto pero no todos sus elementos de este sistema de avance] Se detalla también que a menor depresión mayor avance. (p.188)

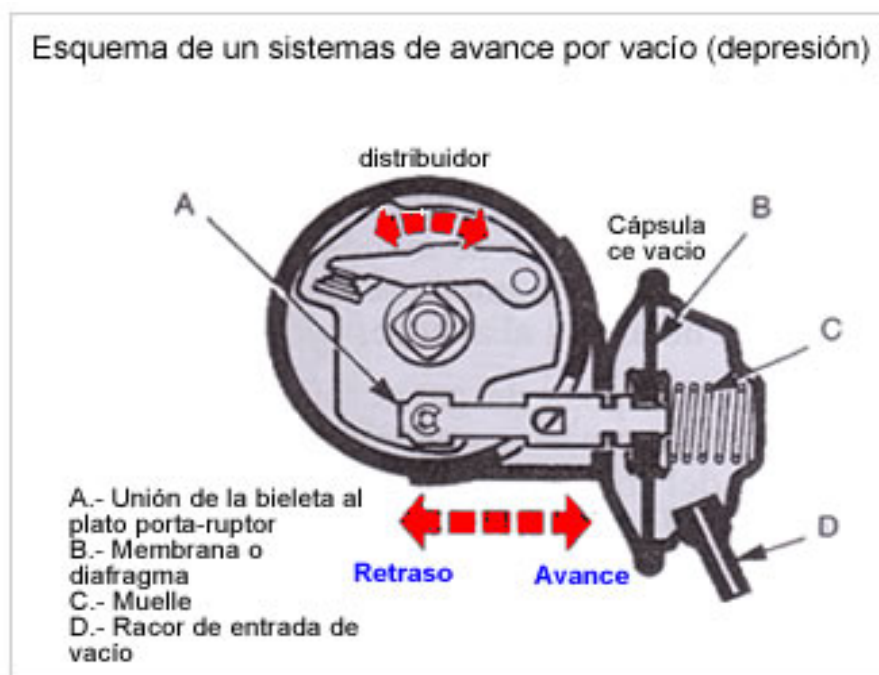


Ilustración 12. Esquema de avance de encendido por vacío o llenado (Astudillo, 2010).

A continuación se mostrará el avance de encendido de acuerdo a la posición del pistón, presión de la cámara de combustión, inicio y final de combustión, tiempo y grados máximos de avance de encendido, a 1000 y 2000 RPM. En la figura superior de la ilustración 13 se detalla el avance de encendido a 10° antes del PMS a un régimen de 1000

RPM, debido a que la detonación del combustible con lleva un lapso de tiempo de fracciones de segundo, es necesario adelantar la chispa ejercida por la bujía, para que la presión máxima de combustible sea cuando el pistón se encuentre bajando hacia el puerto muerto inferior y esto deberá ocurrir a un máximo de 10° a 15° después de atravesar el PMS, para tener el mayor aprovechamiento del par motor.

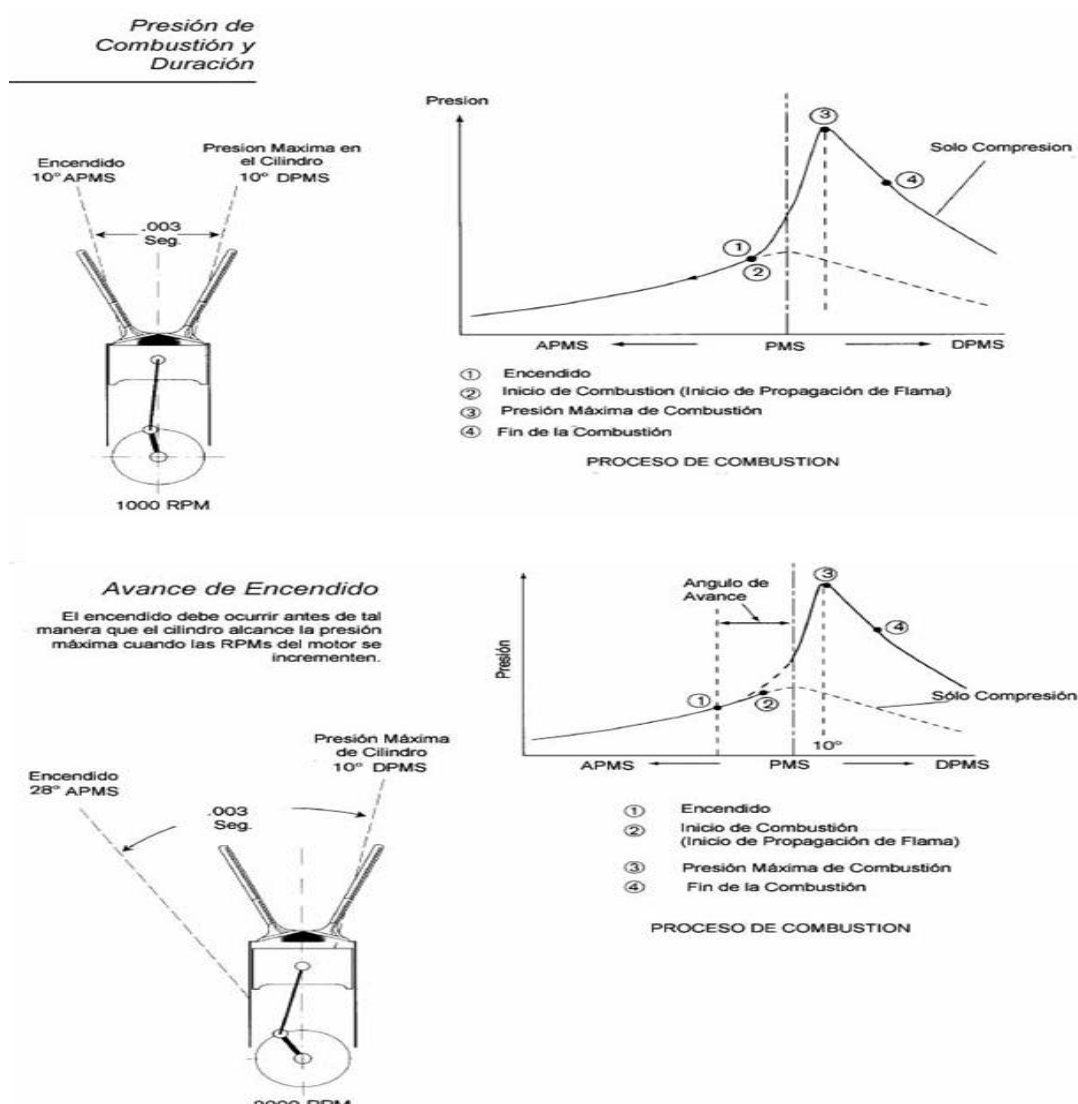


Ilustración 13. Gráficas y representaciones de un cilindro en cuanto al avance de encendido en grados, tiempo y posición del pistón en dos regímenes de RPM. (Segura, 2013)

En la figura inferior del mismo la Ilustración 13 se puede observar el avance de encendido necesario a un régimen de 2000 RPM. Como se nombró anteriormente: a un número mayor de revoluciones es necesario que exista un mayor avance de encendido, que en este caso es de 28° antes de PMS para que la presión máxima de detonación de combustible siga siendo a 10° después del PMS, y el fin de la combustión este a tiempo para ser desalojada del cilindro, aprovechando al máximo la presión de combustión sobre el pistón.

Como se sabe la mezcla de aire combustible también debe ser la adecuada y la indicada para que exista una buena combustión, por lo tanto se detallará cual es dicha proporción entre aire y gasolina, para que este efecto se origine, de una manera efectiva sin desperdiciar combustible y para disminuir la contaminación en el medio ambiente.

1.8. Mezcla de aire gasolina ideal.

A esta mezcla se la denomina: mezcla estequiométrica, y es un factor muy importante en el desarrollo de la potencia versus contaminación y consumo de los motores Otto o motores de combustión interna. Por lo tanto los motores alternativos funcionan quemando una mezcla de X partes de aire por X partes de combustible. Pues bien a esa relación es a lo que denominamos “La mezcla”. Esta mezcla es medida por el Factor Lambda denominado por su letra griega " λ " designa la proporción aire / combustible (en volumen) en forma de mezcla que entra al cilindro de un motor de ciclo Otto , comparada con la proporción estequiométrica de la mezcla ideal, de 14.7 partes de aire en peso por 1 parte de combustible en peso (normalmente gasolina). Lambda siempre deberá tener valores cercanos a uno.

Para que la combustión se produzca, es necesario que la relación de mezcla se encuentre entre unos valores de 8/1 a 18/1. Esta relación se da siempre poniendo en primer lugar la cantidad de aire y después la de combustible, (relación aire/combustible) la relación es en volumen, no en masa. Quiere decir que el mínimo que necesitamos tener es, 8 partes de aire por cada parte de combustible y como máximo 18 partes de aire por 1 parte de combustible. Donde se observa que vamos a necesitar muchísimo aire para quemar 1 sola parte de combustible.(WordPress, 2013)

Se habla de relación estequiométrica cuando se produce la combustión completa. Esta relación va a depender del tipo de combustible utilizado. Para gasolina de automóvil la relación estequiométrica es de 14.7/1 se suele redondear y hablar de 15/1 quiere decir que necesitamos 14.7 partes de aire por cada parte de combustible. Como dato diremos que para quemar 1L de combustible necesitamos 10.000L de aire aproximadamente (recordar que es una relación en volumen). (WordPress, 2013)

Ahora se hablará de mezcla rica o mezcla pobre, en referencia al combustible, es decir, rica por tener un exceso de combustible y pobre por tener una falta de combustible.

Mezcla rica: Contiene más gasolina de la necesaria. Está entre el 15/1 y 8/1. Estamos quitando partes de aire con respecto a la estequiométrica, por lo que tenemos un exceso de combustible, o lo que es lo mismo, nos falta aire.

Mezcla pobre: Contiene menos gasolina que la estequiométrica. Está entre 18/1 y 15/1. En este caso tenemos un exceso de aire.



Ilustración 14. Relación de mezcla estequiométrica (WordPress, 2013)

Efectos que tienen una mezcla pobre y una mezcla rica

Mezcla pobre: En el caso de la mezcla pobre tenemos más oxígeno del necesario entrando en la cámara de combustión, una mezcla pobre causa:

- Pérdida de potencia en el motor, ya que el aire no deja mucho sitio a la entrada de combustible.
- Aumento de temperatura del motor.
- En torno al 5% de exceso de aire, se obtiene el consumo mínimo de combustible.
- Una mezcla excesivamente pobre perjudica a la propagación de la llama y puede producir detonación.
- Si en un caso dado la mezcla es tal que la proporción es de 15.5: 1 se obtiene un Factor Lambda de $15.5/14.7 = 1.05$ esta situación es la adecuada para lograr consumos mínimos y emisiones mínimas de contaminantes, principalmente hidrocarburos y monóxido de carbono (HC y CO) pero no torque o par motor máximo.

Mezcla rica: En este caso hay exceso de combustible que no va a ser quemado, una mezcla rica causa:

- El combustible que no es quemado ayuda a refrigerar el motor.
- Obtenemos una mayor potencia.

- Una mezcla ligeramente rica nos da la mayor potencia del motor. En torno a un 15% o un 20% de exceso de combustible, lo que estaríamos hablando es de una relación de mezcla en torno a 12.5/1

- Si en otro caso tenemos 13.5: 1 se obtiene $13.5/14.7 = 0.92$ y en este caso se llama mezcla rica; se obtiene torque o par máximo y potencia máxima pero el consumo de combustible y las emisiones de contaminantes son mayores.

A continuación se podrá observar una gráfica que nos ayude a entender el comportamiento de estos efectos en el motor de combustión interna. Medidos por una sonda de aire que se le denomina sensor Lambda.

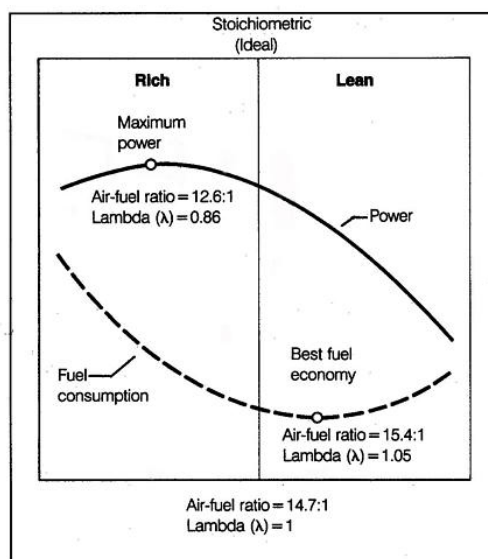


Ilustración 15. Factor Lambda relación estequiométrica (WordPress, 2013)

Como expresa la ilustración 15, el consumo de combustible no es proporcional a la potencia, pero sin embargo se puede observar que cuando existe un mayor consumo también aumenta la potencia, si se observa el punto donde se encuentra la potencia máxima que es a 12.6 a 1 con un factor lambda de 0.86 se aprecia que es el máximo tolerado por el vehículo antes de comenzar a disminuir la potencia, esto se debe a que puede que el

vehículo comience a ahogarse por una mezcla demasiado rica, debido a que el motor no tenga un buen sistema de adelanto de encendido, por otro lado si pasamos la alimentación de combustible más de ese rango, lo único que sucederá es que exista un mayor consumo de combustible, sin ganar nada de potencia más bien al contrario se comenzaría a la pérdida de tal.

CAPÍTULO 2. EL CARBURADOR

Es el dispositivo que se encarga de preparar la mezcla de aire-combustible en los motores de gasolina, en la proporción adecuada según las condiciones de funcionamiento del automóvil. Componente del motor que mezcla aire combustible en porciones no iguales, que son por cada diez partes de aire una de gasolina, la cual luego entrará a los cilindros. Debe tener la capacidad suficiente, de proporcionar una cantidad de aire-combustible en cada instante que el motor necesite más potencia, cuando la proporción de gasolina es más de la que se necesita se la llama mezcla "rica" en cambio cuando sucede lo contrario hay más aire que el necesario, la mezcla se llama "pobre".

2.1 Principio de funcionamiento

El funcionamiento del carburador se basa en el "Efecto Venturi" que provoca que toda corriente de aire que pasa por una canalización, genere una depresión (succión) que se aprovecha para arrastrar el combustible proporcionado por el propio carburador. La depresión creada en el carburador dependerá de la velocidad de entrada del aire que será mayor cuanto menor sea la sección de paso de las canalizaciones.

Si dentro de la canalización tenemos un estrechamiento (Difusor o Venturi) para aumentar la velocidad del aire y en ese mismo punto se coloca un surtidor comunicado a una cuba con combustible a nivel constante, la depresión que se provoca en ese punto producirá la salida del combustible por la boca del surtidor que se mezclará con el aire que pase en ese momento por el estrechamiento, siendo arrastrado hacia el interior de los cilindros del motor.(Arias, 1990)

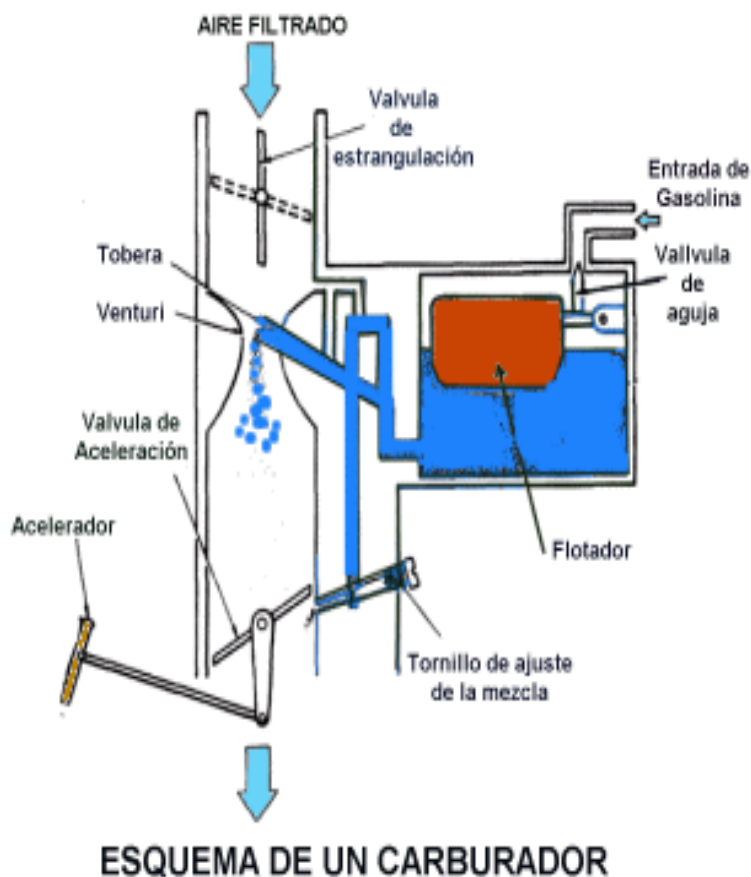


Ilustración 16. Esquema de un carburador: sin acelerar en ralentí, enviando la suficiente mezcla para mantener encendido al motor (Mecánica de autos, 2012)

En los carburadores, la corriente de aire es la producida por la aspiración de los cilindros, que se ejerce en la tubería de admisión, a la cual asoma un tubo pequeño llamado surtidor por el cual llega la gasolina. Para que la succión o vacío, provocado por la aspiración de los cilindros sea más fuerte en la boca del surtidor, se le coloca el Difusor o Venturi, que al estrechar el paso aumenta la velocidad del aire y hace que la absorción de combustible sea más enérgica gasificando eficazmente el combustible líquido. (Arias, 1990).

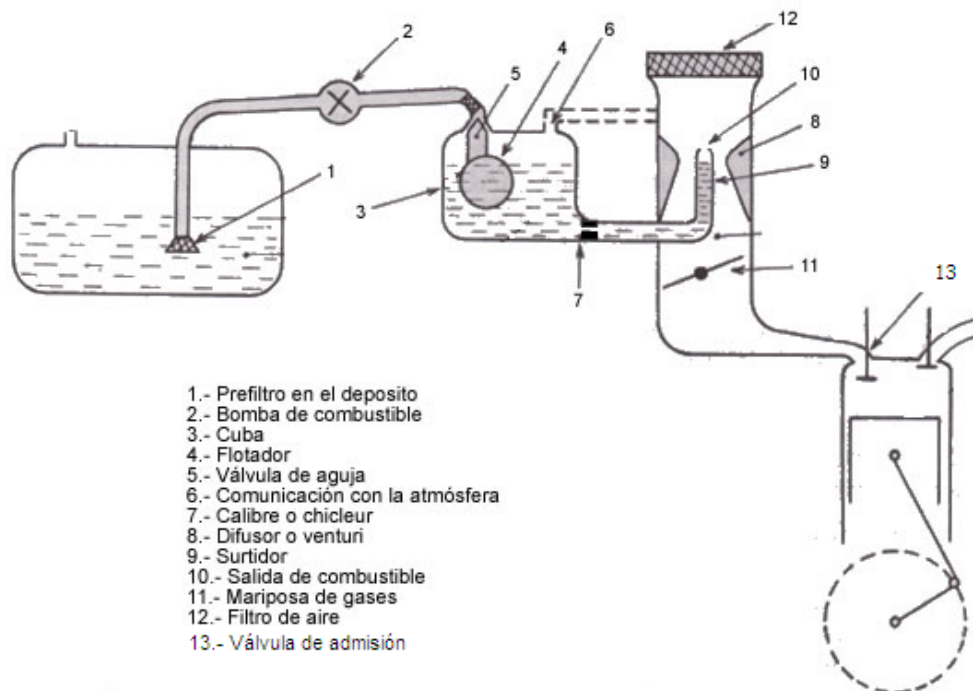


Ilustración 17. Esquema de funcionamiento de carburador elemental, podemos observar que la válvula de admisión está abierta y el pistón baja generando una succión de aire. (Mecánica de autos, 2012)

Los primeros carburadores desarrollados, no cumplían con las condiciones suficientes para cumplir con las exigencias que necesita un motor moderno por las siguientes razones:

1) La dosificación de la mezcla no es constante, ya que varía con las revoluciones del motor y con la temperatura y la presión atmosférica.

2) No permite aceleraciones rápidas, ya que a causa de la mayor densidad de la gasolina respecto al aire, cuando se acelera bruscamente la gasolina se queda atrás (por inercia) y la mezcla se empobrece, permaneciendo así durante un cierto tiempo, después del cual vuelve a la normalidad,

3) No permite la marcha al mínimo, pues la velocidad del aire en el difusor queda tan limitada que no puede aspirar la gasolina y menos pulverizarla.

4) No facilita la puesta en marcha en frío, ya que con el motor frío la vaporización del combustible queda tan reducida que la mezcla resulta excesivamente empobrecida, aun cuando la relación entre la proporción de aire y combustible alcance valores superiores al estequiométrica. Para arrancar en frío es necesario disponer de una mezcla especialmente rica.

Las enmiendas del carburador elemental consisten en dispositivos idóneos para hacer variar la composición de la mezcla en condiciones especiales de funcionamiento del motor. Por lo tanto el avance de la tecnología, ha sido empleado para la mejora de los carburadores desde su invención. Por este motivo se detallará a continuación los componentes principales y los tipos de carburadores con sus mejoras y nuevos componentes.

2.2. Componentes Principales del carburador

Los elementos esenciales del carburador son:

- El difusor o Venturi.
- El surtidor o gicleur.
- La cuba y flotador.
- Estrangulador o mariposa.
- Bomba de aceleración o pique.

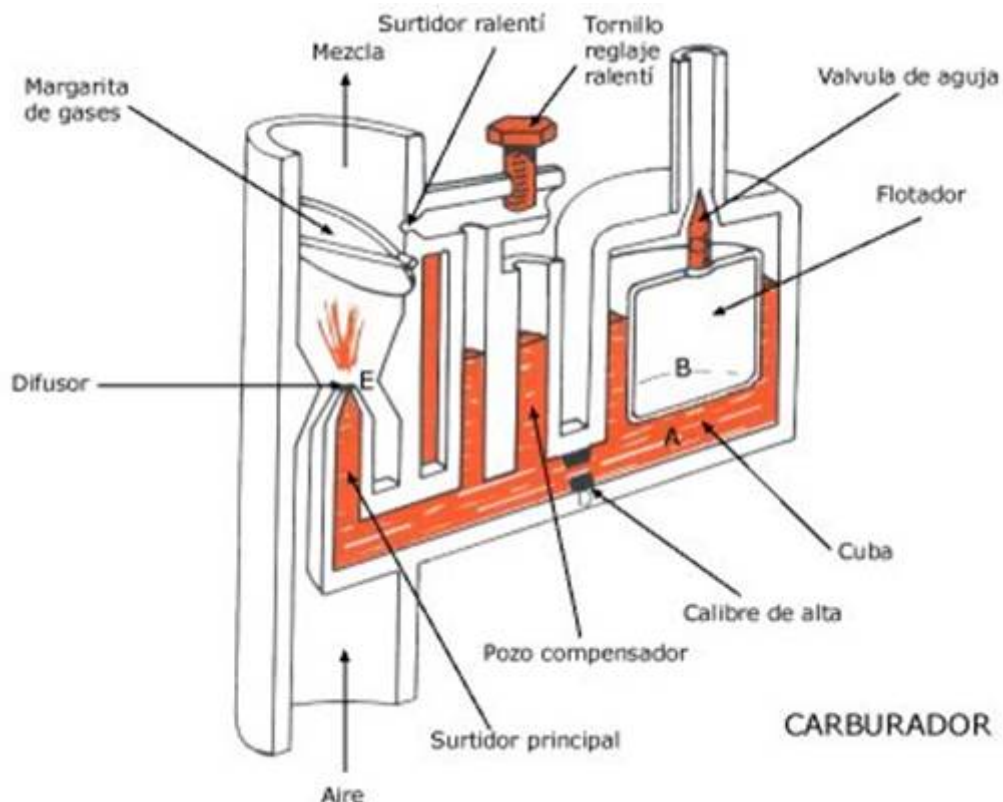


Ilustración 18. Partes principales de un carburador (WordPress, 2013)

2.2.1 El difusor

El aire atraviesa por un estrechamiento de un tubo logrando con esto la mezcla de aire combustible. Este estrechamiento se llama Difusor o Venturi. El difusor no es más que una aplicación del llamado "Efecto Venturi", que se fundamenta en el principio según Venturi "toda corriente de aire que pasa rozando un orificio provoca una succión" el Difusor o Venturi son los que regulan, la mezcla proporcional de 1:10.000 y logran la optimización, de consumo de combustible con la mayor potencia posible, de acuerdo con el ahorro.

Su funcionamiento, comienza por la succión de aire provocada por los pistones en los cilindros durante el tiempo de admisión, por su parte, el colector de admisión, que es por donde entra el aire del exterior a través de un filtro en el que quedan las impurezas y el polvo, a la altura del difusor, se estrecha para activar el paso del aire y absorber del difusor la gasolina, llegando ya mezclada a los cilindros.

2.2.2 El surtidor

La gasolina pasa de la cuba a un tubo estrecho y alargado llamado surtidor que comúnmente se le conoce con el nombre de "Gicleur". El surtidor pone en comunicación la cuba con el conducto de aire, donde se efectúa la mezcla de aire y gasolina.

2.2.3 La cuba y flotador

El carburador dispone de un pequeño depósito llamado cuba que sirve para mantener constante el nivel de gasolina en el carburador, la cual es a su vez alimentada por la bomba de combustible.

Este nivel constante se mantiene gracias a un flotador con aguja que abre o cierra el conducto de comunicación, y en este caso, de alimentación entre la cuba y el depósito de gasolina

2.2.4 Estrangulador o mariposa.

Válvula, generalmente de mariposa, que regula la entrada de aire en el carburador. Al disminuir el flujo de aire, provoca el enriquecimiento de la mezcla, con lo que facilita el arranque en frío.

2.2.5 Bomba de aceleración o pique

Para ganar velocidad en forma súbita, un motor requiere alimentación de gasolina instantánea. Cuando la mariposa destapa la garganta en forma rápida, el principio de inercia impide que el aire acelere de inmediato y como consecuencia no se genera el vacío suficiente para arrastrar gasolina hasta el surtidor principal. Con el objeto de compensar esta deficiencia momentánea, los carburadores están equipados con una bomba de aceleración. También conocida como 'Bomba de Pique' consiste de un émbolo que se acciona mecánicamente y que permite inyectar combustible adicional en la garganta, a través de un conducto independiente. (Celis, 2014)

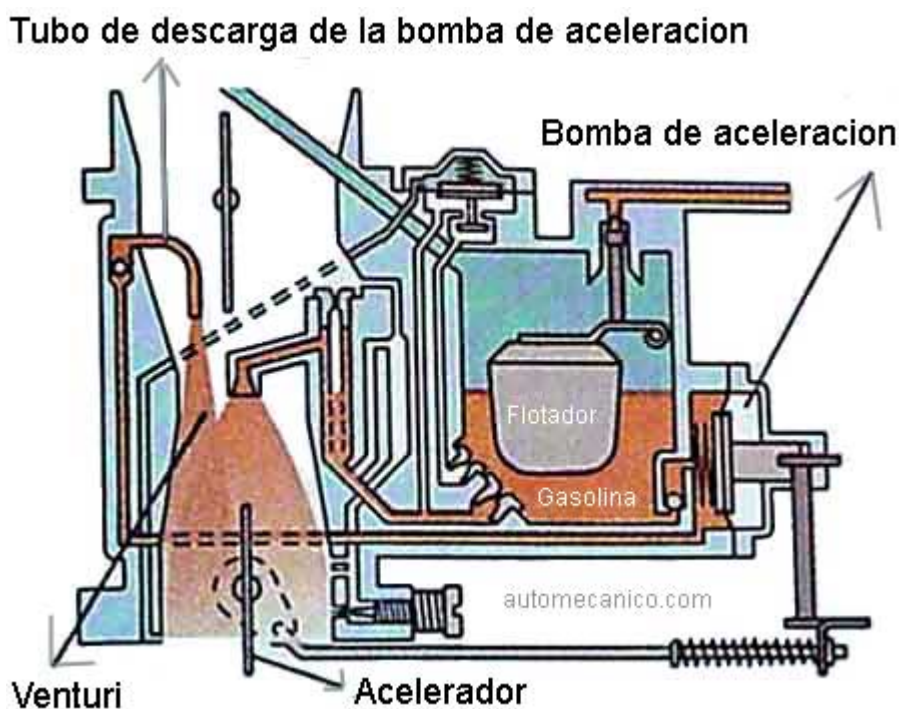


Ilustración 19. Carburador inyectando combustible adicional por movimiento brusco del pedal del acelerador. (Celis, 2014)

2.2.6 Funcionamiento de los componentes del carburador

Cuando el conductor no acciona el acelerador, la válvula de mariposa se encuentra cerrada y solo permite que pase una pequeña cantidad de aire, que absorbe la suficiente gasolina por el llamado surtidor de baja o ralentí, para que el motor no se pare sin acelerar.

Cuando el conductor pisa el acelerador, la válvula de mariposa se abre, permitiendo mayor caudal de aire, lo que hace que la succión producida en el difusor de una mayor riqueza de mezcla, con lo que el motor aumenta de revolución. Pasado un cierto número de grados de apertura de la mariposa, comienza el desplazamiento de la bomba de pique la cual inyecta combustible sólo si el movimiento del pedal del acelerador es rápido y de longitud significativa. Cuando la apertura de la mariposa se efectúa en forma gradual, la bomba no inyecta combustible.

En la actualidad existen mejoras notables en los carburadores, con varios sistemas que se han implementado en ellos, sin diferir en su principio de funcionamiento, dichas modificaciones son las que ayudan a cumplir con el mejor suministro de combustible que necesitan los motores más avanzados, como por ejemplo: existen carburadores con un sistema de choque automático para arranque en frío, tienen un regulador de inyección de mezcla a través de un difusor variable, y existen varios tipos de carburadores que emplean más de dos cuerpos de aceleración para sus diferentes regímenes de revoluciones, todo esto y más se detallará más adelante.

2.3. Tipos de carburadores

A finales del siglo XIX fueron inventados los carburadores, desde aquel tiempo se han desarrollado distintos tipos de carburadores, basándose en el diseño original, siendo cada vez más eficientes y potentes. Se ha investigado exhaustivamente su funcionamiento y complejidad, llegando a la conclusión de que existen en un amplio número de diseños y

tamaños de acuerdo a su aplicación automotriz, por lo tanto se nombrarán los más importantes o los más utilizados en el medio automotriz, y se los clasificará de la siguiente manera.

- De difusor fijo.

- Vertical ascendente.
- Vertical descendente o invertido (es el más utilizado).
- Horizontal o inclinado.

- Carburador doble.

- De doble cuerpo o escalonados.

- Carburadores cuádruples.

- Carburadores S.U, o con difusor variable.

2.3.1. Carburador de difusor fijo.

Es este carburador el que pertenecen a la mayoría de los modelos de todas las marcas (excepto los carburadores S.U) se caracterizan por mantener constante el diámetro del Difusor o Venturi, con lo cual la velocidad del aire y la depresión creada a la altura del surtidor son siempre constantes para cada régimen del motor, en función de la mayor o menor apertura de la mariposa de gases. (Durán, 2010).

Se puede hacer otra clasificación dentro de los carburadores de difusor fijo y tiene que ver con la posición del colector de aire y su difusor: 1. Vertical ascendente, 2. Vertical descendente o invertido (el más utilizado) y 3. Horizontal o inclinado, como se puede observar en la siguiente ilustración.

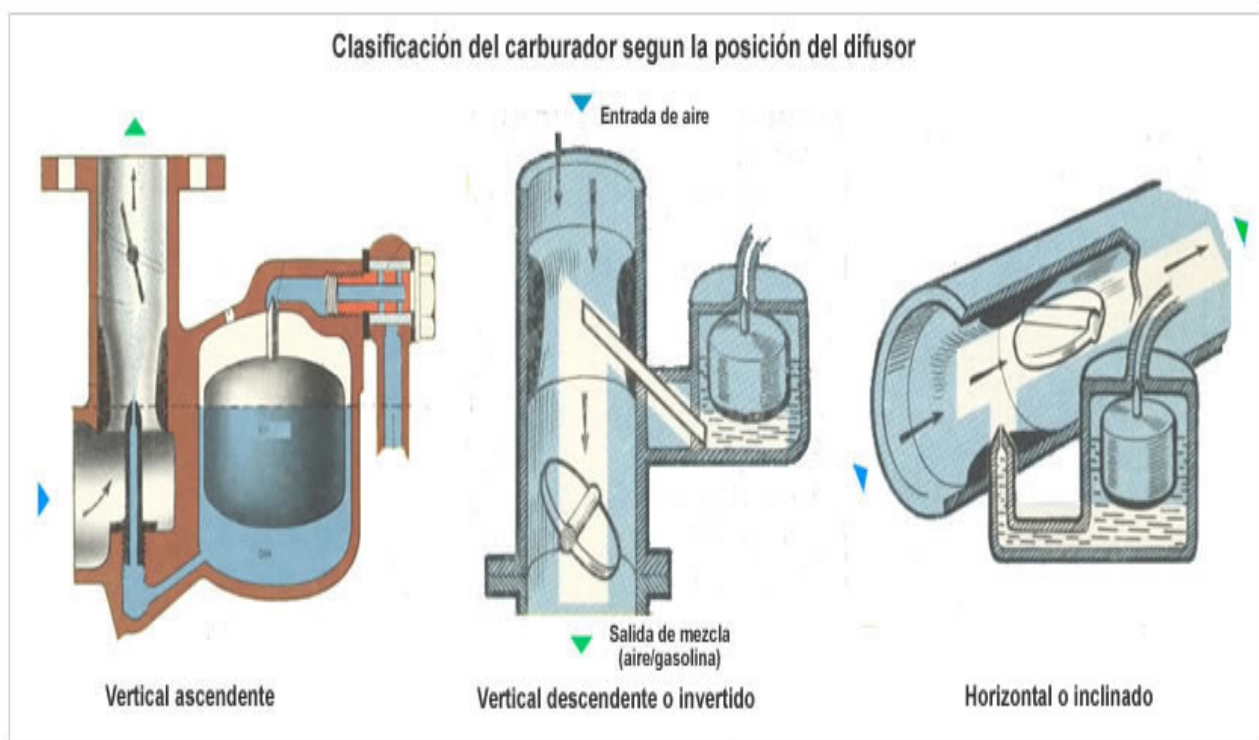


Ilustración 20. Tipos de carburadores con diferentes posiciones del difusor.(Durán, 2010).

2.3.2 Carburador doble.

Este tipo de carburador es el más utilizado en los vehículos de competición, o de altas prestaciones. Estos consisten en dos carburadores simples que trabajan en conjunto, uno por el número de cilindros o uno por cada dos cilindros, de acuerdo al número de cilindros que tenga el vehículo, unidos por un cuerpo en común (la cuba). Llevan dos colectores de aire y cada uno de los carburadores tiene todos los circuitos correspondientes para la formación y dosificación de la mezcla. Cada uno de los colectores desemboca por separado en un colector de admisión. De esta forma se consigue un mejor llenado de los mismos y un perfecto equilibrio en relación con la mezcla (Durán, 2010).

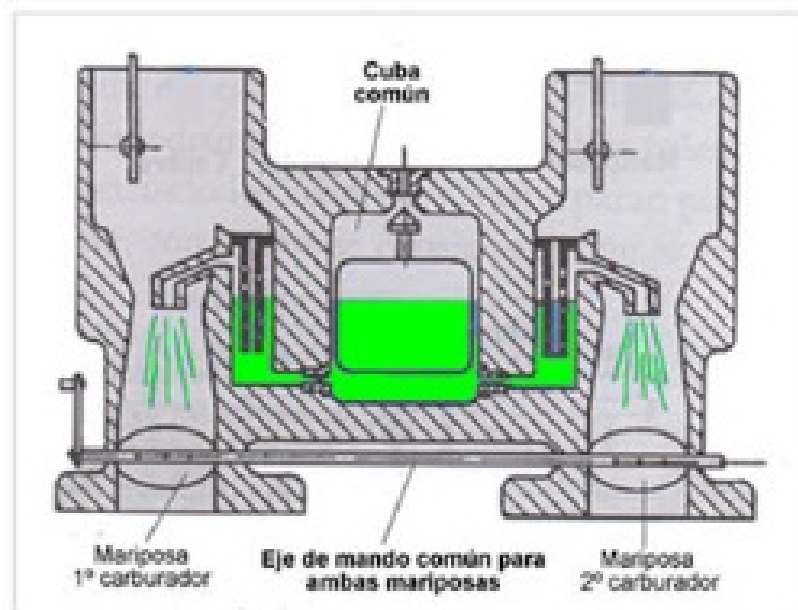


Ilustración 21. Dos carburadores prácticamente individuales con una cuba común

(Durán, 2010)

Lo que se observa en detalle en la ilustración anterior, es un carburador doble que se alimenta de una cuba "común" que suministra cantidades de combustible equivalentes a cada uno de los carburadores. El mando de los mismos se realiza con el acelerador del vehículo, que acciona simultáneamente las dos mariposas de gases, unidas por un eje común. Para el resto de circuitos (compensación, economizadores, bomba de aceleración y arranque en frío) se adopta el sistema correspondiente a cada tipo o marca de carburador.

Existen motores sobre todo de competición, que utilizaban un carburador por cilindro, todos los carburadores sincronizados para abrir y cerrar la mariposa de gases al mismo tiempo. El inconveniente de estos carburadores es que tienen que estar perfectamente equilibrados para suministrar el mismo caudal de mezcla a cada uno de los cilindros del motor. Este es el sistema que va a utilizar en esta tesis para repotenciar al motor de Suzuki Forsa 2 con carburadores de moto tipo U.S, ya que estos desperdician

menos combustible que los normales de difusor fijo, explicaremos más adelante su funcionamiento y en que difieren de los carburadores que actualmente ya se ha explicado.

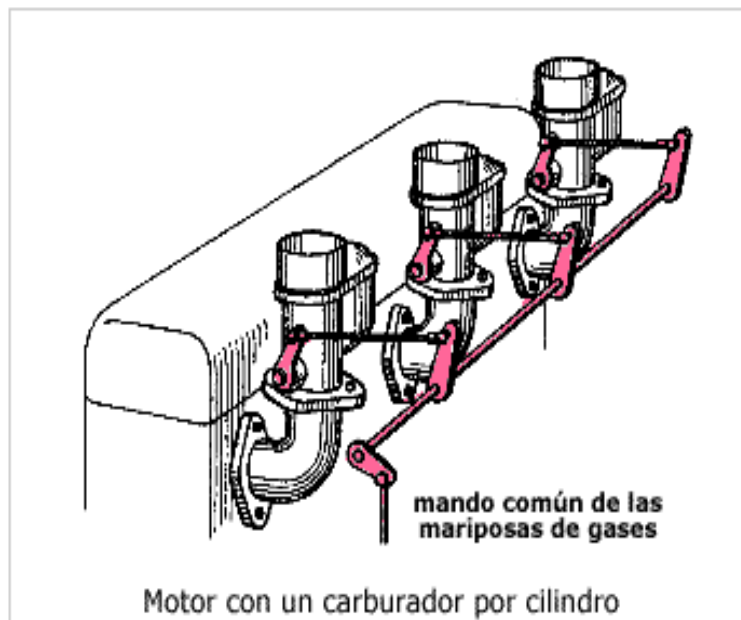


Ilustración 22. Un carburador por cilindro sincronizado por un cuerpo de aceleración en común. (Durán, 2010)

2.3.3 Carburadores de doble cuerpo o escalonados

En los motores de mediana o alta cilindrada, existe una gran cantidad de succión de combustible, por lo que sería perjudicial para el consumo de combustible si se tendría un difusor ancho, para las bajas RPM. Y al contrario sería perjudicial para la potencia del vehículo si se tendría un difusor estrecho para las altas RPM. Entonces para superar estas dificultades, este tipo de carburador tiene dos gargantas cada una con un difusor de su tamaño correspondiente al ancho del Venturi. Este tipo de carburador posee dos cuerpos uno denominado el principal (cuerpo primario), que es el de diámetro más pequeño, que se abre cuando el pedal del acelerador está a un cuarto o hasta la mitad, generando un flujo de

mezcla constante y medio para que no exista un exceso de consumo, cuando no es necesario; el segundo cuerpo denominado secundario (cuerpo secundario), es el que actúa cuando el pedal esta pisado a fondo, o cuando el vehículo necesita de altas prestaciones, al abrirse genera un gran flujo de mezcla hacia el motor dando una mayor potencia.

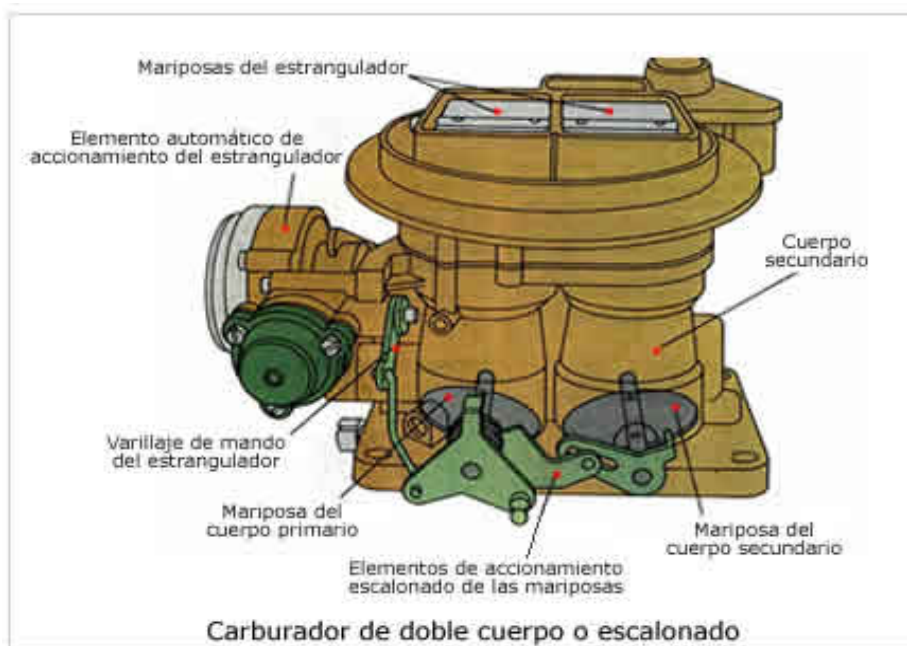


Ilustración 23. Carburador doble para vehículos de alto cilindraje (Durán, 2010).

Funcionamiento.

Como afirma Durán (2010)

Este carburador está formado por dos colectores de admisión unidos por un cuerpo común, con dos surtidores independientes alimentados por una cuba común. En el cuerpo principal, se dispone un difusor de menor diámetro que en un carburador normal, para conseguir a bajas RPM del motor, una mayor velocidad de aire y por lo tanto, una mejor succión de combustible para formar la mezcla. En el

segundo cuerpo del carburador (cuerpo secundario), que solo funciona a altos regímenes del motor, se dispone un difusor más ancho para obtener un mejor llenado de los cilindros para grandes cargas del motor. Las mariposas de gases (5) y (6) en los dos cuerpos del carburador van sincronizadas en su apertura, de forma que, hasta un determinado régimen de funcionamiento, la mariposa del segundo cuerpo permanece cerrada, por lo que este cuerpo no proporciona mezcla. Pero cuando la mariposa de gases del cuerpo principal alcanza un determinado régimen de funcionamiento (aproximadamente los 2/3 del recorrido), comienza la apertura de la mariposa (6) en el cuerpo secundario. De forma que este carburador empieza su funcionamiento en ralentí, aportando su mezcla por el cuerpo principal hacia la admisión del motor, a partir de ese momento, se abre la mariposa de gases secundaria sincronizada con el cuerpo principal, pero más rápidamente que ésta, de forma que, con el acelerador pisado a fondo, ambas mariposas están totalmente abiertas.

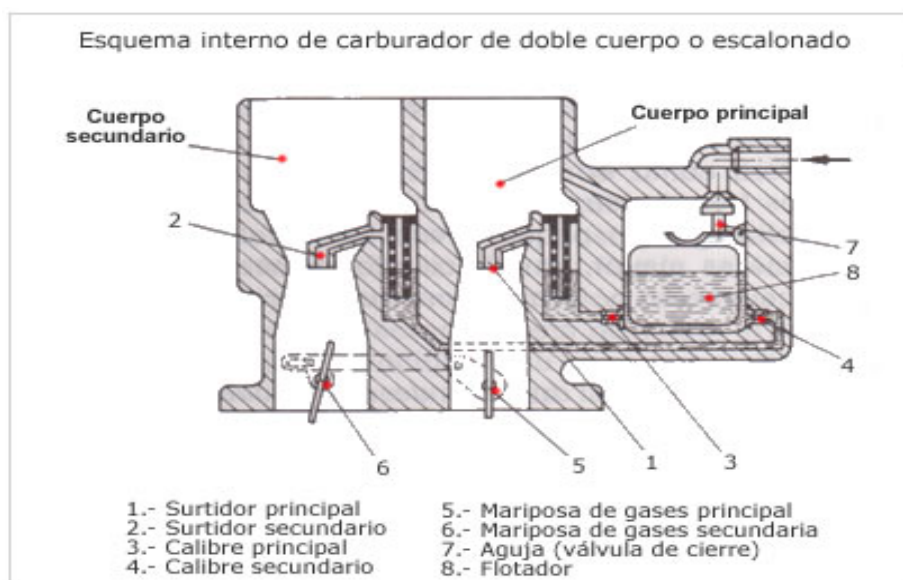


Ilustración 24. Esquema interno de un carburador de doble cuerpo, numerado cada uno de sus elementos principales para su mayor entendimiento (Durán, 2010)

2.3.4 Carburadores cuádruples

Este tipo de carburador es una mezcla de todos los carburadores anteriormente mencionados con una mayor similitud a los carburadores de doble garganta con la diferencia que estos son cuádruples, son utilizados principalmente en los motor de 8 cilindros en V. Están constituidos por un filtro y una cuba en común, De los 4 cuerpos dos son principales, sirviendo cada uno para alimentar a 4 cilindros del motor y los otros dos cuerpos son secundarios de los principales. Los cuerpos principales tienen unidas físicamente las mariposas de gases para poder abrir y cerrar a la vez como si de un carburador doble se tratase. Las mariposas de gases de los cuerpos secundarios funcionan de manera dependiente de las primarias siempre por detrás de estas últimas.

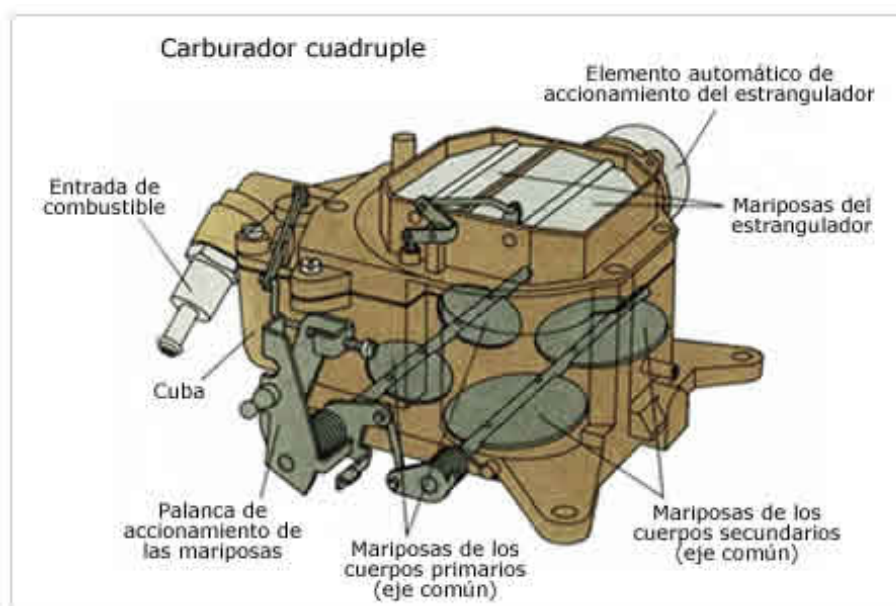


Ilustración 25. Carburador cuádruple con vista interna de sus cuatro cuerpos, sincronizados por dos ejes (Durán, 2010).

Como afirma Durán (2010) “Para el mismo motor anterior, de 8 cilindros en V, se pueden utilizar dos carburadores cuádruples, con ello se mejora el llenado de los cilindros por lo tanto aumenta el rendimiento volumétrico del motor. El inconveniente de este

montaje es la sincronización y puesta a punto de las mariposas de gases, requiere unas grandes dosis de paciencia, destreza y la utilización de un equipo específico de comprobación”.



Ilustración 26. Esquema de un colector de admisión para un motor de 8 cilindros en v, alimentado por un carburador cuádruple (Durán, 2010)

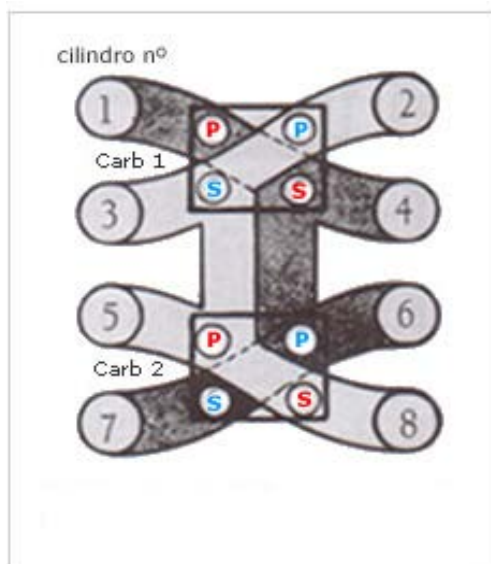


Ilustración 27. Esquema de un colector de admisión para un motor v8, alimentado por dos carburadores cuádruples. (Durán, 2010)

2.3.5 Carburador tipo S.U. o de difusor variable.

Este tipo de carburadores son aquellos que tienen el surtidor y el difusor de secciones variables. La depresión del difusor aumenta directamente con la velocidad y a mayor depresión también es mayor la elevación del pistón y la sección del difusor; lo cual tiene como resultado el mantenimiento de una velocidad constante en el difusor y el surtidor. En marcha normal, la mariposa está totalmente abierta. La depresión aumenta y el pistón que está sometido en su parte superior a dicha depresión sube, aumentando así progresivamente la sección de paso de aire y gasolina.

Este tipo de carburador diferente a los estudiados hasta ahora, se emplea principalmente en motocicletas, aunque también ha sido usado por automóviles de origen británico como: Rolls-Royce, Jaguar, grupo BMC, etc. El nombre de una marca de estos carburadores es "S.U", cuyo nombre procede del apellido del inventor y la sociedad que lo fabricó (Skinner United) o S.V por las siglas de surtidor variable.

Se caracteriza por tener el difusor variable y suele colocarse de forma horizontal. La sección del difusor se controla por una válvula de vacío, la cual aumenta o disminuye el diámetro del dicho difusor, en función de las condiciones de funcionamiento del motor. De esta forma se regula en todo momento y de una forma automática, la riqueza de la mezcla (Durán, 2010).

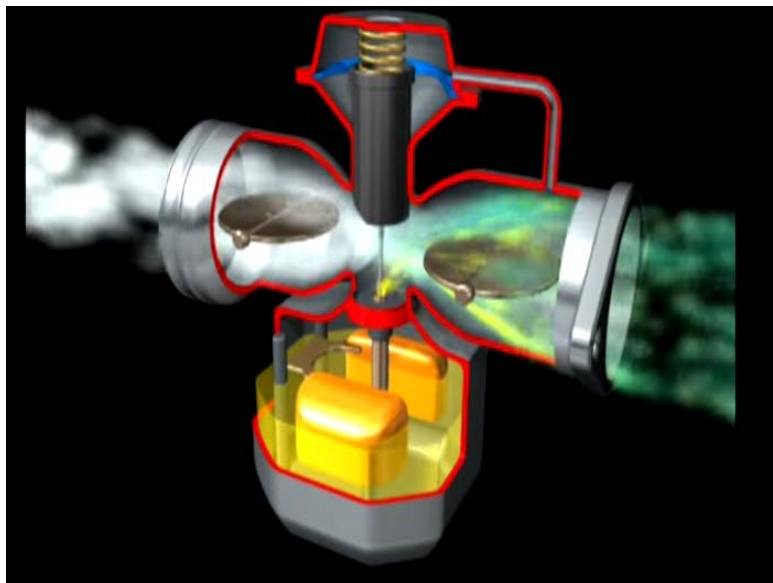
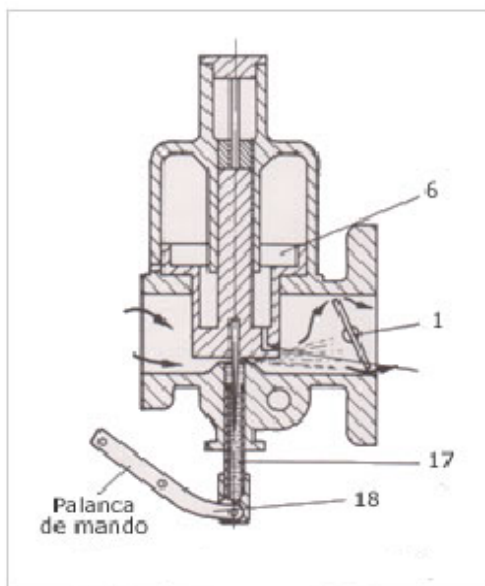


Ilustración 28. Carburador S.U. a su máxima aceleración, con el difusor y el Venturi totalmente abiertos (Pineda, 2010).

Constitución



Tiene un cuerpo principal o colector de aire, sobre el que va instalado el surtidor, que se alimenta de la cuba. Este surtidor es desplazable en su alojamiento (17) por un sistema de tirador (tirador-palanca de mando) situado al alcance del conductor, de forma que, cuando su boca descende con relación a la aguja (2), el paso del combustible se hace mayor.

Ilustración 29. Carburador S.U. con sistema de arranque en frío.

Sobre el colector de aire, y en la parte superior del mismo, va dispuesta la válvula de mando. Esta consiste en una campana de vacío (15), en cuyo interior se desplaza un émbolo (6) unido al amortiguador hidráulico (7), cuyo desplazamiento es controlado por un muelle (11). El interior de la campana se comunica con el colector de aire a través del conducto (4), por el cual se efectúa el vacío interno para el desplazamiento del émbolo, que es compensado por el aire que entra del exterior por el conducto (5). En el interior del amortiguador hidráulico, lleno de aceite fluido, ajusta un pistón fijo (10) de compensación, el cual efectúa su acción amortiguadora al pasar el fluido de un lado al otro de la cámara por el orificio (16). La posición de este pistón se regula por medio de la tuerca (14) (Durán, 2010).

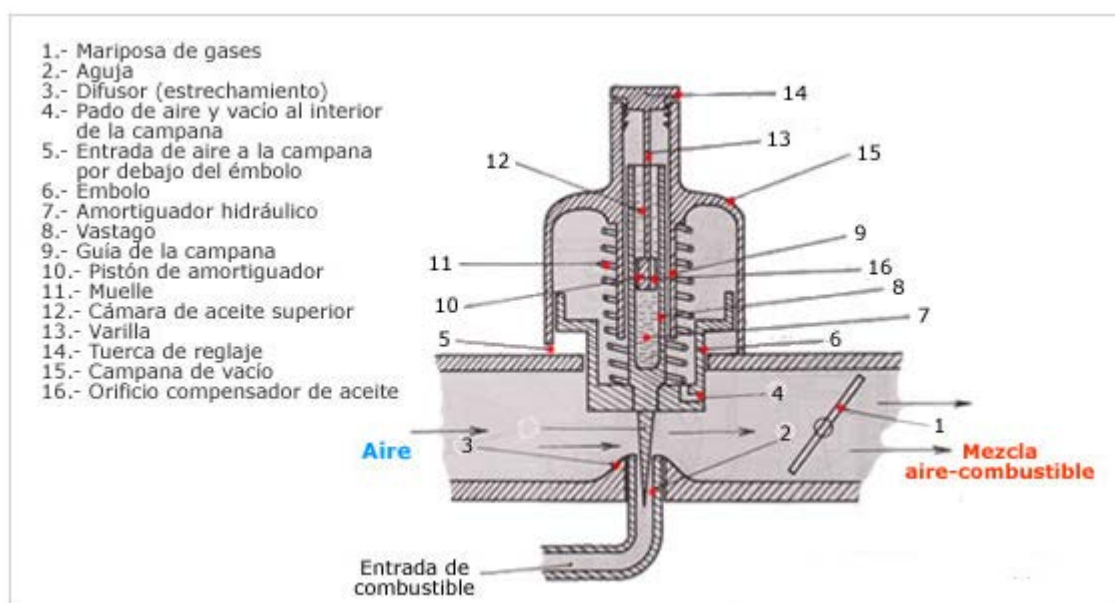


Ilustración 30. Esquema de un carburador S.V. Con difusor y surtidor variable (Durán, 2010).

Este tipo de carburador de difusor y surtidor variable es el más efectivo en cuanto a consumo y potencia, siempre y cuando se utilice uno por cilindro, o como máximo uno por

cada dos cilindros, como en motocicletas por ejemplo. Existen varios fabricantes de este carburador, por lo cual difieren en ciertos aspectos su funcionamiento o su efectividad, pero trabajan en el mismo principio.

Este tipo de carburador es el que se ha utilizado en este proyecto, debido a su efectividad y eficiencia. Lo que se ha realizado en esta tesis es un tipo de trucaje de motor, ya que sabemos existen varias formas y métodos de preparar un motor estándar a un motor de competencia. En teoría lo que se hizo en esta tesis es mejorar el sistema de admisión, favoreciendo al llenado de mezcla en la cámara de combustión, por medio de tres carburadores de motocicleta tipo S.V. sustituyendo al carburador original del vehículo (carburador de difusor fijo), en el capítulo siguiente se detallará el proceso que se debió seguir, paso a paso para hacer esta adaptación, y se explicará su costo beneficio.

CAPÍTULO 3. MODIFICACIONES REALIZADAS EN EL MOTOR SUZUKI FORSA 2

En la ilustración 31 se puede observar como se encontraba el motor, es un motor en buen estado prácticamente nuevo, pero con varios sistemas mecánicos faltantes, sin conexiones y componentes eléctricos, por lo cual fue necesario instalar y diseñar dichos sistemas los cuales se detallarán uno a uno a lo largo de este capítulo.

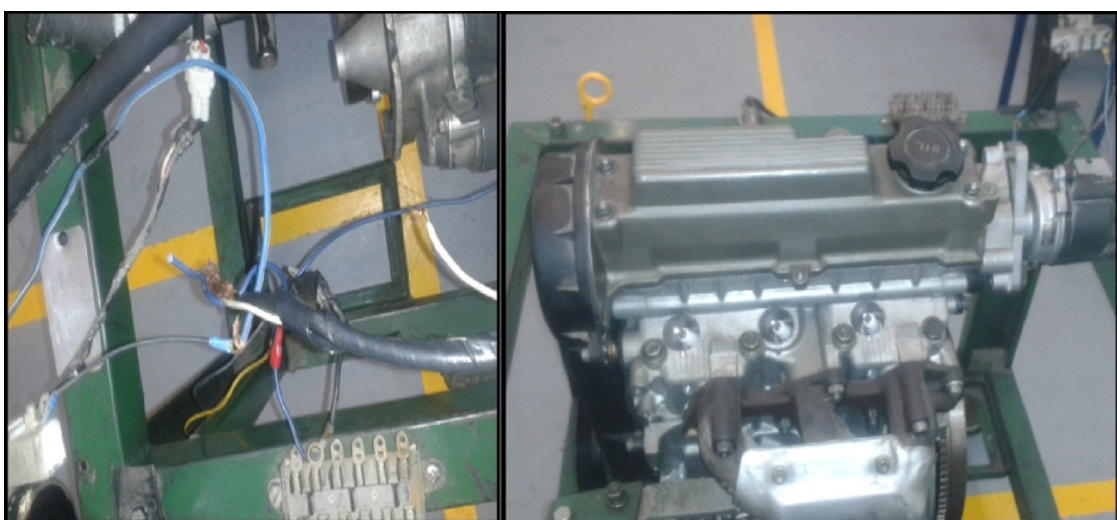


Ilustración 31. Maqueta, motor Suzuki Forsa 2, fuera de funcionamiento (el autor, 2014).

A continuación se detallará una tabla de especificaciones de los componentes y sistemas del motor Suzuki Forsa 2, tanto materiales de fabricación, medidas del motor, tipo de motor etc... estos datos son de gran importancia a lo largo del desarrollo de este proyecto de grado, debido a que en base a estas especificaciones se partirá en la búsqueda de sus nuevos repuestos, además dicha información facilita la noción de los sistemas en los cuales se puede trabajar para la mejora de la potencia. En la figura siguiente también se subrayará las características más importantes en el desempeño de este motor y que pueden ser modificadas.

3.1 Especificaciones del motor.

| | |
|------------------------------------|--|
| TIPO | SOHC 3 cilindros en línea/ cuatro tiempos/ |
| MATERIAL | Aluminio bloque/cabezote/admisión |
| PESO | 60.1 Kg (134.5 lbs) / completamente armado |
| CILINDRADA | 993 cc (61 in.cu) |
| DIAMETRO x CARRERA | 74 x 77 (mm) / 2.91 x 3.03 (in) |
| RELACION DE COMPRESION | 9.5:1 |
| POTENCIA | 48 Hp @ 5100 rpm |
| TORQUE | 57 lbs-ft @ 3200 rpm |
| CARBURADOR | AISAN descendente, doble cuerpo |
| ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE | Bomba mecánica |
| CAPACIDAD DE COMBUSTIBLE | 8.3 galones |
| TIPO DE COMBUSTIBLE | Gasolina extra 82 Octanos |
| SISTEMA DE ESCAPE | Simple |
| SISTEMA DE ENCENDIDO | Electrónico |
| BUJIAS | NGK BPR6ES |
| ORDEN DE ENCENDIDO | 1-3-2 |
| SISTEMA DE REFRIGERACIÓN | Circulación forzada de agua por bomba |
| CAPACIDAD REFRIGERANTE | 4.1 litros |
| SISTEMA DE LIBRICACION | Bomba de rotor |
| CAPACIDAD DE LUBRICANTE | 3.5 litros |
| LUBRICANTE | 10W40 |
| PRESION DE ACEITE | 42-54 psi @ 3000 rpm |
| ALTERNADOR | 55 amp |
| BATERIA | 400 cca |
| CAMPO DE REVOLUCIONES | 800 – 5700 rpm |

Ilustración 32. Especificaciones del motor Suzuki Forsa 993cc dadas por el fabricante (Haynes, 1995)

3.2 Revisión y sustitución de conexiones y componentes eléctricos

Se procedió a revisar todas las conexiones eléctricas, bobina, CDI, (este motor tiene un sistema de control de encendido por medio de CDI, para evitar daños en el platino y condensa típicos de este tipo de motores) distribuidor magnético, alternador, motor de arranque, cables de bujía y bujías; todo se comprobó por medio de continuidad y

resistencia medidas por un multímetro de 12v común para el área automotriz. Los elementos que nos presentaron anomalías son: Bobina, cableado principal de encendido, motor de arranque, bujías y cables de bujías.

3.2.1 Bobina.

La comprobación de una bobina de encendido se basa en medir, la resistencia eléctrica del primario y del secundario a través de un multímetro de uso automotriz. La medida estándar en ohmios (Ω) que sería la resistencia de una bobina de encendido electrónico, deberá estar en los valores aproximados; en el primario de 3Ω a 5Ω y en el secundario que es la de alto voltaje, de 10.000Ω a 13.000Ω . La bobina que se encontraba en el motor no presento ningún valor en el rango de los valores mencionados, por lo que se debió cambiar por una nueva, la que se puede encontrar en cualquier distribuidor de repuestos Chevrolet o en algún almacén de repuestos eléctricos automotrices.

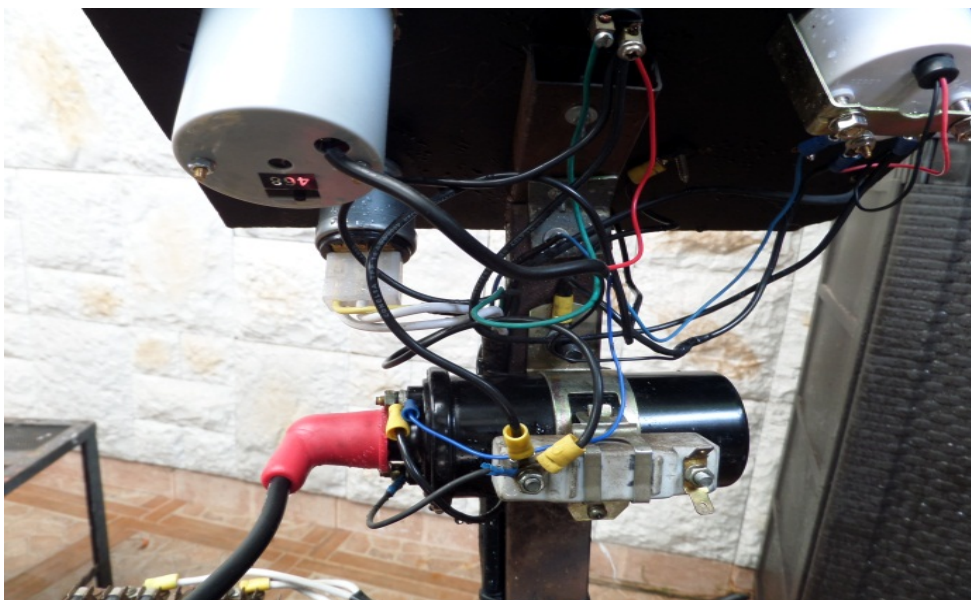


Ilustración 33. Bobina montada y conectada (el autor, 2015)

3.2.2 Cableado principal de encendido

Debido a conexiones faltantes de la maqueta del motor de Suzuki Forsa 2 se procedió a realizar un nuevo cableado de encendido. El cual fue diseñado y conectado en base a la siguiente ilustración 34. Teniendo excelentes resultados en cuanto a su funcionamiento.

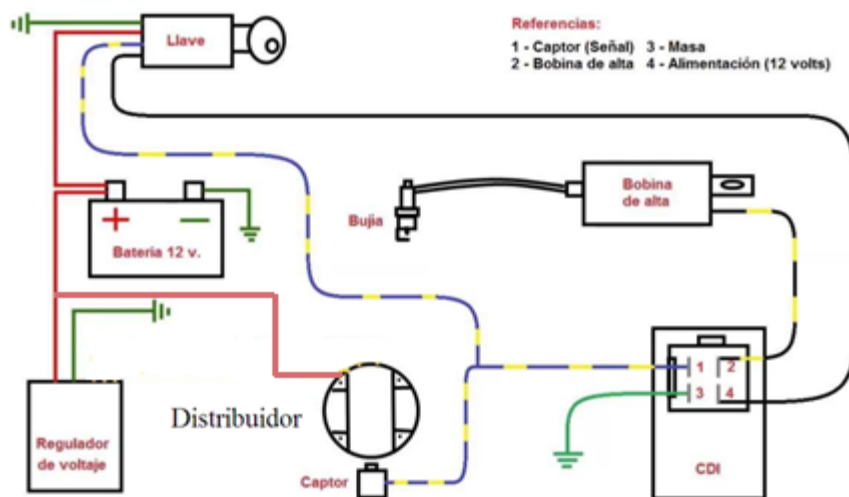


Ilustración 34. Diagrama eléctrico de encendido (Guerrero, 2014)

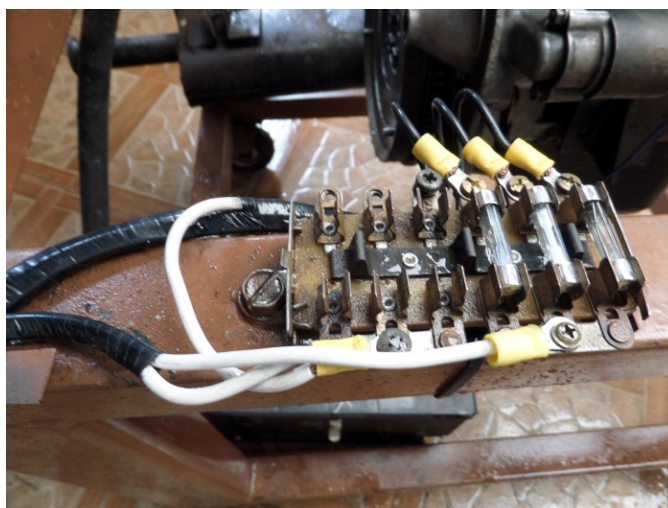


Ilustración 35. Conexión real, circuito de encendido basándose en la ilustración 34 (el autor, 2015)

3.2.3 Motor de arranque

Una vez terminado el circuito de encendido, el motor no encendía, teniendo una batería en buen estado y todas las conexiones anteriormente descritas totalmente probadas e inspeccionadas, se llegó a la conclusión de que era el motor de arranque, para estar seguros de su probable falla se dió corriente directa al terminal positivo del arranque, donde comprobamos que el motor de arranque seguía sin trabajar además de su mala sujeción al motor. Una vez desmontado y desarmado el motor de arranque, se notó que los carbones estaban desgastados (siendo su único inconveniente ya que todo estaba en excelente estado), los cuales fueron sustituidos por nuevos, simplemente se volvió a montar el motor de arranque y se centró correctamente para su funcionamiento óptimo.



Ilustración 36. Motor de arranque montado en el motor, fuera de funcionamiento (El autor, 2014)

3.2.4 Bujías y cables de bujías

Como se sabe las bujías son un componente esencial para el funcionamiento correcto del vehículo son las encargadas de que exista una buena combustión, tienen un tiempo de vida útil aproximado de veinte mil kilómetros, ya que son sometidas a grandes temperaturas, son expuestas a hollín debido a la combustión de gasolina, estas tienden a perder sus electrodos y a descalibrarse o carbonizarse, la calibración de una bujía depende

del tipo de motor pero en su gran mayoría es de 1 y 2 mm (0.028 y 0.060 pulgadas). Una vez sacadas del cabezote del motor, fue evidente que estaban desgastadas ya que se pudo observar en sus electrodos una decoloración anormal y se encontraron descalibradas, por lo que se decidió sustituirlas por nuevas del mismo tipo que el fabricante recomienda (que se detalla en la ilustración 32); en cuanto a sus cables, también se sustituyeron por nuevos debido a que algunos de ellos no presentaban la misma resistencia que los demás (la resistencia de los cables varían de acuerdo el fabricante). La resistencia para cables con núcleo de cobre puede ser des 1 k Ω hasta 6.5 k Ω , la que se midió por un multímetro común. Se recomienda:

- Retirar los cables con el motor frío esto por seguridad
- Utilizar pinzas adecuadas para retirar los cables para evitar daños al cable y su aislante.
- Evitar perforar el cable o capuchón en cualquier punto.
- No tirar del cable para desconectarlo se debe sujetar del capuchón para retirarlo.
- No doblar los terminales del cable al desconectarlo.



Ilustración 37. Cables nuevos de bujía y bobina

3.3 Comprobación y sustitución de la parte mecánica del motor

3.3.1 Revisión del sistema de refrigeración.

Como se observa en la ilustración siguiente, el motor se encontraba sin un sistema de refrigeración, por lo tanto se procedió a diseñar un sistema común, que consta de radiador, electro ventilador activado por un Switch, cañerías, codos de caucho y metálicos.



Ilustración 38. Motor Suzuki Forssa con sistema de refrigeración faltante (el autor, 2014)

Primero se consiguió un radiador de un mayor tamaño al original y también se instaló un electro ventilador, debido a que el motor siempre se va a poner en funcionamiento en lugares de poco flujo de aire, haciendo que el motor suba de temperatura, posteriormente se fabricó un soporte metálico que sujete el radiador, a raíz de tener instalado y bien sujeto el radiador se fabricó un codo metálico que se acople en la entrada de líquido haciendo sello con papel victoria y silicón, por último se consiguió mangueras de caucho con su forma y diámetro correspondiente para sellar el sistema y con ello recircule libremente el refrigerante, sea desde el radiador al motor o por el retorno del motor hacia el radiador.



Ilustración 39. Diseño y fabricación de codo de ingreso de líquido refrigerante hacia el cabezote (el autor, 2015)

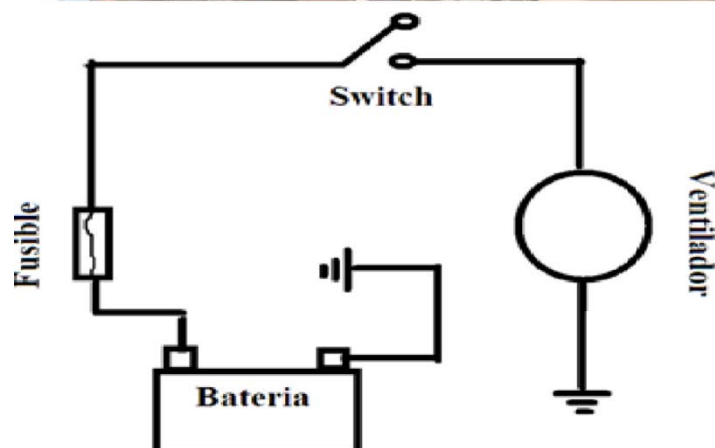


Ilustración 40. Sistema de refrigeración y esquema eléctrico de electro ventilador (Autor, 2015)

3.3.2 Revisión de la alimentación o carburación.

Al volver a instalar el motor de arranque, se logró apreciar una falla de alimentación en el motor, debido a que se encontraba con un carburador en mal estado, además que no era el original del motor, ya que este motor antes de ser usado para maqueta de estudio, era a inyección mono punto, (año 1995) esto quiere decir que tenía un solo inyector para sus tres cilindros, teniendo una mejor mezcla de combustible y menos desperdicio que la de un solo carburador, pero en base a nuestro estudio, aun con un solo inyector el cambio a tres carburadores sería un beneficio para su mayor desempeño. Como el motor Suzuki Forsa 2 del año 1993 funciona originalmente con un carburador de 35 mm de difusor fijo, lo que se hizo para que funcione en la maqueta el motor Suzuki, se colocó un carburador con las características similares a su modelo anterior que es a carburador. Sin embargo el motor se prendía pero era inestable, y no se mantenía funcionando en ralentí.



Ilustración 41. Carburador de difusor fijo, y múltiple de admisión para un solo carburador (el autor, 2014)

El carburador original del vehículo Suzuki Forsa 2 del año 1993 es: de doble difusor fijo uno para altas RPM y el otro para bajas, el de altas RPM tiene un surtidor con un gicleur 120 mm. Y el de bajas tiene un gicleur de 90 mm, tiene bomba de pique, choque automático y corrector de exceso de combustible, componentes que ya se nombraron anteriormente. Más adelante con este carburador (ilustración 42) se desarrollará las pruebas necesarias para comparar las mejoras que debieran existir, con el motor de tres carburadores de difusor variable el cual es el de la maqueta de tesis.



Ilustración 42. Carburador original Suzuki Forsa, de doble Venturi y difusor (el autor, 2015).

3.3.3 Medición de compresión

Se revisó el estado del aceite, comprobando que el motor está con un aceite liviano 10w40 debido a que el motor tiene pocas horas de uso, luego se midió la compresión del motor la cual fue: cilindro número uno, 115 psi, en el cilindro número dos 115 psi y el tercer cilindro 110 psi, el cual es un rango bastante tolerable para este motor. La compresión del motor es la fuerza que ejerce el pistón sobre la mezcla o gases de escape (de acuerdo en el tiempo que se encuentre el motor) en la cámara de combustión o block, medida por un reloj llamado manómetro que funciona a través de presión. Para medir la

compresión se conecta en lugar de la bujía el manómetro y se procede a dar arranque al motor hasta que la aguja llegue a su punto máximo. Midiendo la compresión se puede comprobar que exista un sellado perfecto en el block y cámara de combustión, esto quiere decir que el pistón, rines y válvulas están en correcto estado y funcionamiento.



Ilustración 43. Medición de Compresión cilindro número uno (el autor, 2015)

En los motores de explosión aumenta el rendimiento a medida que aumenta el grado de compresión de la mezcla hasta cierto punto. Esto queda claramente de manifiesto por medio de la ilustración 44.(Gilleri, 2005)

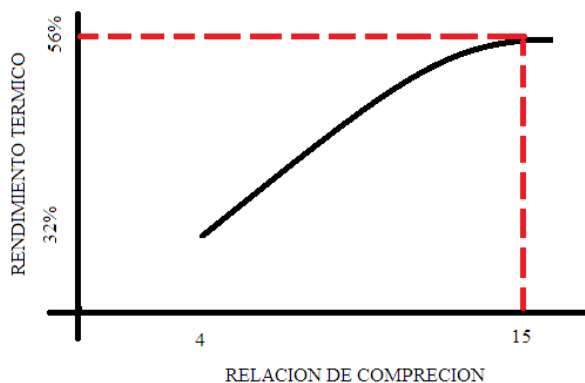


Ilustración 44. Rendimiento de un motor alcanzado por el grado de compresión (el autor, 2015.)

En la ilustración anterior se observa que el rendimiento térmico nunca va a alcanzar su 100% de aprovechamiento, debido a la pérdida de calor que existe en el motor debido a sus diferentes componentes como escape, radiador y block.

3.3.4 Orden de encendido

Una vez comprobado la compresión del motor, el siguiente paso sería poner a punto, sincronizar la distribución, determinando el orden de encendido del motor Suzuki Forsa 2, que es 1-3-2 esto quiere decir que: el orden de encendido de la chispa comienza en el cilindro número uno que debe estar en el tiempo de compresión para que exista un encendido de la mezcla y sucesivamente con los demás cilindros. Entonces para comprobar que el cilindro número uno está en compresión, se saca su respectiva bujía, con cuidado de no dejar nada adentro del cilindro, se comprueba con un desarmador que el pistón llegue a su punto más alto PMS, y se deja coronando fijándose que las marcas de los grados del cigüeñal estén en 0 grados, estos quedan en la polea del cigüeñal, se procede a abrir el distribuidor, y se observa si el magneto que corresponde a la bujía del

cilindro uno, se encuentre justo ese momento cursando por el generador de impulsos, que es el que da la señal al CDI y posteriormente a la bobina para que mande la corriente necesaria a la bujía correspondiente. Haciendo este procedimiento se comprueba que el orden de encendido del vehículo este bien, ya que de no ser así el motor no se encendería correctamente o ni siquiera se prendería.



Ilustración 45. Puntos de distribución polea cigüeñal. (El autor, 2015)

Una vez sincronizado el orden de encendido de la forma anteriormente descrita, al encender el motor sigue con la misma falla de falta de fuerza, que no desarrolla, no se mantiene encendido o no se prende, y se ha descartado cualquier avería en la carburación, conexiones eléctricas o falta de compresión, se tendrá que realizar el siguiente proceso, que básicamente es: sacar la tapa que cubre la banda de distribución junto a sus poleas y revisar los puntos que se mostrarán en la ilustración 46, que comprobará que el motor este en cero grados, para asegurarse que esto se cumpla, será necesario sacar el tapa válvulas y fijarse que las levas del primer cilindro (el primer cilindro es el que va junto a la distribución) que son las que abren las válvulas estén haciendo contacto con las pastillas de válvulas con su

parte más baja, que quiere decir que no están ejerciendo ningún tipo de presión sobre las válvulas, manteniéndoles cerradas. Indicando que el pistón número uno realmente esté en compresión, si estos puntos no se dan se debe sacar la banda de distribución mover las poleas hasta que coincidan los puntos y volver a ajustar todo en su sitio, antes de terminar se debe fijar que el distribuidor este cursando el magneto del cilindro uno.

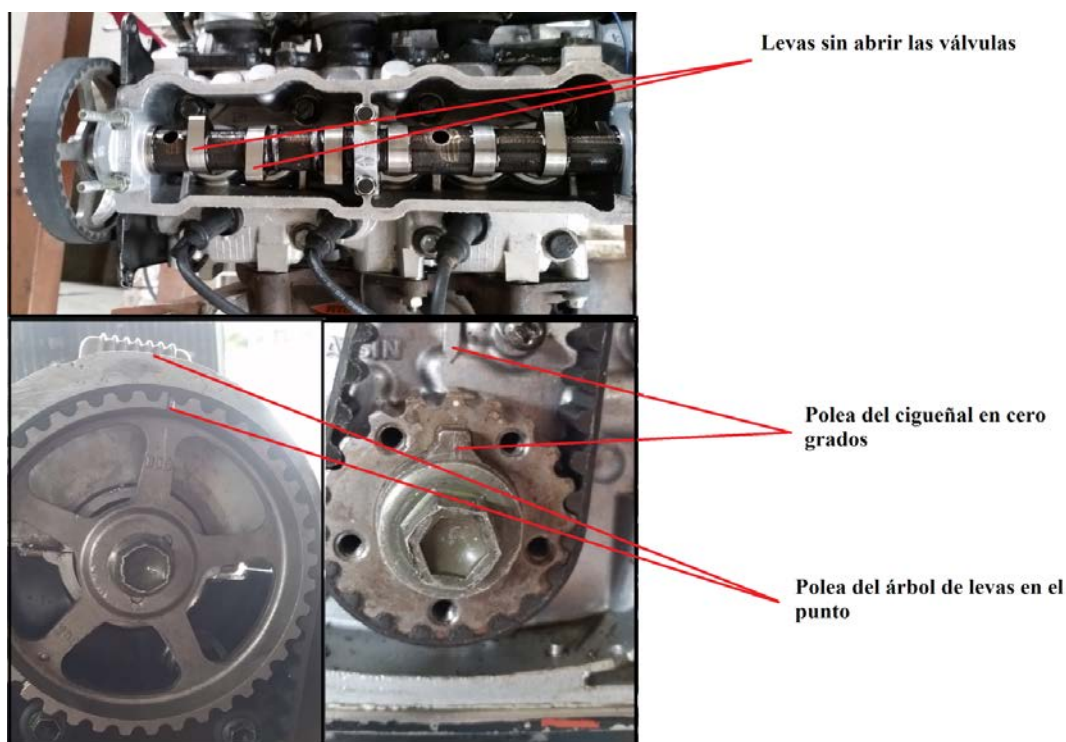


Ilustración 46. Sincronización de distribución según puntos marcados por el fabricante (el autor, 2015)

3.4. Procedimiento, para la adaptación de tres Carburadores S.U. de moto marca Mikuni a un motor Suzuki Forsa 2.

3.4.1 Introducción

Una vez ya estudiado o recordado el funcionamiento del carburador y sus partes, se conoce la importancia de este para el rendimiento del motor y que la mayoría de automóviles de cilindraje moderado, tan solo poseen un carburador, el cual el fabricante de

cada marca ha estudiado y ha calculado, que con un carburador de tamaño respectivo al motor es suficiente para otorgar una potencia-consumo normal necesaria. Los carburadores de automóviles tienen restricciones de exceso de mezcla y sobre todo, no permiten que exista una mezcla demasiado rica, para no exceder con el consumo y desperdicio de combustible en el motor, sin olvidar a la mayor producción de contaminación, para que esto se dé el fabricante sacrifica la potencia para ahorrar combustible. Los carburadores de moto, están fabricados para un mayor rendimiento a un régimen de revoluciones más alto, sin dar mucha importancia al ahorro de combustible. Por esto se ha decidido colocar un carburador de moto por cada cilindro del motor, logrando con ello mayor potencia y desempeño.



Ilustración 47. Cuatro carburadores (de difusor y Venturi variable) de motocicleta individuales, (Motosvan, 2012).

3.4.2 Construcción de un nuevo colector de admisión tipo weber

Primero se procedió a desmontar el múltiple de admisión conjunto a su carburador, una vez desmontado estos elementos se podrá observar los orificios de admisión que son los que se muestran en la ilustración siguiente, los cuales nos permiten diseñar y construir una placa metálica a medida, la cual cumplirá la función de múltiple de admisión con tres toberas individuales, para cada cilindro con su propio carburador, además se deberá diseñar un sistema para que no se obstruyan los canales de refrigerante que pasaban originalmente por el múltiple de admisión anterior, para con ello calentar al nuevo colector de admisión tipo weber, con ello se gasifique mejor el combustible.

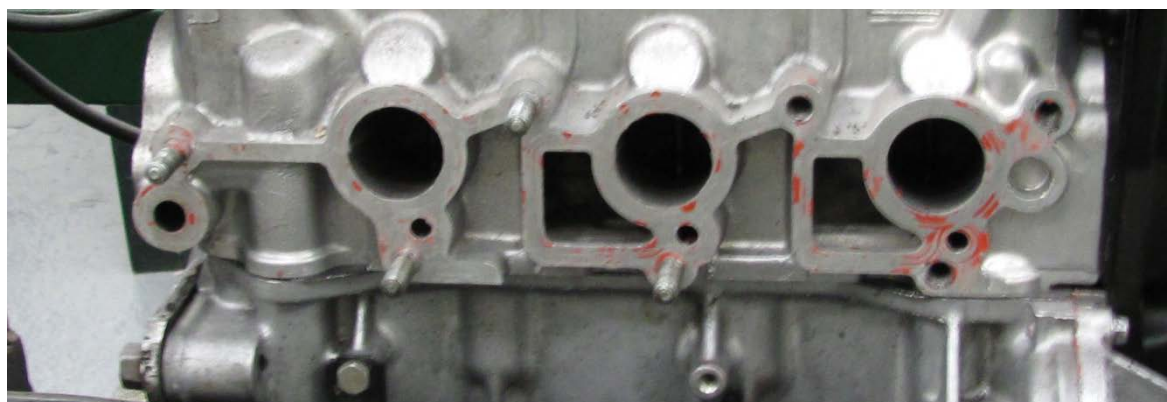


Ilustración 48. Entrada de admisión del vehículo en el cabezote del motor, sin un sistema de admisión (el autor, 2015).



Ilustración 49. Colector de admisión tipo weber terminado (el autor, 2015).

Antes de pensar en comprar los carburadores se deberá saber de que tamaño deben ser de acuerdo al motor y esto lo lograremos a través de la siguiente ecuación.

3.4.3 Ecuación para obtener el diámetro del carburador de acuerdo al tipo de motor.

El cálculo de la cantidad de gas o mezcla requerido por un motor es muy complicado, por cuya razón vamos a proporcionar algo aproximado y no de una exactitud total, puede servir perfectamente después de algunos intentos para poder determinar el carburador aproximado para un motor.

Primero se debe medir el diámetro del carburador, cuya ilustración la podemos ver en la ilustración 50. La ecuación tiene presente, ante todo, la capacidad del cilindro en volumen, el número de revoluciones máximas que puede alcanzar el motor y además del número de cilindros que el carburador se verá precisado a alimentar (Vicente, Trucaje de motores de 4 tiempos, 1995).

Cuando el cuerpo del carburador alimenta 1, 2, 3, 4 cilindros:

$$D = 0.82 \times \sqrt{C \times N}$$

Donde, D es el diámetro del carburador, C es la cilindrada unitaria y N el número de r.p.m. máximas divididas por 1000.

Datos Suzuki Forsa 2: tendríamos, 993 cc total, 3 cilindros, 6000rpm. Max.

$$D = 0.82 \times \sqrt{((993/3) \times 6)}$$

$$D = 0.82 \times \sqrt{(331 \times 6)}$$

$$D= 0.82 \times \sqrt{1986}$$

$$D= 0.82 \times 44.56$$

$$D= 36.53$$

Gracias a esta ecuación, se consiguió el valor aproximado del diámetro del carburador, por lo tanto se instaló en el motor Suzuki Forsa 2, tres carburadores de moto marca Mikuni de 36 mm. Esperando tener con esta fórmula un desempeño más asertivo, que el que sería poner carburadores con medidas al azar o estimadas. Por otro lado, para el cálculo del tamaño del gicleur es necesario hacer varias pruebas con el motor en marcha e ir descartando las medidas de gicleurs con el cual el motor no tiene su mayor potencia.



Ilustración 50. Medición de diámetro del carburador (el autor, 2015)

3.4.4 Sincronización y unión de tres carburadores de motocicleta marca Mikuni

En este procedimiento se toma las medidas de la placa de admisión, que a su vez fueron diseñadas a medida de la entrada de admisión del cabezote, con estos datos se tiene

la media para saber a que distancia deben permanecer los carburadores, fijándolos entre sí con dos platinas, logrando que se afirmen y calcen al colector de admisión tipo weber. A parte se fabricó una platina más superior la cual sujeta el choque de los tres carburadores, sincronizando su apertura simultáneamente y a su vez sirve de sujeción de los mismos, las platinas inferior y superior simplemente sirve de sujeción.

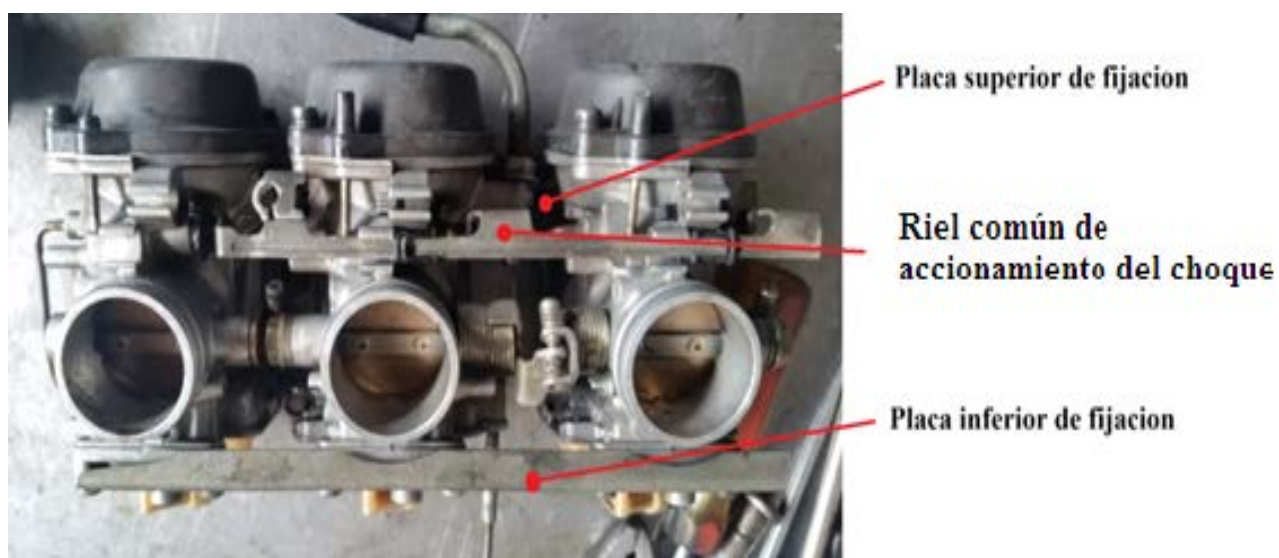


Ilustración 51. Carburadores de motocicleta marca Mikuni sujetos entre sí por dos platinas construidas a medida (el autor, 2015)

Para suministrar la misma cantidad de combustible hacia los carburadores es necesario, conectar las tres cubas mediante codos o neplos y mangueras de la misma distancia y ancho para que la gasolina recorra la misma distancia y no exista desigualdad en el suministro de combustible.

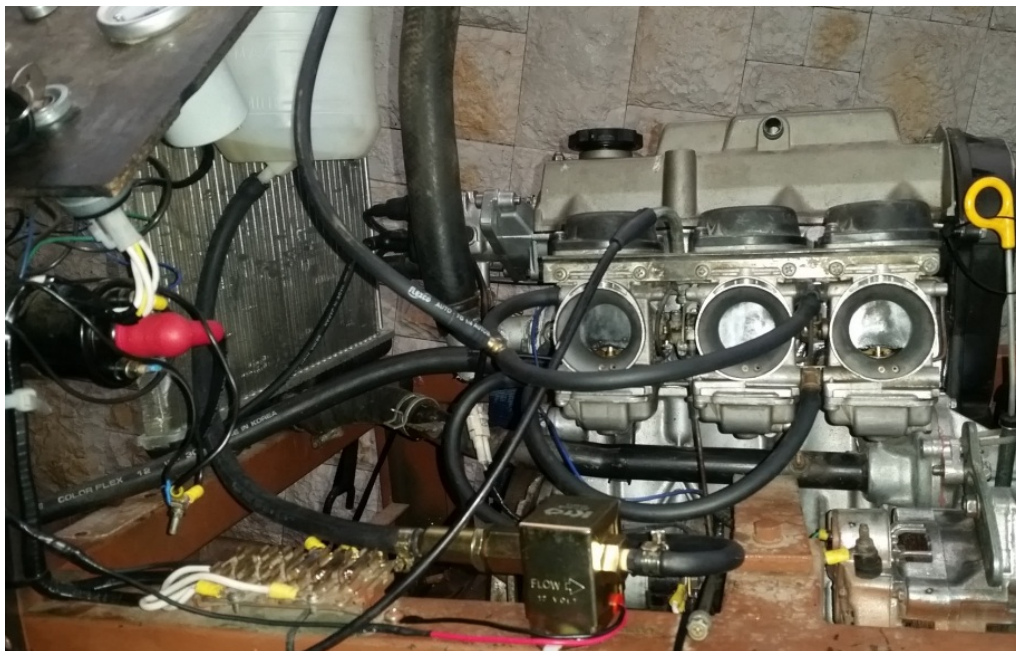


Ilustración 52. Carburadores Mikuni con el mismo suministro y retorno de gasolina (el autor, 2015)

Para sincronizar la aleta del acelerador en los tres carburadores, fue necesario hacer un mecanismo, que cada que se abra una mariposa de aceleración se muevan simultáneamente las otras dos de los otros carburadores en el mismo ángulo y al mismo tiempo, al momento de que se apriete el acelerador. Suministrando así la misma cantidad de combustible a cada cilindro. Como el carburador solamente abre la aguja del surtidor cada que exista una depresión o succión, no importa que las otras mariposas permanezcan abiertas, quiero decir que solo va a existir dosificación de gasolina al cilindro que se encuentra en admisión, ya que solo en ese cilindro va a existir una succión de mezcla.



Sincronización de las mariposas de aceleración

Ilustración 53. Carburadores Mikuni sincronizados y unidos (el autor, 2015)

3.4.5 Montaje de los carburadores Mikuni de motocicleta al colector de admisión

Unimos los carburadores a la placa metálica por medio de tres mangueras especiales resistentes al combustible con un ángulo de 30° logrando con esto un efecto de torbellino para que se gasifique mejor la mezcla.



Ilustración 54. Carburadores unidos al colector de admisión (el autor, 2015)

3.4.6 Montaje del colector de admisión al cabezote.

El paso siguiente fue, colocar el colector de admisión con sus carburadores al cabezote donde se requirió de la fabricación de un empaque de amianto el cual es un material más ancho y resistente que el papel victoria que se usa usualmente para la fabricación de empaques que son sometidos a altas temperaturas, también se colocó una capa de silicón resistente a alta temperatura para lograr un mayor aislamiento.



Ilustración 55. Colector de admisión con silicón y empaque de amianto (el autor, 2015)

3.4.7 Primer encendido del motor Suzuki Forsa 2 con los carburadores

Mikuni instalados

Tras revisar que todo esté funcionando y bien ubicado se procedió a dar arranque al motor, donde se encendió de forma inestable, de acuerdo como debería funcionar, teniendo demasiada vibración, la cual se trataba por falta de pernos de sujeción en las bases del motor y a algunos de los componentes del motor. Lo inestable del motor se trataba a que las cubas de los carburadores no tenían suficiente combustible debido a que no existía la

suficiente presión de gasolina y además necesitaban ser desarmados para una buena limpieza.



Ilustración 56. Carburadores desarmados la cuba, para limpiar los ductos y gicleur (el autor, 2015)

Para solucionar este problema de falta de presión se ideó una forma de recipiente que sirva como tanque de combustible y alimente a los carburadores equitativamente por medio de una bomba de gasolina externa, también fue necesario colocar un sistema de desfogue, para el exceso de presión que genera la bomba, evitando que el motor se ahogue. Para llevar el combustible desde el depósito hasta el carburador, en algunos vehículos se utiliza una bomba eléctrica en lugar de la convencional de tipo mecánico. Dicha bomba está constituida por un electroimán a cuyo núcleo va unido un contacto móvil que abre o cierra el circuito eléctrico.

Pérez (1998) afirma:

Los movimientos del núcleo se aprovechan para accionar una membrana elástica, que bombea la gasolina desde el depósito hasta el carburador. Las bombas

eléctricas de gasolina se emplean generalmente en vehículos equipados con motores de gran potencia, cuyo consumo de combustible es grande y requieren una bomba capaz de dar un caudal importante (mayor que el de las convencionales). (p.419)

En este caso el motor es de baja cilindrada, pero los carburadores son de alto flujo lo cual fue necesario la instalación de una bomba de combustible auxiliar, a continuación se detallará el esquema eléctrico de la conexión.

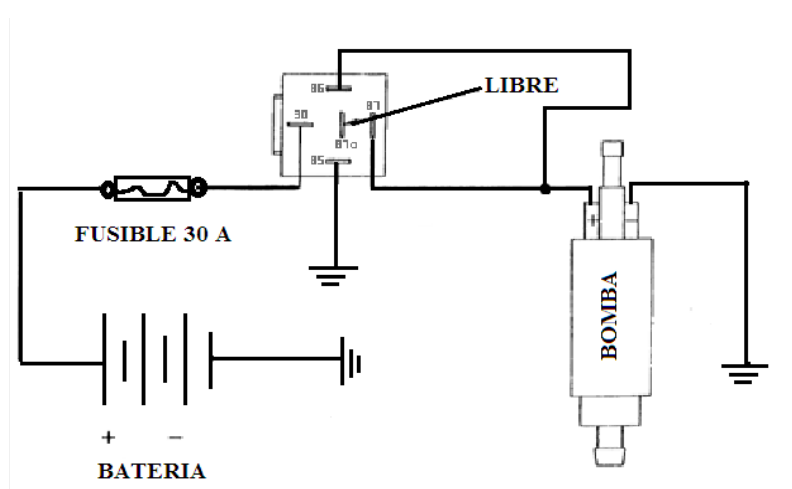


Ilustración 57. Esquema de circuito eléctrico de bomba de combustible (el autor, 2015)

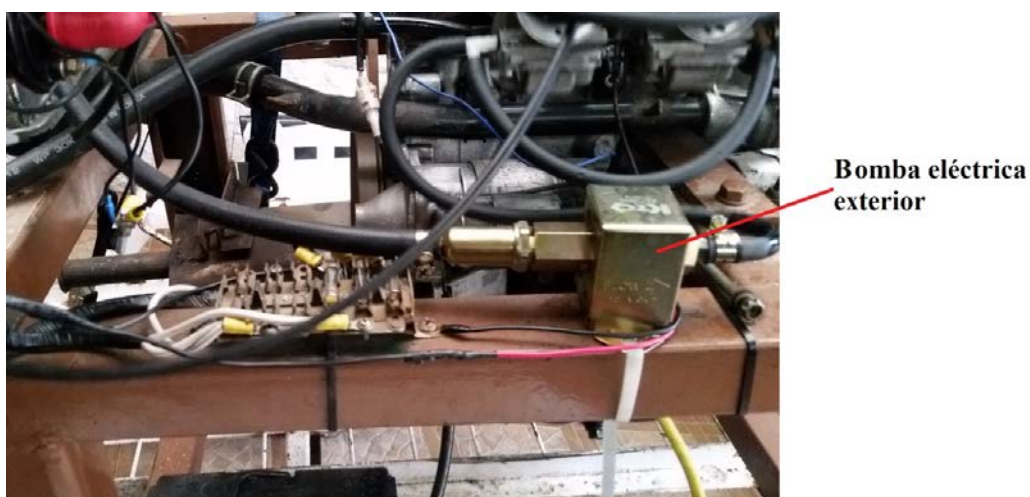


Ilustración 58. Carburadores de moto alimentados por una bomba eléctrica (el autor, 2015)

3.4.8 Revisión y desarme completo de carburadores para su correcta sincronización y funcionamiento.

Tras realizar varios intentos por mantener el motor encendido modificando el tiempo de encendido, aumentando el flujo de combustible cambiando giclores de toda medida, y realizado todo el proceso anteriormente descrito, se llegó a la conclusión de desarmar íntegramente a los carburadores, para verificar el motivo de su mal funcionamiento. Primero se desarmó la cuba, sacando los flotadores que son los que abren y cierran el ingreso de combustible cuando la cuba se encuentra llena o vacía. Dichos flotadores que se muestran en la ilustración 59. Llevan dos o-rings los cuales sellan el flujo de combustible ya sea cuando abren o cierran el paso de gasolina, los cuales se encontraban en mal estado, ya que se resecan y aplastan por el tiempo de uso, los que tuvieron que ser sustituidos por nuevos. Posterior al cambio de o-rings, se sacó los sellos de caucho que el fabricante instala en el gicleur de bajas por seguridad, ya que cuando un vehículo es nuevo no debe sobre pasarse de un límite de revolución estos cauchos deben sacarse después de mil a cinco mil km, los cuales son retirados cuando se lleva al vehículo a su primer mantenimiento, retirar estos sellos de caucho es de suma importancia para el correcto desempeño del vehículo, ya que con ellos solo se puede llegar hasta cierto límite de RPM y no al máximo. Tras retirar estos sellos que se muestran en la ilustración 59, se desarmó los gicleurs de bajas para su correcta limpieza ya que nunca fueron desarmados, ni limpiados se encontraban tapados por impurezas de la gasolina, siendo éstas las que mantiene el motor encendido cuando está en ralentí. Se procedió al desmontaje de las membranas y agujas o surtidores de combustible, donde se evidenció la falta de pequeñas piezas importantes para su debido funcionamiento, las cuales son esenciales para abrir y cerrar el difusor y el surtidor dependiendo el régimen de RPM. Por último se sacó las agujas que controlan el flujo de aire las cuales se limpiaron y calibraron de igual manera en los tres

carburadores.

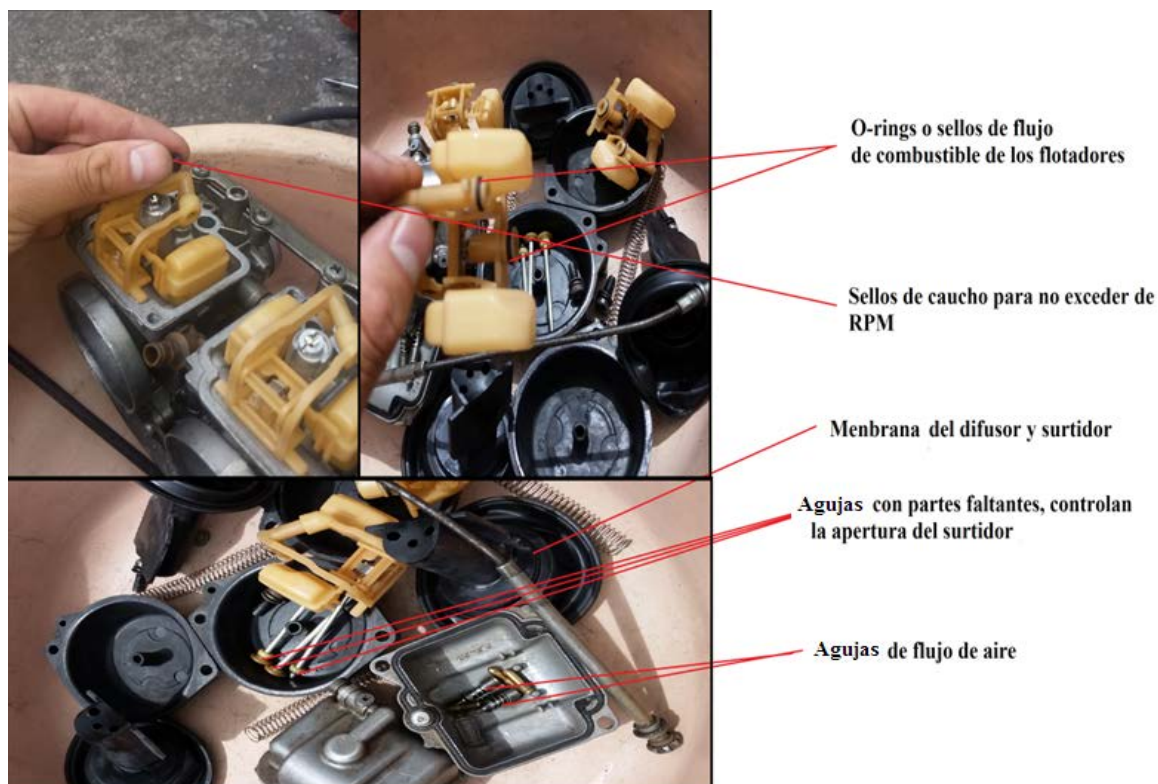


Ilustración 59. Carburadores Mikuni de 36mm desarmados para su sincronización y limpieza (el autor, 2015)

Gracias a la implementación del sistema de suministro de combustible anteriormente estudiado, a la correcta sincronización, a la sustitución de piezas en mal estado y a la complementación de partes faltantes de los carburadores, el motor se mantiene encendido sin vibraciones y sin ahogarse debido a una mala carburación. Ahora lo que queda por explicar es: la instalación de medidores de temperatura y de revoluciones (tacómetro) para realizar las debidas mediciones y poder comparar la mejora de su desempeño y bajo que medidas, con respecto al motor de Suzuki Forsa 2 estándar, tratando de simular las condiciones de uso normales que se sometería el motor, si estuviera montado en el vehículo al que pertenece.

3.5 Instalación de componentes de medida al motor Suzuki Forsa2 para pruebas de funcionamiento y comparación.

3.5.1. Instalación de tacómetro en el motor

Para instalar un medidor de RPM o tacómetro y que funcione perfectamente en el motor de tres cilindros, es necesario conseguir un tacómetro que sirva para motores solamente de tres pistones o más, una vez conseguido este tacómetro procedemos a realizar la siguiente conexión basándose en la ilustración 60 que está a continuación.

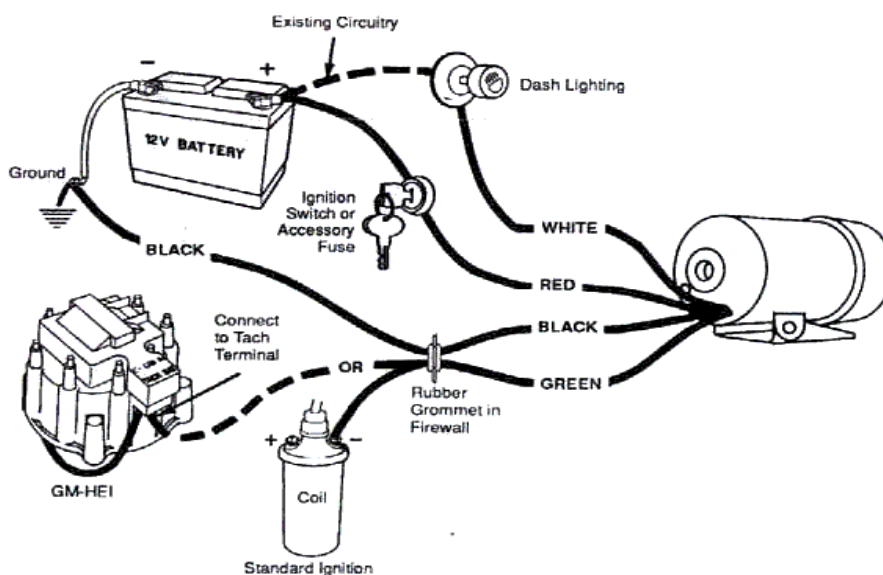


Ilustración 60. Diagrama eléctrico de como conectar un tacómetro (Fanafalcon, 2009).

3.5.2. Instalación de un medidor de temperatura (termómetro).

Al igual que la instalación anterior se indicará como se instaló el medidor de temperatura del motor, basándose en un diagrama eléctrico que nos brinda el fabricante de cada marca correspondiente. El cual sirvió como una guía debido a que los colores de los cables pueden cambiar dependiendo la marca de nuestro reloj medidor de temperatura. Con la diferencia que se tuvo que perforar y hacer paso de rosca, en el codo de la admisión de refrigerante hacia el cabezote para poder colocar el trompo de temperatura, esto es debido

a que normalmente dicho trompo va en el múltiple de admisión original del vehículo. Por otro lado se necesitó instalar un electro ventilador accionado por un Switch, para poder enfriar el líquido refrigerante que atraviesa por el radiador y evitar que el motor suba de temperatura en exceso cuando se realice las pruebas respectivas. El diagrama eléctrico de la conexión que se realizó se muestra en la ilustración 61.

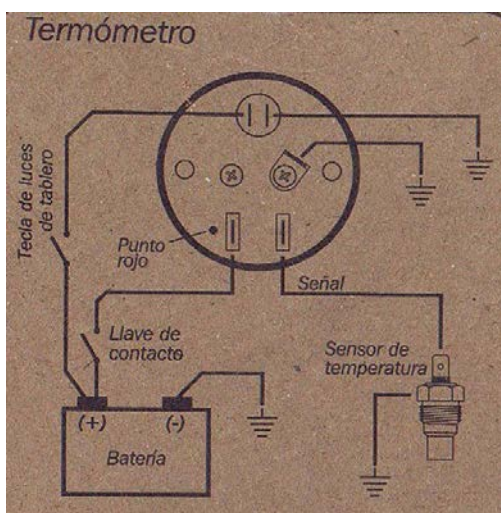


Ilustración 61. Diagrama eléctrico medidor de temperatura del motor (el fabricante)



Ilustración 62. Procedimiento de perforación para instalar el trompo de temperatura (el autor, 2015).

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y COMPROBACIÓN DEL MOTOR SUZUKI FORSA 2 TRUCADO

Las siguientes pruebas son las que nos permiten comprobar su funcionamiento, y bajo que circunstancias se obtuvo una mejora en el desempeño del motor, basándonos en la comparación con la ficha técnica original del motor estándar.

4.1. Medición de gases de escape.

| GASES DE ESCAPE | MOTOR TRUCADO | MOTOR ESTANDAR |
|-----------------|---------------|----------------|
| CO | 8,85% | 4% |
| HC | 750 PPM | 357 PPM |
| CO ₂ | 12% | 11.1% |
| O ₂ | 15.5% | 20.97% |
| LAMBDA | 0,92 | 1.53 |

Ilustración 63. Cuadro comparativo de gases de escape (el autor, 2015)

Como se observa el vehículo con este tipo de trucaje contamina más del original, saliendo de rango de tolerancia, según la revisión técnica vehicular de Quito. Debido a que estos dos motores tanto el estándar como el trucado se encuentran sin catalizador, pasan del rango permitido por la Corpaire. Sin embargo el motor trucado tiene más emisión de HC debido a una mezcla más rica que la del estándar, por lo tanto esto quiere decir que va a existir una menor presencia de oxígeno por lo que se tendrá un factor lambda menor a uno que quiere decir mezcla rica, al igual de subir los HC tiende a subir los CO debido a una combustión incompleta. Pero esto no quiere decir que el motor este solo quemando mal la mezcla, sino que es una consecuencia que se debe saber llevar cuando se realiza este

tipo de trucaje debido al mayor enriquecimiento de mezcla, para disminuir estos parámetros es mejor utilizar gasolina de mayor octanaje.



Ilustración 64. Sonda lambda midiendo los gases de escape de la maqueta (el autor, 2015)

4.2 Consumo de combustible.

Para efectuar esta prueba de análisis, primero fue necesario instalar un medidor de RPM en el motor del vehículo estándar debido a que normalmente este vehículo no lleva tacómetro (basarse en la ilustración 60), para calibrar el ralentí al mismo régimen que se mantiene el motor trucado, que son a 900 RPM. Segundo fue necesario desconectar la alimentación del motor estándar para poder instalar un reservorio donde se pueda medir la cantidad exacta de combustible. Para este proceso, se desconectó la manguera principal que suministra combustible, después se instaló el reservorio de combustible que utilizamos en el motor de la maqueta, alimentando al carburador del motor estándar solo por gravedad, para que no siga alimentando la bomba de combustible, cuando el motor estándar se encuentre encendido se desconectó el relé de la bomba, evitando con esto que la gasolina siga fluyendo innecesariamente.

La cantidad de combustible que se decidió comparar fue de 120ml, la cual fue consumida al mismo rango de RPM. El motor estándar consumió la gasolina total en 9.26 minutos, hasta que se apagó, en cambio en el motor trucado la misma cantidad de combustible tardó 5.25 minutos hasta que se apagó. Esto indica que en realidad existe un mayor flujo de combustible debido a que el motor trucado tiene tres carburadores de mayor dimensión y mayor flujo de combustible, resultando con esto un mayor consumo. Cabe recalcar que el tipo de carburador que se instaló, difiere al carburador estándar en la recirculación de combustible, quiero decir con esto que en vez de retornar al tanque de combustible el exceso de tal, es enviado al ambiente por unas mangueras de desfogue (tal cual funcionan estos carburadores en las motocicletas), debido a que la manguera o mangueras de desfogue deben ir siempre en dirección al suelo, ya que si esto no se cumple la gasolina que está en exceso ingresaría a la cámara de combustión haciendo que el motor se ahogue por una mezcla demasiado rica. Esta circunstancia también contribuye al mayor consumo.



Ilustración 65. Comparación de consumo de combustible al mismo régimen de RPM en un motor estándar versus el motor trucado (el autor, 2015)

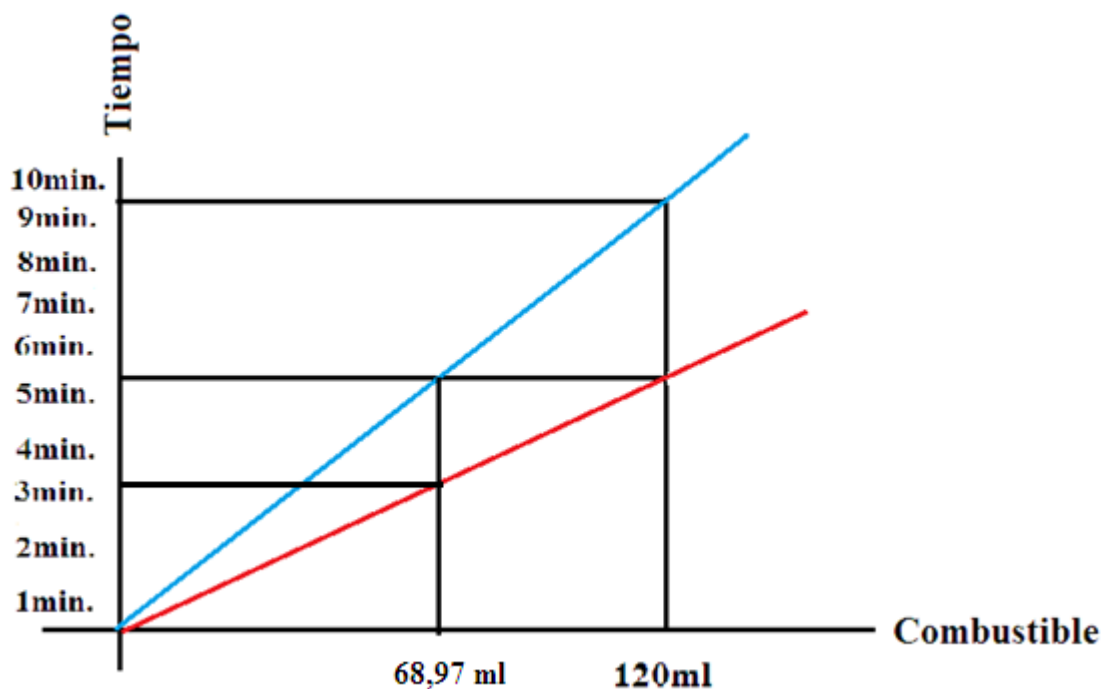


Ilustración 66. Comparación de consumo de combustible (el autor, 2015)

El consumo de combustible se ha aumentado en un 42.52 por ciento, calculo basado en la siguiente ecuación $X = 100 - (100\% \times \text{CETT} / \text{CE})$, donde CETT = Consumo del motor estándar en el tiempo del trucado y CE consumo motor estándar.

$$X = 100 - (100\% \times 69,97\text{ml} / 120\text{ml})$$

$$X = 100 - 57.47\%$$

$$X = 42.53 \%$$

Entonces el 57.47% de combustible se ha consumido en 5.25 minutos el motor estándar, dejando como diferencia el 42.53% de gasolina sobrante, siendo este restante de combustible el porcentaje extra de consumo por el motor trucado. Con este cálculo nos podemos dar cuenta que el consumo de combustible no es directamente proporcional al aumento de potencia debido a que “con esta adaptación el aumento de potencia es de un 15 %” según nos aclara Vicente (1995).

4.3 Temperatura del motor.

Para efectuar esta prueba fue necesaria la instalación de un electro ventilador comandado por un switch de encendido común, para con esto poder encender el electro en casi todo el instante que el motor se mantiene encendido debido a que el motor en la maqueta no recibe viento en contra por movimiento, evitando con esto un sobre calentamiento. Sin embargo se puede evidenciar que el motor trucado se calienta antes del motor estándar, y esto se debe a que existe una detonación de combustible más fuerte en la cámara de combustión, debido a que consta una mayor cantidad de combustible al contrario del original.

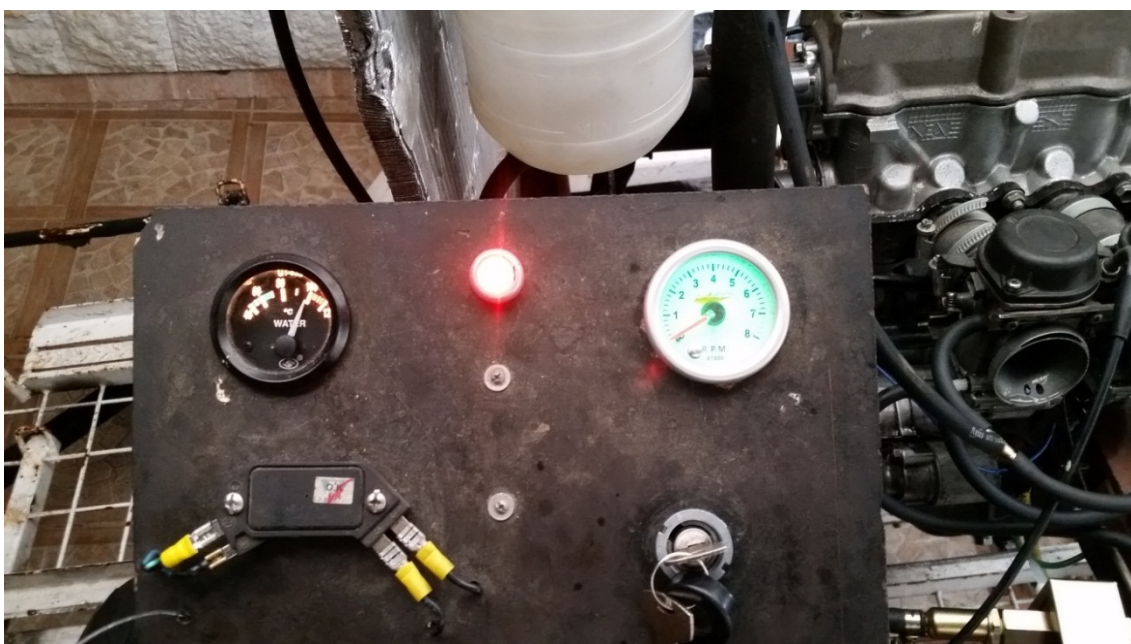


Ilustración 67. Temperatura del motor casi al máximo de tolerancia por el motor (el autor, 2015)

4.4 Encendido en frio y estabilidad en ralentí.

En esta prueba el motor de Suzuki estándar hizo notar su buen funcionamiento y su estabilidad; debido a que el motor de Suzuki Forza trucado no se enciende con gran facilidad en las mañanas o en frio. En cuanto a la estabilidad en ralentí del motor trucado

también son inestables y tiende a apagarse en ralentí, muy parecido a una motocicleta de competencia, debido a que llevan el mismo tipo de carburador de alto flujo, pero cuando el motor ésta en su temperatura ideal esto no suele suceder. Para reducir este tipo de inconveniente es aconsejable utilizar gasolina de calidad, como es la súper en nuestro país y mucho mejor si adicionamos un aditivo elevador de octanaje y limpiador de carburador, cada cierto kilometraje; por ultimo siempre se debe tener en óptimas condiciones a estos carburadores de difusor variable de alto flujo, quiero decir que siempre deben estar bien carburados y limpios para su correcto funcionamiento.

4.5. Costos de implementación

| Ítem | Costo |
|-----------------------------|-------|
| carburadores Mikuni | 550 |
| bobina | 30 |
| bomba de gasolina | 40 |
| cables de bujías | 20 |
| cables numero 8 | 5 |
| codo metálico refrigeración | 45 |
| colector de admisión | 120 |
| electro ventilador | 38 |

| | |
|--------------------------------|---------------|
| empaques | 5 |
| interruptor bomba de gasolina | 3 |
| interruptor electro ventilador | 3 |
| juego de bujías | 16 |
| mangueras de agua | 3 |
| mangueras de gasolina | 3,5 |
| medidor temperatura | 35 |
| neplos | 2,5 |
| recipiente de gasolina | 9 |
| silicón de temperatura | 4 |
| soporte tanque de combustible | 15 |
| Switch | 10 |
| tacómetro | 45 |
| tape | 0,8 |
| trompo de temperatura | 8 |
| TOTAL | 1010,8 |

Ilustración 68. Costos de repuestos e insumos que fueron utilizados en ese trabajo de grado (el autor, 2015)

En la industria automotriz existen una gran variedad de insumos y repuestos, los cuales varían en precio y calidad. En este trabajo para Tesis de Grado se ha utilizado repuestos e insumos de buena calidad, para con esto poder asegurar y garantizar a la Universidad San Francisco de Quito el funcionamiento correcto del motor Suzuki Forsa 2, por un largo tiempo, si bien es cierto este motor no va a estar en funcionamiento por un período largo de tiempo, no va ser sometido a desgaste de piezas normal como un motor común de competición, los que pasan a un régimen de RPM máximo, pero en cambio debe soportar todo tipo de pruebas de investigación a lo largo de la vida estudiantil, de los alumnos que cursen por esta carrera por esto debe tener buenos repuestos y complementos para soportar ser armado y desarmado en cada momento que se necesite su investigación.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas:

- Brindar al vehículo en el cual está montado el motor una gran reacción de aceleración, lo que significa que el auto llega a una velocidad establecida en menor tiempo en comparación a un motor estándar del mismo tipo.
- Mayor eficiencia en la alimentación.
- Ganar potencia.
- Mejor desempeño.
- Mayor aceleración.
- Mayor caballaje.

Desventajas:

Con el incremento de Potencia se tendrá un incremento del consumo de combustible, cierta inestabilidad en las revoluciones bajas del motor, se necesitará incrementar posiblemente el octanaje del combustible y el desgaste de las partes podría ser mayor que en condiciones estándar.

Estas desventajas y otras, que se suponen tendrán el motor modificado, deberían ser analizadas también, para compararlas con las ventajas que se pueden obtener. Lo que sí podemos asegurar es que la persona que decidió hacerlas, no le importará tener unos cuantos "problemitas" si su vehículo tiene un "performance" ideal.

CONCLUSIÓN

Si bien es cierto que en esta Tesis de Grado se describen los parámetros sobre la modificación en el sistema de admisión de motores, los cuales servirán de guía al mecánico que desee realizar este tipo de trucaje al motor, es éste quien debe tomar la decisión de modificar a su motor teniendo en cuenta las prestaciones que tenga el motor que se va a modificar, los cuales puedan facilitar de mejor manera estos procedimientos para cada uno de los sistemas que componen el motor, es decir, que no siempre se podrá realizar esta modificación de acuerdo al motor, ya que esto varía dependiendo el vehículo que se vaya a trabajar, concluyendo que lo que se puede modificar de acuerdo a esta guía de procedimientos no siempre se lo podrá practicar en otro motor.

Se ha determinado que el procedimiento de instalación de carburadores de moto a un motor de vehículo, siempre va a tener como resultado una mejora en el rendimiento alrededor de un 15% del motor de combustión interna, siempre y cuando dicho motor funcione desde un principio a carburador y no sea más de 4 cilindros, para obtener dicha mejora. (Vicente, Trucaje de de motores de 4 tiempos, 1995)

Dando un incremento aproximado al motor Suzuki Forza 2 de 7 caballos de fuerza, debido a que el motor estándar tenía 48 caballos de fuerza. Concluyendo que este tipo de modificación es una de las más beneficiosas para un motor de carreras. Concluyendo, que para pensar en trucar un motor debemos tener en cuenta estos detalles anteriormente nombrados, debido a que si no se va a utilizar el vehículo exclusivamente para competencias, y lo vamos a utilizar a diario, vamos a tener grandes problemas como: exceso de consumo de combustible, desgaste temprano de piezas elementales tales como

bujías, válvulas, aceite, etc.. Debido a la mayor presencia de carbono generado por una mezcla rica, ya que todos los mecanismos que inciden en la combustión se carbonizarán prematuramente. Vamos a tener problemas también en cuanto a contaminación y olores excesivos a gases de escape y gasolina.

Al desarrollar este proyecto de grado tesis, he aprendido y recordado el funcionamiento de algunos sistemas y sus probables fallas, ya que al realizar la maqueta tuve un sin número de problemas eléctricos y mecánicos, los cuales fui solucionando y aprendiendo con esto más sobre la precisión que tiene un motor, por último a lo que quiero llegar es, que no importa lo difícil que puede lograr ser la electromecánica automotriz, todo problema tiene solución, y esa solución llegará más anticipadamente, entre más experiencia tengamos con motores y sus debidos componentes y sistemas.

RECOMENDACIONES

- Como es necesaria la fabricación de algunas nuevas piezas de metal, para la adaptación se recomienda, tomar muy bien las medidas y así evitarnos problemas, y mandar a fabricar nuevamente evitando una pérdida de tiempo y dinero innecesario. Una vez ya realizada esta modificación se recomienda mantener al vehículo, con un buen sistema de refrigeración ya que existe mayor temperatura debido a que el motor se encuentra en una maqueta, cambio más frecuente de bujías a razón de que la mezcla es más rica de lo normal, logrando con esto que se carbonicen prematuramente, por último un aceite y gasolina de calidad son elementales, ya que este nuevo sistema hace que el motor tienda a calentarse más, generando mayor fricción y posiblemente detonaciones

- Se recomienda además que antes de repotenciar el motor en forma general o en un sistema componente específico se tenga en cuenta los costos que esto conlleva, por lo cual en ocasiones por procurar un ahorro de dinero se sacrifica calidad dando como resultado un opuesto a lo que se pretendía, que es el aumento de potencia.

- El control de la temperatura del refrigerante debe ser continuo, ya que al estar trabajando el motor en un ambiente cerrado el calor no se disipa con facilidad.

- Es necesario la perfecta alineación y sujeción del motor con respecto al banco, ya que la excesiva vibración puede generar el desajuste de todos sus componentes eléctricos.

- Tener precaución en no hacer contacto con piezas metálicas sobre el alternador o componentes eléctricos, cuando el motor se encuentre encendido, debido a que se puede ocasionar un corto circuito.

- No encender al motor por un período de tiempo excesivo, debido a que el motor se encuentra en un lugar cerrado, teniendo como consecuencia a que los gases de escape se concentren en el ambiente y pueden ser nocivos para la salud.

- Tener en cuenta la alimentación de la bomba, haciéndola trabajar por periodos de tiempo de no más de 20 segundos cada 10 segundos cuando el motor se encuentre encendido, para no tener una sobre alimentación de combustible, y no desperdiciar el mismo.

- El módulo de encendido CDI, tiene dos terminales con las letras W y G que van al distribuidor si están conectadas al revés el motor prendera pero no se desarrollara correctamente de ser este el caso se debe invertir la conexión.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Amianto:** material mineral fibroso empleado para la fabricación de empaques o pastillas de freno
- **Biela:** conecta el pistón al cigüeñal
- **Block:** cuerpo del motor que contiene los pistones y bielas
- **Cabezote:** es la parte superior de un motor de combustión interna que permite el cierre de las cámaras de combustión.
- **Catalizador:** El catalizador tiene como misión disminuir los elementos polucionantes contenidos en los gases de escape de un vehículo mediante la técnica de la catálisis.
- **CDI:** nombrado así por sus siglas en ingles que son Capacitor Discharge Ignition. La función de interrumpir la corriente del primario de la bobina para generar por autoinducción la alta tensión.
- **Choque:** también conocido como estrangulador, su función es restringir el paso del aire en el carburador cuando el motor se encuentra frio.
- **Colector:** conjunto de tubos que se utilizan para distribuir la mezcla aire/combustible en el ciclo de admisión
- **Cuba:** reservorio de combustible en el carburador
- **Detonación:** La detonación, también llamada picado es una combustión rápida y violenta de la mezcla aire/combustible en la cámara de combustión del motor, después del encendido por la chispa o arco eléctrico en la bujía.
- **Difusor:** estrechamiento o boca del carburador que genera el efecto Venturi.
- **Disociación química:** El procedimiento químico de disociación, permite segmentar una sustancia en moléculas más pequeñas, por lo general con carácter reversible.
- **Estequiométrica:** Mezcla ideal de dos elementos para obtener un resultado favorable

- **Gicleur:** perno milimétrico con orificio en su cabeza que restringe el paso de combustible en el carburador.
- **Hollín:** partículas sólidas de tamaño muy pequeño.
- **Mikuni:** marca de carburadores japoneses.
- **Neplo:** Trozo muy corto de cañería con rosca macho en al menos uno de sus extremos -el otro puede tener rosca macho o hembra- y que sirve para unir cañerías.
- **Ohmios:** Se define a un ohmio como la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un conductor, cuando una diferencia de potencial constante de 1 voltio aplicada entre estos dos puntos, produce, en dicho conductor, una corriente de intensidad de 1 amperio (cuando no haya fuerza electromotriz en el conductor).
- **O-rings:** sellos en forma de anillo, de varios tamaños y materiales
- **Par motor:** Es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.
- **Pistón:** pieza que forma parte de un mecanismo de un motor, su movimiento es ascendente y descendente.
- **PMI:** puerto muerto inferior, se refiere a que cuando el pistón se encuentra en su punto más bajo.
- **PMS:** puerto muerto superior, se refiere a que el pistón se encuentra en su punto más alto.
- **PSI:** denominado así por sus siglas en inglés, *pounds-force per square inch*. Que es libras de presión sobre pulgada cuadrada.
- **Relé:** Es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona

un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes

- **Ralentí:** Mínimo número de revoluciones por minuto a que debe funcionar un motor de combustión para mantenerse en funcionamiento sin apagarse normalmente de 700 a 800 rpm.
- **Rendimiento volumétrico del motor:** Denominado también coeficiente de llenado, es la relación entre la masa de aire y combustible aspirada efectivamente en el motor
- **Rpm:** revoluciones por minuto al cual gira el cigüeñal de un motor
- **Tacómetro:** Aparato que mide el número de revoluciones de un eje.
- **Tobera:** Abertura tubular, primitivamente de forma cónica, por donde se introduce el aire
- **Weber:** múltiple de admisión con toberas para el número de carburadores necesario según el número de cilindros.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, M. (1990). *Manual de automoviles*. Madrid, España: Dossat, S. A.
- Astudillo, M. O. (2010). *tecnología del automóvil* . Madrid: Paraninfo .
- Autor, E. Fotografías Maqueta Motor Suzuki Forza. 2014. Universidad San Francisco de Quito, Quito .
- Ayala, D. (12 de 03 de 2014). *MOTORGIGA*. Recuperado el 01 de 11 de 2014, de <http://motorgiga.com/el-automovil-a-fondo/ciclo-otto-gasolina-cuatro-tiempos/gmx-niv199-con347032.htm>
- Celis, E. (Agosto de 2014). *Automecanico* . Recuperado el 29 de Febrero de 2015, de <http://automecanico.com/auto2006/carburador4.html>
- Durán, A. H. (2010). *SEPARATA DE USO INTERNO-MAQUINAS TERMICAS I*. Recuperado el 05 de 03 de 2015, de <https://alexanderduran.files.wordpress.com/.../tipos-de-carburadores1.doc>
- Gerrero. (14 de 01 de 2014). *Youtube*. Recuperado el 16 de 04 de 2015, de <https://www.youtube.com/watch?v=T3TwRXPys6g>
- Gilleri, E. (2005). *Preparacion de vehiculos de serie para competicion*. Barcelona: CEAC.
- Haynes, J. (1995). *Chevrolet Sprint Geo & Chevrolet Metro* . St. Lois Missouri : Haynes North America, Inc.

- Heitner, J. (1998). *Google Books*. Recuperado el 22 de 04 de 2015, de https://books.google.com.ec/books?id=1nuiAwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Lozano, F. i. (08 de 02 de 2012). *slideshare*. Recuperado el 05 de 02 de 2015, de <http://es.slideshare.net/fran8melen/ciclo-otto-diesel>
- Mecanica de autos. (09 de 2012). *Mecanica Automotriz*. Recuperado el 07 de 03 de 2015, de <http://www.mecanicaautomotriz.com/2012/09/ralenti-tornillos-que-regulan-el.html>
- Moreno, A. (02 de 05 de 2005). *mailxmail*. Recuperado el 05 de 01 de 2015, de <http://www.mailxmail.com/curso-motores-combustion-interna/motor-combustion-interna-combustion-volumenconstante-ciclo-otto>
- MOTORGIGA. (08 de 10 de 2010). *MOTORGIGA*. Recuperado el 21 de 04 de 2015, de <http://diccionario.motorgiga.com/diccionario/catalizador-definicion-significado/gmx-niv15-con193460.htm>
- Motosvan. (30 de 11 de 2012). *Motosvan blog*. Recuperado el 06 de 03 de 2015, de <https://motosvanblog.wordpress.com/2012/11/30/sistema-de-alimentacion/>
- Pérez, J. M. (1998). *Técnicas del AUTOMOVIL EQUIPO ELECTRONICO*. Madrid: Paraninfo.
- Pineda, M. (04 de 11 de 2010). *youtube*. Recuperado el 05 de 03 de 2015, de <https://www.youtube.com/watch?v=7cb2CbIfDeA>

Román, R. (8 de noviembre de 1999). *Termotecnia (Universidad de Chile)*.

Recuperado el 1 de noviembre de 2014, de

http://www.cec.uchile.cl/~roroman/cap_10/mot-ott.htm#rendimiento

Segura, J. O. (22 de 03 de 2013). *Mecanica Naval*. Recuperado el 23 de 04 de

2015, de <http://cetmar17mecanicanaval.blogspot.com/>

Vicente, M. D. (1971). *El Motor de gasolina*. Barcelona: CEAC.

Vicente, M. D. (1995). *Trucaje de de motores de 4 tiempos*. Barcelona: CAEC.

WordPress. (25 de 03 de 2013). *take off briefing*. Recuperado el 20 de 02 de 2015,

de <http://www.takeoffbriefing.com/todo-sobre-la-mezcla-airecombustible/>