

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio Ciencias e Ingenierías

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MOTOR DE
COMBUSTIÓN INTERNA, CICLO OTTO DE CUATRO
CILINDROS Y 1600 cm³, EN UN BANCO DIDÁCTICO
PARA SIMULACIÓN DE PRUEBAS**

Proyecto técnico

Martín Andrés Salazar Granja

Electromecánica Automotriz

**Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del
título de Licenciado en Electromecánica Automotriz**

Quito, 15 de diciembre de 2016

Universidad San Francisco de Quito USFQ

Colegio Ciencias e Ingeniería

**HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE
TITULACIÓN**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MOTOR DE
COMBUSTIÓN INTERNA, CICLO OTTO DE CUATRO
CILINDROS Y 1600 cm³, EN UN BANCO DIDÁCTICO
PARA SIMULACIÓN DE PRUEBAS**

Martín Andrés Salazar Granja

Calificación:

Nombre del profesor, título académico

Gonzalo Tayupanta, MSc.

Firma del profesor

Quito, 15 de diciembre de 2016

Derechos de Autor

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

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

Firma del estudiante:

Nombres y apellidos:

Martín Andrés Salazar Granja

Código:

00070495

Cédula de Identidad:

171435265-3

Lugar y fecha:

Quito, 15 de diciembre de 2016

RESUMEN

La idea de mi proyecto final comenzó con la intención de realizar un trabajo en el cual pueda aplicar la mayor parte de conocimientos adquiridos en mi carrera. De la misma manera complementar el equipamiento del taller y así motivar a futuros estudiantes de la carrera a estudiar y graduarse en la Universidad San Francisco de Quito.

Mi proyecto consiste en implementar un banco didáctico de pruebas de un motor de combustión interna de 4 cilindros y 1600 cc para la carrera de Electromecánica Automotriz de la Universidad San Francisco de Quito. En el que se realicen pruebas en los diferentes sistemas del motor, de esta manera los estudiantes podrán aprender las diferentes estrategias que se pueden realizar para diagnosticar una avería, con su respectiva solución en caso de algún inconveniente en los sistemas que componen un motor de combustión interna.

ABSTRACT

The idea of my final project began with the intention of doing a job in which I can apply most of the knowledge acquired in my career. In the same way complement the equipment of the workshop and thus motivate future students of the career to study and graduate at the University San Francisco de Quito.

My project consists of implementing a didactic test bench for an internal combustion engine of 4 cylinders and 1600 cc for the Automotive Electromechanic career of the Universidad San Francisco de Quito. In which tests are performed on different engine systems, this way students will be able to learn the different strategies that can be performed to diagnose a fault, with their respective solution in case of any inconvenience in the systems that make up an internal combustion engine.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	11
Fundamentos Teóricos.....	13
Capítulo I.....	13
1.1 Definición.....	13
1.2 Constitución.....	13
1.3 Relaciones de mezcla.....	18
1.4 Química de la combustión.....	18
1.5 Ciclos termodinámicos del motor.....	20
1.6 Ciclo teórico.....	21
1.7 Ciclo real.....	21
1.8 Curvas características.....	25
1.9 Sistema de alimentación.....	26
1.10 Sistema de distribución.....	32
1.11 Sistema de encendido.....	34
1.12 Sistema de lubricación.....	35
1.13 Sistema de refrigeración.....	37
Capítulo II Características Técnicas del motor.....	42
2.1 Especificaciones Técnicas.....	42
Capítulo III Diseño y construcción del banco de pruebas.....	45
3.1 Elaboración de presupuesto referencial.....	45
3.2 Selección y adquisición del motor de las características indicadas.....	46
3.3 Identificación y medidas de los puntos de anclaje.....	46
3.4 Identificación e ubicación de los elementos auxiliares.....	47
3.5 Diseño con medidas de soporte del motor y puntos de instalación.....	47
3.6 Compra de materiales para elaboración de caballete.....	47
3.7 Elaboración y pintura de soporte metálico para el motor.....	47
3.8 Desarmado exterior del motor para verificar estado y limpieza.....	48
3.9 Pintado de piezas didácticas.....	48
3.10 Instalación del motor y caja de cambios sobre el caballete.....	50
3.11 Instalación de elementos auxiliares.....	50
3.12 Instalación de conexiones eléctricas.....	54
3.13 Diseño e instalación de protección de poleas.....	56
3.14 Encendido y pruebas.....	57
3.15 Adaptaciones.....	58
Capítulo IV Pruebas y simulaciones que se pueden practicar en el proyecto.....	59
4.1 Medidas reales de compresión.....	59
4.2 Medidas de presión de aceite.....	59
4.3 Medidas de presión de gasolina.....	60
4.4 Calibración de válvulas.....	60
4.5 Puesta a punto sistema de encendido.....	61
4.6 Uso de lámpara estroboscópica.....	62
4.7 Verificación y sincronización de sistema de distribución.....	63
4.8 Ejecución de ABC de motor.....	64
4.9 Simulaciones varias.....	65

Conclusiones	66
Recomendaciones	68
Referencias bibliográficas	69
Glosario.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 CORPAIRE datos reglamentarios de Monóxido de Carbono	19
Tabla 2 CORPAIRE datos reglamentarios de Hidrocarburos no combustionados.....	19
Tabla 3 Rango de Calificación de monóxido de carbono	20
Tabla 4 Rango de calificación de hidrocarburos no combustionados.....	20
Tabla 5 Clasificación de niveles permitidos	20
Tabla 6 Especificaciones de motor Swift.....	43
Tabla 7 Presupuesto real del proyecto	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pistón	13
Figura 2 Bielas del motor.....	14
Figura 3 Cigüeñal.....	14
Figura 4 Árbol de Levas	15
Figura 5 Válvulas del motor	15
Figura 6 Balancines del motor	16
Figura 7 Block de cilindros.....	16
Figura 8 Cáster del motor.....	17
Figura 9 Cabezote de 16 válvulas	17
Figura 10 Ciclo termodinámico	21
Figura 11 Diagrama angular de un motor de combustión de 4 tiempos	22
Figura 12 Diagrama de la distribución inicio y final de admisión.....	23
Figura 13 Inicio y final de la fase de escape	24
Figura 14 Diagrama de distribución de un motor de 4 tiempos.....	24
Figura 15 Curva característica del motor	26
Figura 16 Tanque de combustible.....	27
Figura 17 Filtro de combustible.....	28
Figura 18 Bomba de combustible eléctrica.....	28
Figura 19 Carburador Venturi.....	29
Figura 20 Principio de operación del carburador.....	30
Figura 21 Esquema de un carburador de difusor variable	30
Figura 22 Partes que constituyen un carburador con difusor variable.....	31
Figura 23 Árbol de levas.....	33
Figura 24 Módulo de encendido instalado.....	34
Figura 25 Módulo de encendido	34
Figura 26 Disposición del sistema de encendido.....	35
Figura 27 Distribuidor instalado en el banco de pruebas.....	35
Figura 28 Cáster del motor.....	36
Figura 29 Radiador y ventilador	39
Figura 30 Diagrama de bomba de agua	39
Figura 31 Motor Swift	42
Figura 32 Caja de cambios.....	46
Figura 33 Caballete del banco de pruebas	47
Figura 34 Carter, radiador y piezas varias pintadas	48
Figura 35 Tanque de combustible pintado.....	49
Figura 36 Filtro de aire y bases del motor pintados.....	49
Figura 37 Instalación de bases del motor en el caballete.....	50
Figura 38 Instalación del sistema de escape	51
Figura 39 Instalación de batería.....	51
Figura 40 Instalación del radiador y respectivas mangueras	52
Figura 41 Armado del acelerador	52
Figura 42 Instalación múltiple de admisión.....	53
Figura 43 Instalación filtro de aire.....	53
Figura 44 Instalación del tablero de instrumentos	54
Figura 45 Instalación eléctrica tablero y caja de fusibles	54
Figura 46 Instalación eléctrica y caja de fusibles	55

Figura 47 Instalación eléctrica Bomba de gasolina	55
Figura 48 Malla de protección de bandas	56
Figura 49 Malla de protección de banda vista lateral	56
Figura 52 Colocación de líquido refrigerante	57
Figura 53 Prueba de compresión del motor	59
Figura 54 Como medir la presión de aceite del motor	60
Figura 55 Calibración de válvulas	61
Figura 56 Puesta a punto sistema de encendido.....	62
Figura 57 Lámpara estroboscópica	62
Figura 58 Engranaje árbol de levas.....	63
Figura 59 Engranaje del salto de chispa	63
Figura 60 Cambio de bujías	64
Figura 61 Cambio de filtro de aire	64
Figura 62 Cambio de filtro de gasolina.....	65

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto inicia con la intención de crear un banco de pruebas de un motor de combustión interna, en el cual se pueda realizar diferentes diagnósticos y pruebas reales que se efectúan en un automóvil en el taller automotriz. De esta manera se podrá experimentar de manera real las diferentes experiencias y contratiempos que se dan al realizar mantenimientos o pruebas del motor de combustión interna.

La carrera de Electromecánica Automotriz de la Universidad San Francisco de Quito, pone a prueba conocimientos tanto teóricos como prácticos para poder culminar los estudios sin ningún contratiempo y formar profesionales de excelencia para el ámbito automotriz. En el banco de pruebas del motor de combustión interna se puso en práctica los conocimientos adquiridos en dicha especialización y se pudo lograr un objetivo que se planteó desde un inicio de la carrera el cual era el de apoyar y fomentar un mayor interés en las futuras generaciones para aprender todos los conocimientos necesarios para ser un profesional en el área automotriz. Con este proyecto los estudiantes tendrán una mayor facilidad para aprender los diferentes problemas que se pueden suscitar en el motor de cuatro tiempos de un automóvil. Esto lo podremos verificar ya que en el proyecto se incluyen todos los sistemas necesarios para poner en marcha el automóvil. Podemos observar su funcionamiento desde el arranque hasta su emisión de gases al medio ambiente.

Uno de los objetivos por lo cual se decidió realizar dicho trabajo fue porque las personas que utilicen el proyecto didáctico podrán estudiar y practicar los diferentes sistemas que comprende el motor.

- Sistema de alimentación
- Sistema de encendido
- Sistema de enfriamiento o refrigeración.

- Sistema de lubricación
- Sistema de distribución.

Con las bases necesarias para estudiar los componentes de cada sistema y su respectivo funcionamiento, podrán tener una idea mucho más clara de cuál fue la razón de algún desperfecto o daño en los sistemas. De esta manera podrán subsanar mucho más rápido y fácil el problema diagnosticado en el respectivo sistema del automotor.

Debemos de conocer más a fondo cada sistema que va a integrar el proyecto didáctico, su integración entre todos los sistemas que conforman el proyecto, su respectivo montaje al pedestal y las pruebas que vamos a poder realizar a dicho proyecto.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CAPÍTULO I

1. El motor de combustión interna de 4 tiempos a gasolina.

1.1 Definición

El motor de combustión interna de 4 tiempos a gasolina es una maquina térmica que transforma la energía calorífica del combustible en energía mecánica; de esta manera transmite su empuje y fuerza del motor hacia las ruedas del vehículo produciendo movimiento del mismo.

1.2 Constitución

Se constituye por dos grupos principales que son:

1.2.1 Partes móviles:

1.2.1.1 Pistones.

Es un elemento del motor que tiene la función de hacer presión sobre la mezcla que ingresa al cilindro.



Figura 1 Pistón / Fuente www.fierrosclasicos.com

1.2.1.2 Bielas

Es el elemento del motor encargado de transmitir la presión que existe en el cilindro hacia el cigüeñal.



Figura 2 Bielas del motor /Fuente: www.fierrosclasicos.comm

1.2.1.3 Cigüeñal

Es un elemento del motor que gracias a las bielas logra transformar el movimiento que proviene de los cilindros en un movimiento circular uniforme.



Figura 3 Cigüeñal / Fuente: www.actualidadmotor.com

1.2.1.4 Árbol de levas

Es el elemento del motor que regula la apertura y cierre de válvulas tanto de admisión como de escape.



Figura 4 Árbol de Levas / Fuente: www.actualidadmotor.com

1.2.1.5 Válvulas

Son los elementos del motor encargados de accionar la apertura y cierre de los conductos de admisión y escape del cilindro.



Figura 5 Válvulas del motor / Fuente: www.actualidadmotor.com

1.2.1.6 Balancines

Son los elementos del motor encargados de empujar hacia abajo las válvulas de admisión y escape produciendo que se abran.



Figura 6 Balancines del motor / Fuente: www.actualidadmotor.com

1.2.2 Partes fijas:

1.2.2.1 Block de cilindros

Es una pieza fundida principalmente en hierro o aluminio que tiene la función de albergar los cilindros de un motor de combustión interna, así como todas las piezas de soporte del cigüeñal.



Figura 7 Block de cilindros / www.actualidadmotor.com

1.2.2.2 Cárter

Es el elemento del motor que cierra el block de cilindros. Tiene en su interior los mecanismos operativos del motor y también es el encargado de retener el aceite del mismo.



Figura 8 Carter del motor / Fuente: www.actualidadmotor.com

1.2.2.3 Cabezote y carcasas

Es el elemento del motor que se encuentra en la parte superior y su función es la de sellar las cámaras de combustión de los cilindros y evitar la pérdida de compresión de los cilindros.



Figura 9 Cabezote de 16 válvulas / Fuente: www.actualidadmotor.com

1.3 Relaciones de mezcla

Se llama mezcla estequiométrica a la relación que existe en peso de la gasolina y aire para que se produzca una combustión completa y se aproveche al máximo la energía calorífica del combustible.

La relación estequiométrica normal es de 14.7: 1 esto quiere decir que para combustionar un gramo de gasolina se requieren 14,7 gramos de aire; pero en el funcionamiento del motor pueden existir mezclas ricas que van desde 12.1 hasta 14. 5: 1 y mezclas pobres que van desde 15 hasta 17.7: 1.

1.4 Química de la combustión

La gasolina es un hidrocarburo cuya fórmula es $C_8 H_{18}$. Después de la combustión en el interior de la cámara los productos que salen al medio ambiente son:

H₂O agua

HC hidrocarburos

CO₂ Bióxido de carbono

CO monóxido de carbono (tóxico)

NOX las diferentes relaciones de óxidos de nitrógeno

Todos estos elementos son arrojados por el motor al medio ambiente y los diferentes organismos de control de acuerdo a las regulaciones de cada país establecen los límites máximos permitidos de acuerdo al tipo y año de fabricación de los motores por ejemplo la CORPAIRE en la ciudad de Quito indica que:

DESCRIPCIÓN UMBRAL*	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL	UNIDAD
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	1	$0.6\% \leq x < 0.8\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	2	$0.8\% \leq x < 1\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	3	$x \geq 1\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x < 0.6\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$1990 \leq X \leq 1999$	1	$3.5\% \leq x < 4\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$1990 \leq X \leq 1999$	2	$4\% \leq x < 4.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$1990 \leq X \leq 1999$	3	$x \geq 4.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$1990 \leq X \leq 1999$	0	$0 \leq x < 3.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \leq 1989$	1	$6\% \leq x < 6.5\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \leq 1989$	2	$6.5\% \leq x < 7\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \leq 1989$	3	$x \geq 7\%$	%
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x < 6\%$	%

Tabla 1 CORPAIRE datos reglamentarios de Monóxido de Carbono / Fuente: CORPAIRE 2016.

DESCRIPCIÓN UMBRAL*	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL	UNIDAD
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	1	$160 \leq x < 180$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	2	$180 \leq x < 200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	3	$x \geq 200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x < 160$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq X \leq 1999$	1	$650 \leq x < 700$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq X \leq 1999$	2	$700 \leq x < 750$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq X \leq 1999$	3	$x \geq 750$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq X \leq 1999$	0	$0 \leq x < 650$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	1	$1000 \leq x < 1200$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	2	$1200 \leq x < 1300$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	3	$x \geq 1300$	(ppm)
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x < 1000$	(ppm)

Tabla 2 CORPAIRE datos reglamentarios de Hidrocarburos no combustionados / CORPAIRE 2016

En el motor Swift, que es menor al año 1989, nos indica que su rango de calificación de monóxido de carbono es de:

Calificación	Umbral en porcentaje (%)
0	0 a 6%
1	6 a 6,5%
2	6,5% a 7%
3	7% en adelante

Tabla 3 Rango de Calificación de monóxido de carbono / Fuente: Propia del autor

También nos indica que su rango de calificación en hidrocarburos no combustionados es desde:

Calificación	Umbral en partes por millón (ppm)
0	0 a 1000 ppm
1	1000 a 1200 ppm
2	1200 a 1300 ppm
3	1300 ppm o mayores

Tabla 4 Rango de calificación de hidrocarburos no combustionados / Fuente: Propia del autor

La calificación se clasifica en:

1	Moderado
2	Grave
3	Peligroso

Tabla 5 Clasificación de niveles permitidos / Fuente: Propia del autor

Cave recalcar que, con una alta calificación en la prueba de gases de la CORPAIRE, el vehículo no puede ser matriculado y por ende no tiene el permiso de circulación en la ciudad de Quito.

1.5 Ciclos termodinámicos del motor

El ciclo termodinámico de un motor se lo puede observar cuando necesitamos que la mezcla aire combustible tenga una explosión y de esa manera poder bajar al pistón con una fuerza necesaria para que mueva el cigüeñal y produzca trabajo. Necesitamos de una chispa en el

- El fluido activo no es un gas perfecto por lo tanto tiene propiedades físicas y eventualmente composición química variables.
- La introducción y sustracción de calor no son instantáneas, sino que requieren cierto tiempo.
- Durante el ciclo hay un intercambio de calor por rozamiento, por lo que las transformaciones no son reversibles

Diagrama angular.

- A. Avance inicio admisión.
- B. Retraso final admisión.
- C. Avance encendido.
- D. Avance inicio escape.
- E. Retraso final escape.

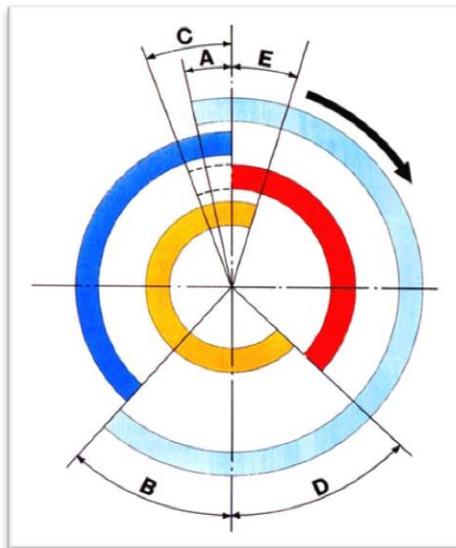


Figura 11 Diagrama angular de un motor de combustión de 4 tiempos / Fuente: Manual Fiat Termodinámica

Teóricamente, en un motor de cuatro tiempos la válvula de admisión se abre en el P.M.S. y se cierra en el P.M.I., mientras que la válvula de escape se abre en el P.M.I. y se cierra en el P.M.S. cuando se abre la válvula de admisión.

En realidad, estos puntos de apertura y cierre de las válvulas se corrigen, para mejorar el funcionamiento del motor en cada fase.

- A. Inicio de admisión.
- B. Final de admisión.
- C. Inicio de escape.
- D. Final de escape.

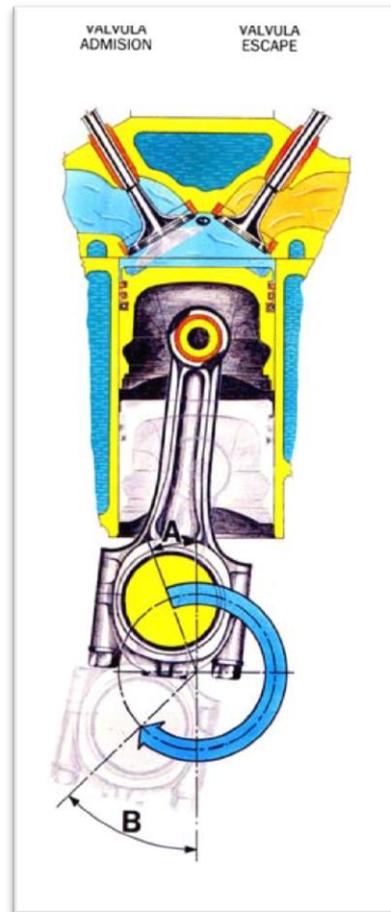


Figura 12 Diagrama de la distribución inicio y final de admisión / Fuente: Manual Fiat Termodinámica

Análogamente un ligero retraso del cierre de la válvula de escape, permite aprovechar la carrera de expulsión con la válvula todavía abierta en el P.M.S.

- A. Inicio de admisión.
- B. Final de admisión.
- C. Inicio de escape.
- D. Final de escape



Figura 13 Inicio y final de la fase de escape / Fuente: Manual Fiat Termodinámica

En estos casos se trata de pequeños ángulos (en general inferiores a 10°), donde la apertura simultánea de las dos válvulas, llamado cruce de las válvulas, puede provocar el encendido de la nueva mezcla que entra en el cilindro, al entrar en contacto con los gases quemados a temperatura elevada.

Todos estos ángulos se representan en el diagrama de la distribución donde se describen los valores que permiten definir los instantes en los que se abren y cierran las válvulas de admisión y escape.

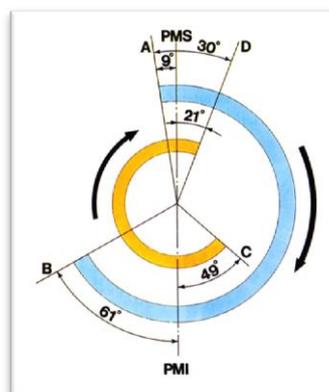


Figura 14 Diagrama de distribución de un motor de 4 tiempos / Fuente: Manual Fiat Termodinámica

Del diagrama antes mencionado podemos saber que:

-La válvula de admisión se abre con un avance de 9° respecto al P.M.S. y se cierra con un retraso de 61° respecto al P.M.I.

-La válvula de escape se abre con un avance de 49° respecto al P.M.I. y se cierra con un retraso de 21° respecto al P.M.S.

Gracias al diagrama de la distribución podemos conocer el ángulo de cruce de las válvulas, durante el cual las válvulas de escape y admisión se abren simultáneamente. Este ángulo es la suma de los ángulos de avance apertura válvula de admisión y de retraso cierre válvula de escape y, en este caso es de 30°

1.8 Curvas Características

Las prestaciones de un motor se definen con sus curvas características; que nos indican:

- El par motor.
- La potencia.
- El consumo específico.

Todo ello en función de la velocidad angular del cigüeñal.

1.8.1 El Par Motor

Es toda fuerza aplicada con un brazo fijo a distancia del cuerpo al que se aplica la fuerza.

Esta fuerza se mide multiplicando la fuerza por la distancia. De esta manera tenemos como resultado el par motor.

Con la misma fuerza, cuanto mayor sea la distancia que apliquemos la fuerza mayor será el par motor.

1.8.2 La potencia

Es el trabajo que realiza el motor durante el desplazamiento del vehículo. Este se mide dividiendo el trabajo por el tiempo.

1.8.3 El consumo específico

Representa la cantidad de combustible consumido por el motor en gr para suministrar una determinada potencia (CV) en la unidad de tiempo hora(h). Es un índice de rendimiento global del motor, cuanto más bajo es el consumo específico mejor es el rendimiento y viceversa.

La relación de compresión influye en el consumo específico.

Las curvas características de los motores indican las prestaciones y consumos de los mismos y se determinan en bancos de pruebas; en los motores Otto las pruebas se realizan con apertura total de la mariposa de aceleración.

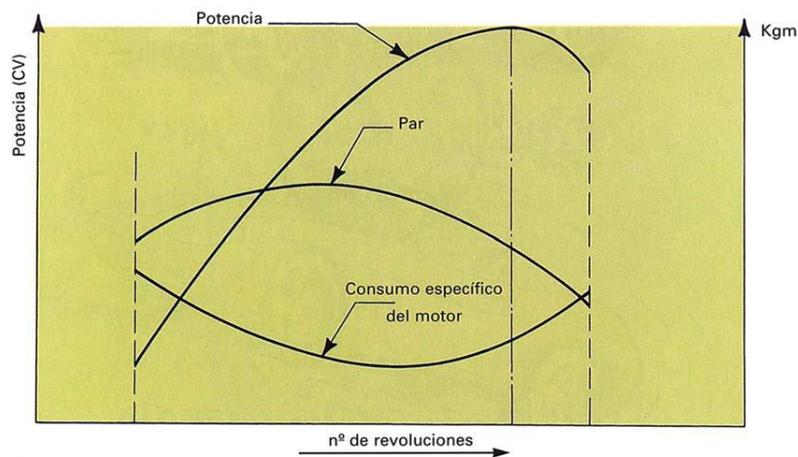


Figura 15 Curva característica del motor / Fuente: Manual Fiat Motores Otto.

1.9 Sistema de alimentación

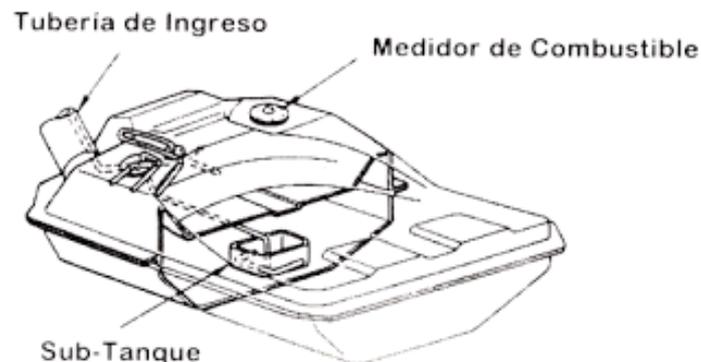
El sistema de alimentación del motor Swift es por combustible de gasolina y aplicado por un carburador el cual dosifica la mezcla, aire combustible, óptima y necesaria para el correcto funcionamiento del motor.

1.9.1 Tanque o depósito de combustible:

Es un contenedor que sirve para almacenar y suministrar combustible. Generalmente se monta en la parte trasera del vehículo debajo de la carrocería del mismo.

Posee un sensor o un flotador de combustible para indicar la cantidad restante de combustible que existe en su interior.

El tanque cuenta con distintas hojas dentro del depósito para evitar que el combustible este en constante movimiento por la inercia que produce el traslado de un lado a otro del vehículo.



Configuración del Tanque de Combustible

Figura 16 Tanque de combustible / Fuente: www.fierrosclasicos.com

1.9.2 Filtro de combustible:

El combustible que utilizamos en los vehículos y más aún el combustible utilizado en nuestro país no es el más óptimo ni el mejor. El mismo puede contener suciedades las cuales pueden dañar algunos sistemas del automotor especialmente el motor. Dichas impurezas pueden dañar también las cañerías y producir una obstrucción causando que el motor no se encuentre a punto.

El filtro de combustible es el encargado de remover estas impurezas antes que tengan contacto con otros sistemas, evitando daños mayores en el vehículo.

A continuación, podemos observar un gráfico en el cual muestra el recorrido del combustible dentro del filtro, estos componentes dentro del filtro generalmente son de papel para poder obstruir la mayor cantidad de impurezas posibles.

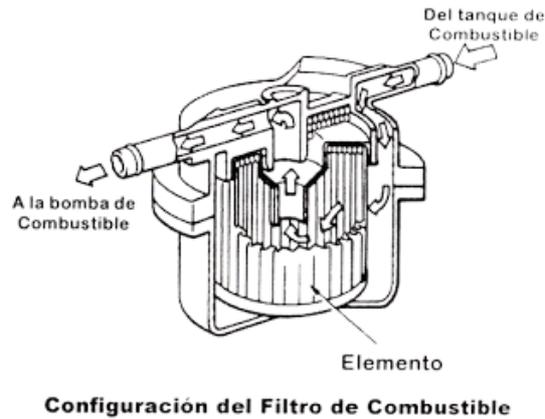


Figura 17 Filtro de combustible / Fuente: www.fierrosclasicos.com

1.9.3 Bomba de combustible

Para poder enviar el combustible desde el tanque hacia el resto del sistema necesitamos una bomba de combustible la cual ayuda a realizar esta acción.

Dicha bomba de combustible puede ser activada tanto eléctrica como mecánicamente. En el caso del presente proyecto siendo un motor equipado con un carburador usa una bomba de combustible eléctrica de baja presión (hasta 15 PSI); a diferencia de los motores con inyección electrónica que utilizan una bomba de combustible eléctrica de alta presión (hasta 90 PSI).

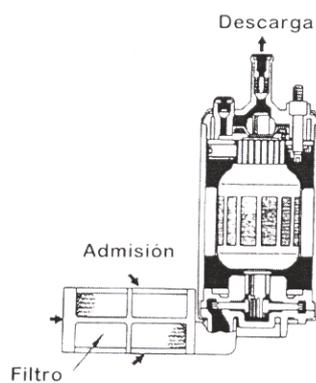


Figura 18 Bomba de combustible eléctrica/ Fuente: www.fierrosclasicos.com

La bomba de combustible utilizada en el proyecto es accionada a través de un relé el cual envía corriente eléctrica positiva el momento en que se pone en contacto el interruptor principal; en ese momento la bomba que se encuentra sumergida dentro del tanque envía presión de gasolina hacia el filtro y luego pasa hacia el carburador en donde a través del sistema de flotador se mantiene un nivel constante de gasolina; y la presión puede mantenerse hasta unas 6 PSI.

1.9.4 El carburador

Es el dispositivo encargado de realizar la mezcla aire combustible con el fin de aspirar e inyectar la mezcla en el motor. Mezcla el aire que entra por el filtro de aire con el combustible líquido para poder producir una combustión óptima. También tiene la función de producir la evaporación del combustible en la sección donde se produce una caída brusca de presión.

Con una correcta regulación del carburador se puede economizar combustible y tener un rendimiento óptimo del motor.

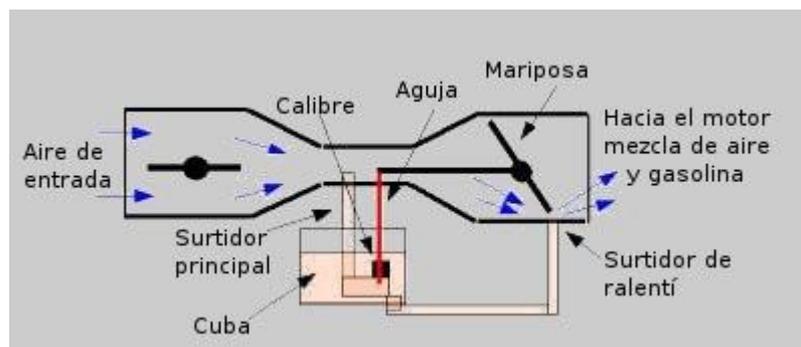


Figura 19 Carburador Venturi / Fuente: www.todomotores.cl

El principio que utiliza el carburador es básicamente el mismo que utiliza un pulverizador de pintura cuando el aire es soplado. Cruza el eje de la tubería pulverizando la mezcla. Si la rapidez del flujo de aire aumenta la presión del combustible también aumenta.

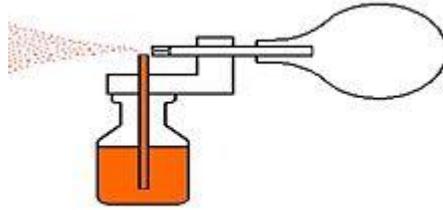


Figura 20 Principio de operación del carburador / www.todomotores.cl

El carburador utilizado en el proyecto es un carburador de Venturi variable que debido a su constante variación de entrada de aire tiene un mejor rendimiento en la proporción de mezcla aire gasolina dando como resultado una mezcla estequiométrica estable en todas las gamas de revolución del motor.

El carburador de difusor variable que es el utilizado en el motor del banco didáctico, se caracteriza por tener el difusor variable y se encuentra colocado de forma horizontal. Dicha sección se controla por una válvula de vacío la cual disminuye o aumenta el diámetro difusor dependiendo de las condiciones en las que funciona el motor. De esta manera logramos que se regule de una forma automática y en todo momento la mezcla.

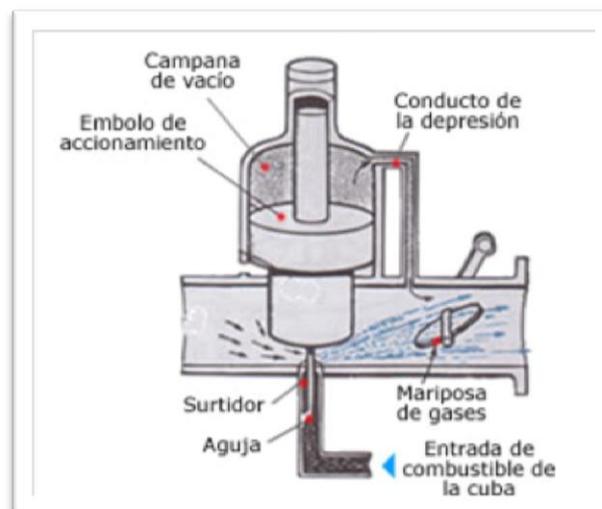


Figura 21 Esquema de un carburador de difusor variable / www.todomotores.cl

1.9.5 Constitución

Posee un cuerpo principal o colector de aire sobre el cual está instalado el surtidor que se alimenta de la entrada de combustible. El mismo surtidor se desplaza mediante un sistema de tirador – palanca, de manera que cuando la boca descende con relación a la aguja el paso de combustible es mayor.

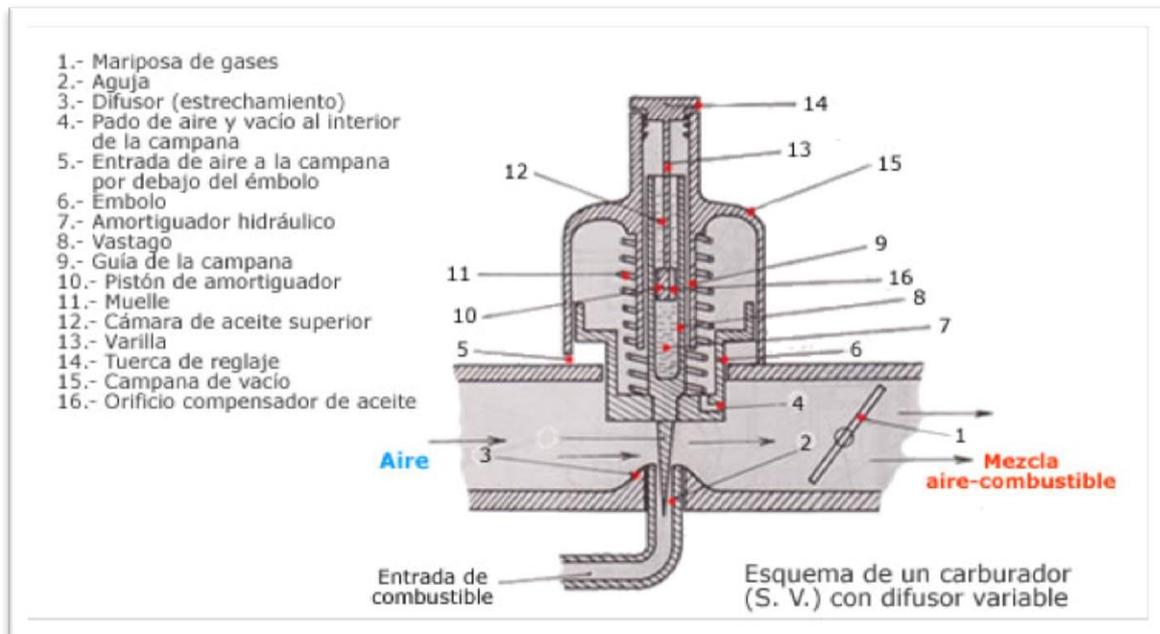


Figura 22 Partes que constituyen un carburador con difusor variable / Fuente: www.todomotores.cl

1.9.6 Funcionamiento

En ralentí se desplaza el surtidor a su posición normal. En esta posición la aguja de la válvula cierra más o menos la salida de combustible y da por resultado el caudal preciso en función a la aspiración de aire por los cilindros, todo esto regulado por la mariposa de gases.

Cuando varía la velocidad del aire a su paso por el difusor, es decir cuando se acelera la succión en el colector se hace más fuerte succionando también el aire de la campana creando un vacío en el interior de la misma, el cual hace subir al émbolo. Aumenta el diámetro del difusor y por ende la velocidad y la depresión en el surtidor bajan. Por lo tanto, succionan una menor cantidad de combustible y teniendo como resultado una mezcla más pobre a medida que el motor gira a mayor velocidad.

Cuando se necesita una rápida aceleración y mayor potencia se pisa el acelerador y esto ocasiona que se abra la mariposa de gases creando una fuerte corriente de aire a través del difusor y una significativa succión en la válvula de vacío. Pero como el émbolo no puede moverse a la misma velocidad, ya que es frenado por el amortiguador, el aire pasa por un pequeño espacio del difusor con esto se logra una mayor succión de combustible por lo tanto enriquece la mezcla. Con esto se logra proporcionar una dosificación de máxima potencia.

1.10 Sistema de distribución

En los motores de combustión interna tiene la función de sincronizar perfectamente el recorrido del pistón con las aperturas y cierre de las válvulas a fin de que se efectúe los procesos de admisión, compresión, explosión y escape para que se lleve a cabo la transformación del poder calorífico de la gasolina en energía mecánica del motor. Cabe mencionar que el banco didáctico conformado por el motor Swift, posee 16 válvulas las cuales se dividen en 4 válvulas por cilindro. En cada cilindro existen dos válvulas de admisión y dos válvulas de escape.

Este sistema está constituido por:

1.10.1 Árbol o árboles de levas.

Es un mecanismo que está formado por un eje en el cual se colocan levas de distinta manera para poder accionar las válvulas tanto de admisión como de escape. Mediante la distribución del motor y su respectiva banda se sincroniza con el cigüeñal para un correcto funcionamiento del mismo.

Las levas que utiliza el motor Swift tangenciales es decir según la figura 22 las levas utilizadas en el árbol de levas del motor del banco didáctico tienen unos grados más anchos en el flanco y menos grados en la cresta por lo tanto son unas levas que tienen más punta, lo que ocasiona que tenga un mejor rendimiento y más potencia el motor ya que las válvulas se abren con mayor aceleración.

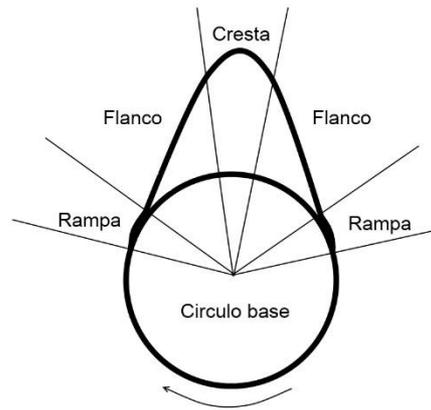


Figura 23 Leva utilizada en el motor Swift. www.todomotores.cl.



Figura 24 Árbol de levas / Fuente: www.todomotores.cl

1.10.2 Banda de distribución.

Dicha banda es la encargada de sincronizar la distribución tanto del cigüeñal como del árbol de levas para un correcto funcionamiento del motor.

1.10.3 Piñones del árbol de levas y cigüeñal.

Son los encargados de acoplar el árbol de levas y el cigüeñal a la banda de distribución.

1.10.4 Templadores.

Son los encargados de templar la banda de distribución para un correcto uso y montaje de la polea de distribución.

1.11 Sistema de encendido

Es el sistema necesario para producir el encendido de la mezcla de aire combustible dentro del cilindro del motor. Estos son los encargados de generar la chispa de la bujía para que se pueda generar la combustión en el cilindro. Esta chispa es generada entre dos electrodos y debe tener la potencia necesaria y en el momento indicado para iniciar la combustión.

La chispa generada por la bujía puede saltar con mucho menos voltaje en el vacío. Con este concepto sabemos que el sistema de encendido tiene que elevar el voltaje del sistema eléctrico del vehículo hasta los valores necesarios para hacer saltar la electricidad entre dos electrodos colocados dentro del cilindro a la presión alta de la compresión.

El sistema de encendido debe ir adelantando el momento del salto de la chispa con respecto a la posición gradual al mismo tiempo que aumenta la velocidad de rotación del motor.

El banco didáctico utiliza un sistema de encendido electrónico. El módulo de encendido que se encuentra instalado en el distribuidor del motor Swift es el que podemos observar en la figura 25.



Figura 25 Módulo de encendido instalado / Fuente: www.todomotores.cl



Figura 26 Módulo de encendido / Fuente: www.todomotores.cl

Disposición del sistema de encendido en el automóvil y de la misma manera se encuentra en el módulo didáctico

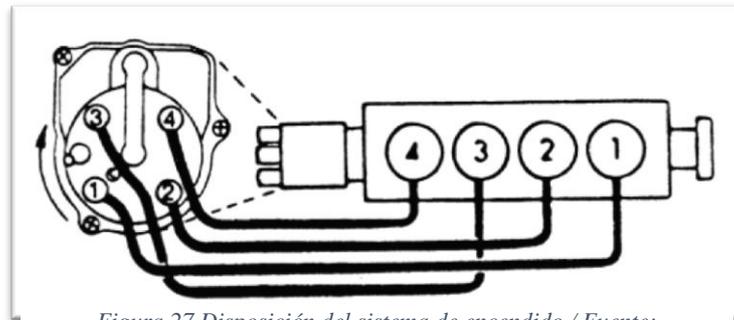


Figura 27 Disposición del sistema de encendido / Fuente: www.todomotores.cl

1.11.1 Distribuidor

Es el elemento encargado de enviar la corriente eléctrica de alto voltaje a las diferentes bujías instaladas en cada cilindro. Dicho voltaje lo recibe de la bobina de encendido.

Distribuidor instalado en el motor Swift



Figura 28 Distribuidor instalado en el banco de pruebas / Fuente: www.todomotores.cl

Cuando el motor posee múltiples cilindros, la chispa debe producirse por cada dos vueltas del cigüeñal ya que es un motor de cuatro tiempos.

1.12 Sistema de lubricación

Tiene por finalidad las siguientes funciones:

- Lubricar las partes que se encuentran en rozamiento.
- Enfriar los elementos que adquieren temperatura como pistones rines y bielas.

- Limpiar los productos o residuos de la combustión.
- Hermetizar entre las paredes del cilindro y los rines para que se mantenga la compresión
- Atenuar los ruidos que produce el motor
- Evitar la oxidación.

Sus componentes son:

1.12.1 Cárter.

Es la parte del motor que sostiene al cigüeñal y donde reposa el aceite del motor.



Figura 29 Cárter del motor / Fuente: Propia del autor

1.12.2 Bomba de aceite

Es el componente encargado de poner en circulación el aceite. De esta manera se mantiene un constante movimiento y presión de aceite en el motor. Su movimiento puede darse a través del árbol de levas o del cigüeñal.

La bomba de aceite utilizada en el banco didáctico es una bomba de lóbulos excéntricos instalada en la parte delantera del cigüeñal. El piñón central de ese lóbulo es movido a la misma velocidad del cigüeñal y el lóbulo exterior, que tiene un diente más, se mueve de forma excéntrica. En el lado derecho produce una succión y en el lado izquierdo produce una

expulsión del aceite. El aceite es empujado hacia el filtro y luego a los ductos del cigüeñal para su posterior lubricación.

1.12.3 Filtro de aceite.

Es el encargado de evitar que ingresen impurezas o basuras que dañen el funcionamiento del motor. En su interior cuenta con capas de elementos porosos que evitan el paso de basuras o contaminantes al motor.



Figura 30 Filtro de aceite / Fuente: www.todomotores.cl

Cañerías varias del sistema por las cuales existe un caudal de aceite.

Indicadores de presión los cuales nos notifican si existe alguna pérdida de aceite o de presión del mismo.

Los diferentes lubricantes que se utilizan dependiendo el motor y sus necesidades.

1.13 Sistema de refrigeración

Tiene la función de mantener la temperatura del motor a un promedio de 88 grados centígrados evitando que el exceso de temperatura llegue a destruir los elementos del motor.

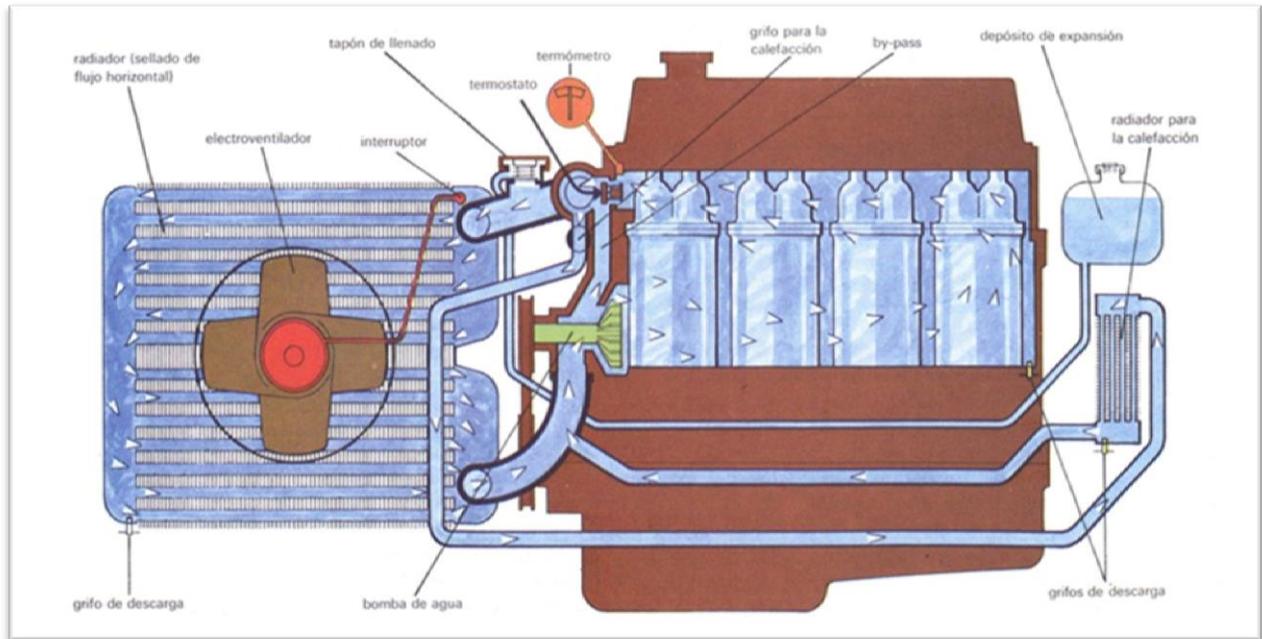


Figura 31 Circuito de refrigeración. www.aficionadosalamecanica.com

Su circuito comienza en el depósito de líquidos donde su flujo es llevado hacia el radiador el cual enfría todo el líquido refrigerante y también se ayuda con el electro ventilador cuando la temperatura se encuentra pasado los 90 grados centígrados. Gracias a la bomba de agua el líquido refrigerante ingresa al motor y tiene un constante flujo de corriente. El radiador de calefacción no se encuentra montado en el banco didáctico ya que no cumple ninguna función en el mismo porque no se montó un habitáculo en el proyecto.

Sus componentes principales son:

1.13.1 Radiador

Es el encargado de dispersar el calor del motor mediante líquido refrigerante. Esto lo logran mediante el choque de aire que tiene con el radiador y logra un enfriamiento del líquido por ende también del motor.



Figura 32 Radiador y ventilador / Fuente: Propia del autor.

1.13.2 Bomba de agua.

Es la encargada de hacer circular el líquido refrigerante. De esta manera existe un caudal del mismo y mantiene su presión constante en sus cañerías.

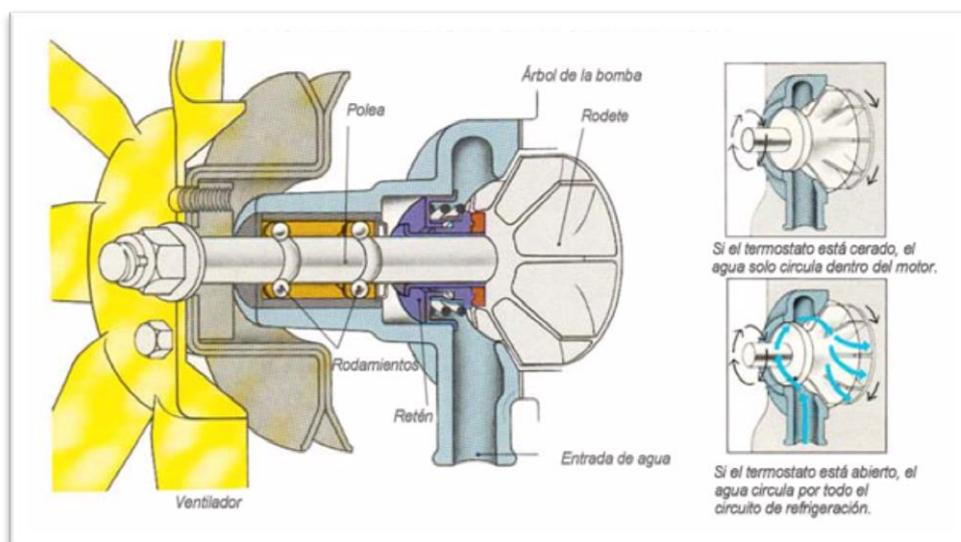


Figura 33 Diagrama de bomba de agua / Fuente: www.todomotores.cl

1.13.3 Termostato.

Es una válvula de control de flujo de líquido refrigerante la cual depende su caudal de la temperatura que tenga el motor. Generalmente cuando el motor pasa los 70 grados centígrados esta válvula se abre para dejar paso al líquido refrigerante y poder mantener estable la temperatura del motor. De esta manera se mantiene la temperatura adecuada y óptima para un correcto funcionamiento del vehículo.

1.13.4 Mangueras.

Son los elementos más comunes en dar un problema en este sistema. Deben estar en un excelente estado para evitar fugas y así un daño de todo el sistema.

1.13.5 Ventiladores.

El ventilador es eléctrico es decir que tiene un motor eléctrico el cual se acciona dependiendo la temperatura del motor. De esta manera ayuda al enfriamiento de todo el sistema.

El circuito de refrigeración del banco didáctico dispone de un electro ventilador el cual genera una corriente de aire para enfriar los conductos del radiador. Consta de un termo contacto el cual es un sensor de temperatura encargado de activar y desactivar el electro ventilador automáticamente dependiendo la temperatura del motor. Dicho sensor se encuentra en contacto con el líquido refrigerante y se encuentra ubicado cerca del termostato.

Interiormente lleva unos contactos eléctricos sensibles a la temperatura, conocido como interruptor técnico, que abre y cierra el circuito dependiendo su temperatura. Este interruptor cierra su circuito a los 90 grados centígrados y lo abre a los 70 grados centígrados.

CAPÍTULO II

2. Características técnicas del motor Swift.

La versión escogida para el proyecto fue la versión 1.6 litros, SOCH de 16 válvulas.



Figura 35 Motor Swift / Fuente: Propia del autor.

2.1 Especificaciones técnicas

Cilindros	4
Válvulas por cilindro	4
Desplazamiento	1590 cm ³
Potencia Máxima	68 KW / 92 hp / 5800 rpm
Esfuerzo de torsión	127 Nm /2800 rpm
Transmisión	Manual
Sistema de combustible	Carburador Venturi variable
Combustible	Gasolina con bomba eléctrica sumergida
Diámetro del cilindro	75.1 mm
Carrera	90.2 mm

Relación de compresión	9,5: 1
Par Máximo	130 Nm / 3500 rpm
Sistema de enfriamiento	Forzado por bomba con líquido refrigerante
Sistema de encendido	Electrónico con módulo.
Sistema de distribución	SOCH con banda
Sistema de lubricación	A presión forzada con bomba.
Depósito de combustible	40 litros
Aceleración	0-100 km/h: 11 s.
Consumo medio	6,5 l / 100 km.

Tabla 6 Especificaciones de motor Swift

El motor Swift cuenta con cuatro cilindros en línea cada uno con cuatro válvulas dos de admisión y dos de escape. Posee una cilindrada de 1590 cc que es calculada con las medidas de la carrera y del diámetro del cilindro. Posee una transmisión manual y 5 velocidades y en conjunto con el motor cuenta con una potencia máxima de 92 caballos de fuerza a 5800 revoluciones por minuto.

Utiliza gasolina por combustible y cuenta con una bomba eléctrica sumergida en el tanque. El cual posee una capacidad de 40 litros y el rendimiento de gasolina es de 6.5 litros por 100 km. La bomba eléctrica envía el combustible a un carburador de difusor variable el cual es el que utiliza el motor Swift. Dicho Carburador utiliza el principio de Venturi y es regulado por una válvula de vacío y una aguja que permite el paso de combustible para una mezcla óptima de aire combustible.

Utiliza un sistema de enfriamiento por líquido refrigerante forzado por bomba el cual permite mantener la temperatura ideal al motor Swift. Su sistema de distribución es mediante una polea que va integrada al cigüeñal y al árbol de levas. Dicho cabezote contiene solo un árbol de levas para la sincronización de sus válvulas.

Su sistema de lubricación es por aceite forzado por bomba la cual ayuda a la circulación del mismo por todo el motor.

El motor Swift 1600 cc SOCH cuenta con una aceleración de 0 a 100 km por hora en 11 segundos.

CAPÍTULO III

3. Diseño y construcción del banco de pruebas

Se realizó un estudio e investigación previa para poder verificar cual sería el diseño más óptimo para el banco de pruebas. Primero se tenía conocimiento que tanto sus medidas y la construcción del caballete iba a depender de que motor se podría conseguir. Luego de realizar una búsqueda por varios talleres se logró encontrar un motor Chevrolet Swift en buenas condiciones y con las especificaciones que se tenía en mente. A continuación, los detalles paso a paso de cómo se construyó el banco de pruebas.

3.1 Elaboración de un presupuesto referencial

El banco de pruebas se desarrolló utilizando un presupuesto destinado para la compra de todos los repuestos y piezas que fueron necesarias para adecuar y desarrollar el proyecto del motor Swift de 4 cilindros. A continuación, se detalla brevemente los principales gastos.

DETALLE	VALOR EN DÓLARES
Motor y Caja de cambios	800,00 USD
Múltiple de admisión	120,00 USD
Tubo de escape y silenciador	70,00 USD
Tanque de combustible	40,00 USD
Tablero	35,00 USD
Caballete	212,00 USD
Pintura	68,00 USD
Batería usada	50,00 USD
Bases de soporte	20,00 USD
Gastos varios	160,00 USD
TOTAL	1575,00 USD

Tabla 7 Presupuesto real del proyecto / Fuente: Propia del autor

3.2 Selección y adquisición del motor de las características indicadas.

Se logró conseguir un motor de combustión interna de 4 cilindros modelo Swift de la marca Chevrolet con un cilindraje de 1600 CC. El motor estaba en buen estado y se tenía conocimiento que lo vendieron debido a que el auto sufrió un choque bastante fuerte y no podían repararlo. Por lo tanto, vendieron sus partes que se encontraban en buenas condiciones.

3.3 Identificación y medidas de los puntos de anclaje (bases) del motor y caja de cambios.

Otro de los motivos por el cual se decidió comprar este motor fue que lo vendieron con la caja de cambios incluida. De esta manera se supo las medidas y se identificó los puntos de anclaje tanto del motor como de la caja de cambios.



Figura 36 Caja de cambios / Fuente: Propia del autor.

3.4 Identificación e ubicación de los elementos auxiliares: batería, radiador, tanque de gasolina, tablero de instrumentos

Se utilizó la misma ubicación de los componentes dentro del vehículo utilizando el mismo diseño para la construcción del caballete.

3.5 Diseño con medidas, del soporte (caballete) del motor y puntos de instalación de los elementos auxiliares

Se tomaron medidas del motor tanto de sus bases al igual que la caja de cambios. Se transfirieron para la construcción del caballete.

3.6 Compra de materiales para elaboración de caballete

6 metros de tubo cuadrado de 40x2mm, 6 metros de tubo cuadrado de 25x2mm, 2 metros de tubo redondo de 25x2mm, 4 placas de platina de 100x4mm, 4 garruchas con freno, 16 pernos m8 con tuercas y rodela, 1 plancha de aluminio de 620x42x2mm, una malla para protección de poleas.

3.7 Elaboración y pintura electrostática de soporte metálico para motor.

Teniendo en cuenta las medidas tanto de las bases del motor y caja de cambios se procedió a realizar la contratación de la soldadura del caballete con su posterior pintado del mismo.

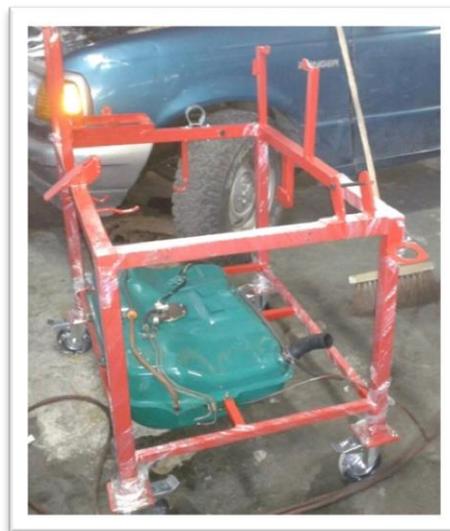


Figura 37 Caballete del banco de pruebas / Fuente: Propia del autor.

3.8 Desarmado exterior del motor para verificar estado y limpieza general.

Se procedió con un desarmado de las tapas del motor para verificar el estado del mismo y se realizó una limpieza en general de todas sus piezas para poder proceder con el siguiente paso.

3.9 Pintado de cárter, radiador, poleas, tanque de gasolina, protección del escape y depurador.

A la par de la construcción y pintado del caballete se procedió a limpiar cada pieza del motor y sus accesorios y se inició la fase de pintura de los mismos.

3.9.1 Pintado de cárter, radiador y piezas varias.

Las diferentes piezas se las pinto en el taller donde se armo el banco didáctico, retirando todos los elementos que podían sufrir daños y limpiando correctamente las piezas para un mejor trabajo de pintado.



Figura 38 Carter, radiador y piezas varias pintadas / Fuente: Propia del autor

3.9.2 Pintado de tanque de combustible

El pintado del tanque de combustible se lo realizó sin sus mangueras ni parte eléctrica de la bomba la cual podría dañarse.



Figura 39 Tanque de combustible pintado / Fuente: Propia del autor

3.9.3 Pintado de bases del motor y carcasa de filtro de aire

La pintura de las bases del motor y el cuerpo de filtro de aire se lo pinto dentro del taller donde se armó el banco didáctico. Se realizó una limpieza de todas sus partes y se secó por algunos días.



Figura 40 Filtro de aire y bases del motor pintados / Fuente: Propia del autor

3.10 Instalación de motor y caja de cambios en bases sobre el caballete

Una vez pintadas las piezas del banco didáctico se procedió a la instalación del motor y su caja de cambios en el caballete. Para este proceso fue crucial la correcta construcción del caballete con las mismas medidas de las bases del motor, ya que el banco didáctico tiene la misma distribución que el auto Swift con respecto a sus componentes.



Figura 41 Instalación de bases del motor en el caballete / Fuente: Propia del autor

3.11 Instalación de elementos auxiliares

Una vez instalado las bases del motor y de la caja de cambios en el caballete, se procedió a la instalación de los elementos auxiliares como el sistema de escape, tanque de gasolina, depurador, caja de fusibles, batería, tablero de instrumentos, radiador con sus respectivas mangueras, el acelerador y sistema de admisión.

3.11.1 Instalación de sistema de escape

La instalación del sistema de escape se la realizó con la colocación de nuevos empaques para un mejor rendimiento del mismo.

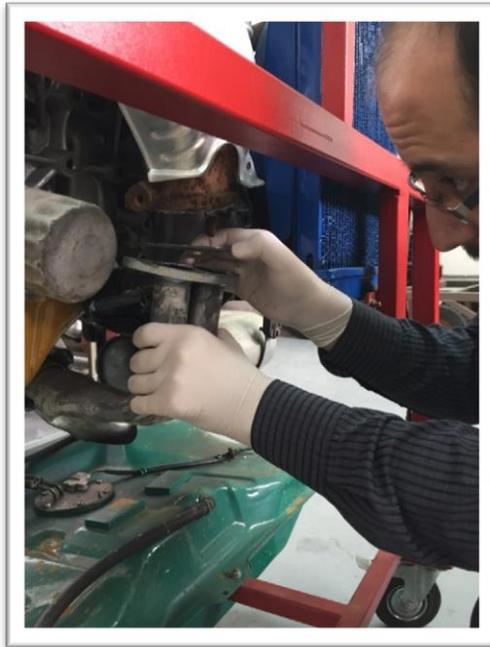


Figura 42 Instalación del sistema de escape / Fuente: Propia del autor

3.11.2 Instalación de Batería.

La instalación de la batería fue un poco más compleja de lo esperado ya que se necesitaba una batería con las mismas medidas de la base. Al final logramos conseguir dicha batería y su instalación fue todo un éxito.

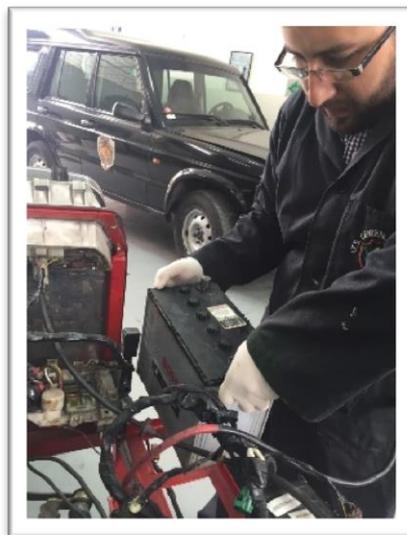


Figura 43 Instalación de batería / Fuente: Propia del autor

3.11.3 Instalación de radiador con sus respectivas mangueras.

La instalación del radiador se la llevó a cabo sin líquido refrigerante ya que sus mangueras fueron instaladas luego de que el radiador este empotrado al pedestal.

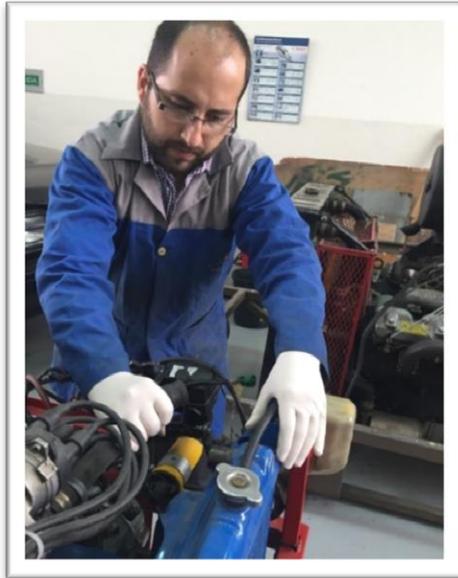


Figura 44 Instalación del radiador y respectivas mangueras / Fuente: Propia del autor

3.11.4 Instalación del acelerador

La instalación del acelerador se la realizó con una pieza que simula el pedal del acelerador del automóvil.

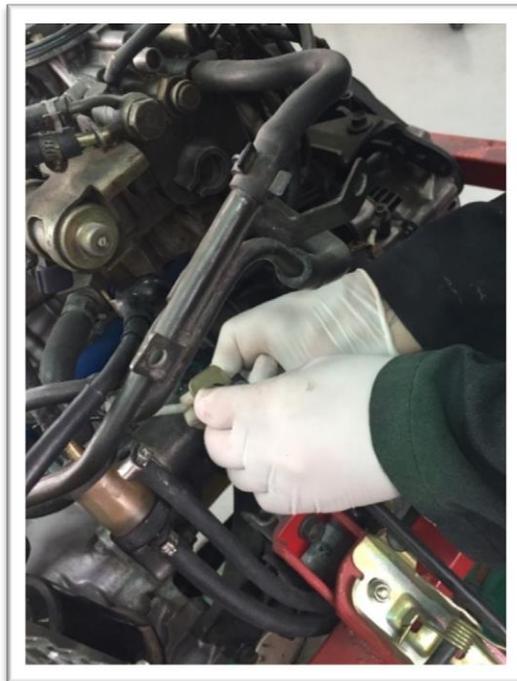


Figura 45 Armado del acelerador / Fuente: Propia del autor

3.11.5 Instalación del sistema de alimentación

El sistema de alimentación se comenzó a instalar con su carburador de difusor variable y sus respectivas mangueras.

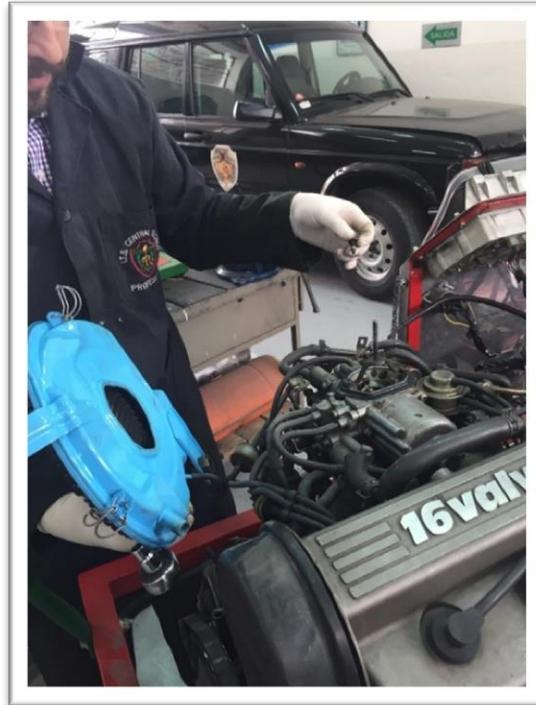


Figura 46 Instalación múltiple de admisión / Fuente: Propia del autor

3.11.6 Instalación del filtro de aire.

Luego de la instalación del carburador se procedió a la instalación del filtro de aire con su respectiva tapa.

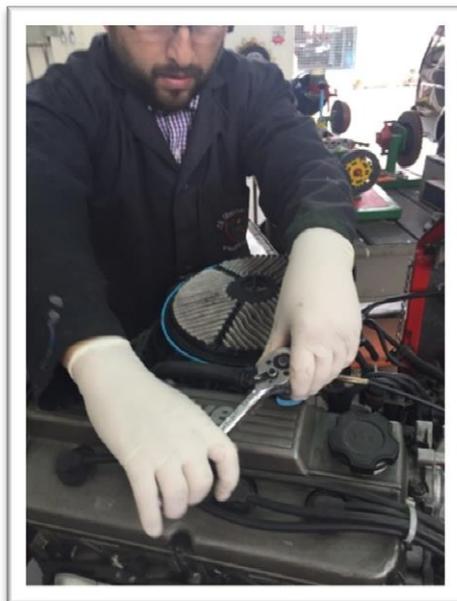


Figura 47 Instalación filtro de aire / Fuente: Propia del autor

3.11.7 Instalación del tablero de instrumentos



Figura 48 Instalación del tablero de instrumentos / Fuente: Propia del autor

3.12 Instalación de conexiones eléctricas

Una vez que se instaló los elementos auxiliares del motor se inició con la instalación eléctrica de los sistemas de encendido, arranque y carga, tablero de instrumentos y bomba de gasolina.

3.12.1 Instalación eléctrica de tablero y caja de fusibles

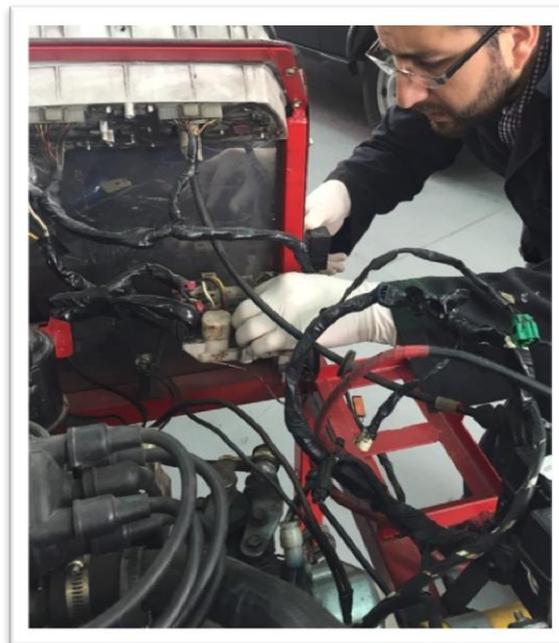


Figura 49 Instalación eléctrica tablero y caja de fusibles / Fuente: Propia del autor

3.12.2 Instalación de caja de fusibles

La instalación se la realizó en la parte posterior del tablero y se reemplazó algunos fusibles que se encontraban averiados.

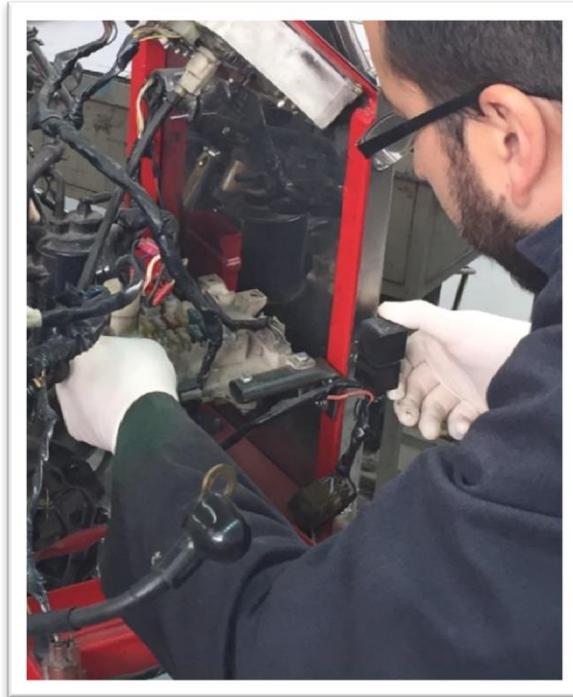


Figura 50 Instalación eléctrica y caja de fusibles / Fuente: Propia del autor

3.12.3 Instalación eléctrica de bomba de gasolina

Se realizó la instalación de la bomba eléctrica de gasolina dentro del tanque de combustible la misma que se encuentra en buen estado y funcionando correctamente.



Figura 51 Instalación eléctrica Bomba de gasolina / Fuente: Propia del autor

3.13 *Diseño e instalación de protección de poleas.*

Se diseñó e implemento una malla de protección de poleas para evitar accidentes cuando este en uso el banco didáctico. Dicha malla se la soldó a un tubo metálico con las medidas tanto del caballete como de la superficie de la banda de distribución.

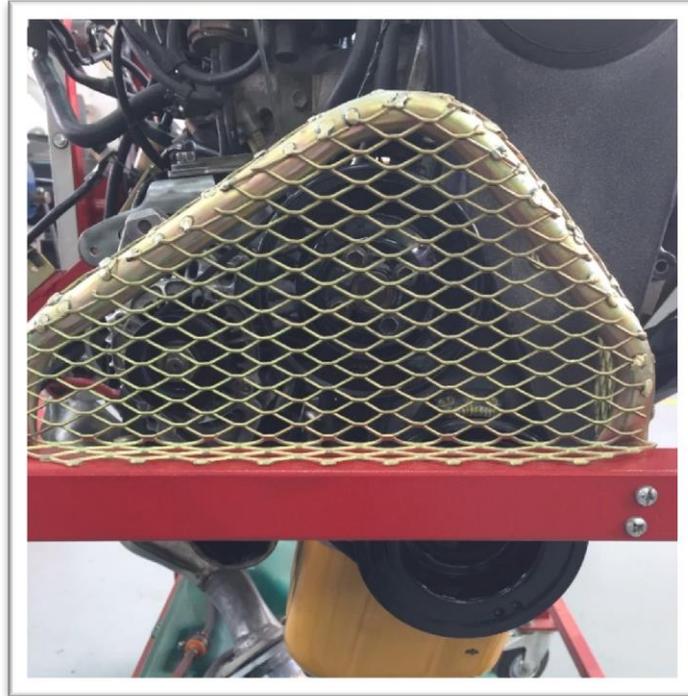


Figura 52 Malla de protección de bandas / Fuente: Propia del autor



Figura 53 Malla de protección de banda vista lateral / Fuente: Propia del autor

3.14 *Encendido y pruebas:*

La principal prueba del motor que se realizó fue la medida de compresión de los 4 cilindros del motor. Esta prueba se la realizó ya que es un buen indicador de la condición del motor, es muy sencilla y no se demora mucho en realizarla. Una vez que todos los componentes del banco de pruebas estaban correctamente montados y funcionando se procedió a realizar la prueba teniendo como resultado una compresión de 125 lb, lo cual nos aseguró que el motor se encontraba en buen estado. Con esta prueba podemos tener un diagnóstico muy preciso de la condición del motor.

Comprobación de funcionamiento de tablero de instrumentos, carga de la batería, buen arranque del motor y calibración de válvulas.

Por último, se midió y colocó más líquido refrigerante y se volvió hacer una limpieza profunda de sus componentes. Se instaló la placa frontal con la carátula del proyecto. Es un banco didáctico por lo cual siempre debe estar limpio y estéticamente atractivo. Tomando en cuenta que su funcionamiento y de todos sus sistemas siempre debe estar en óptimas condiciones.

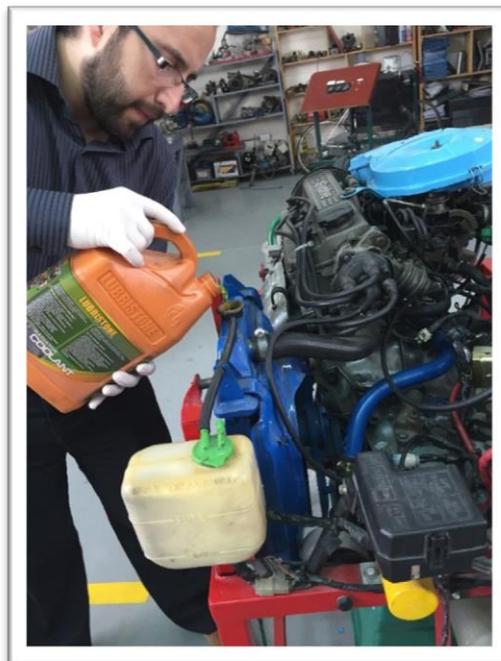


Figura 54 Colocación de líquido refrigerante / Fuente: Propia del autor

Herramientas que se utilizó para el montaje del motor en el banco didáctico:

- Juego de rachas
- Juego de llaves
- Playos
- Desarmadores
- Gato hidráulico
- Sogas
- Calibrador de láminas
- Compresímetro

3.15 *Adaptaciones*

Las adaptaciones que se realizaron fueron las bases necesarias para que el motor, con todos sus componentes antes mencionados, logren quedar fijos en el banco de pruebas. De esta manera se logró montar todos los sistemas auxiliares del motor con total éxito.

CAPÍTULO IV

4. Pruebas y simulaciones que se pueden practicar en módulo didáctico de motor de gasolina:

4.1 Medidas reales de la compresión.

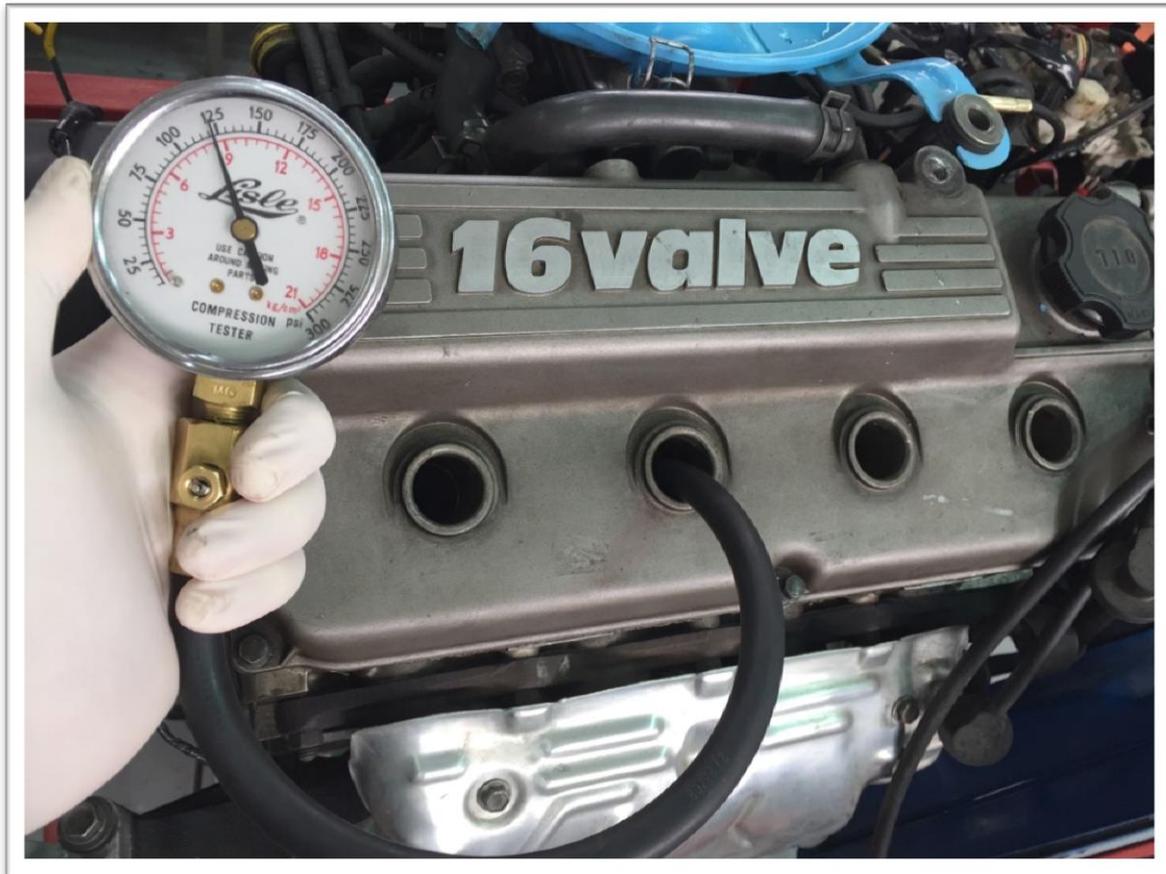


Figura 55 Prueba de compresión del motor / Fuente: Propia del autor

Con una prueba de compresión podemos darnos cuenta de una forma rápida y sencilla en qué condiciones se encuentra el motor en su interior. Para realizar esta prueba solo necesitamos de un medidor de compresión. En el caso del motor utilizado en el banco didáctico nos dio un resultado de 125 lb en cada uno de sus cuatro cilindros.

4.2 Medidas de presión de aceite.

La medida de presión de aceite se la realiza conectando un medidor de presión de aguja o electrónico conectado al switch de presión de aceite del motor. Luego se enciende el motor hasta llegar a su temperatura normal de funcionamiento y se toma las medidas.

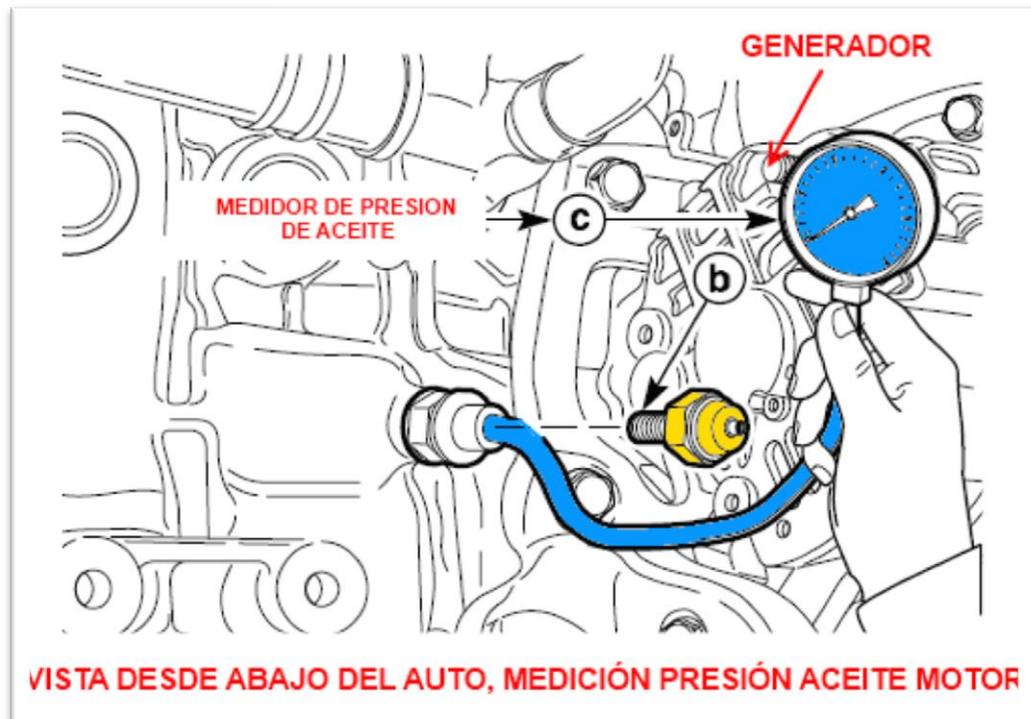


Figura 56 Como medir la presión de aceite del motor / Fuente: www.todomotores.cl

Antes de realizar la prueba es recomendable que se mida el aceite del motor evitando que se encuentre en el mínimo requerido. También se recomienda verificar que no exista ninguna fuga de aceite en el motor en especial en el cárter.

4.3 Medidas de presión de gasolina.

Para realizar esta prueba se necesita de un manómetro, el cual vamos a conectarlo al flujo de combustible que expulsa la bomba de gasolina hacia el carburador.

4.4 Calibraciones de válvulas.

Para la calibración de válvulas se necesita dejar un espacio o apertura entre la válvula y el balancín. La calibración de válvulas consiste en dejar el espacio justo para que no quede muy abierto y no exista un golpeteo o muy cerrado y el motor pueda fallar. De esta manera se calibran las válvulas tanto de admisión como de escape y tenemos un correcto funcionamiento del motor.

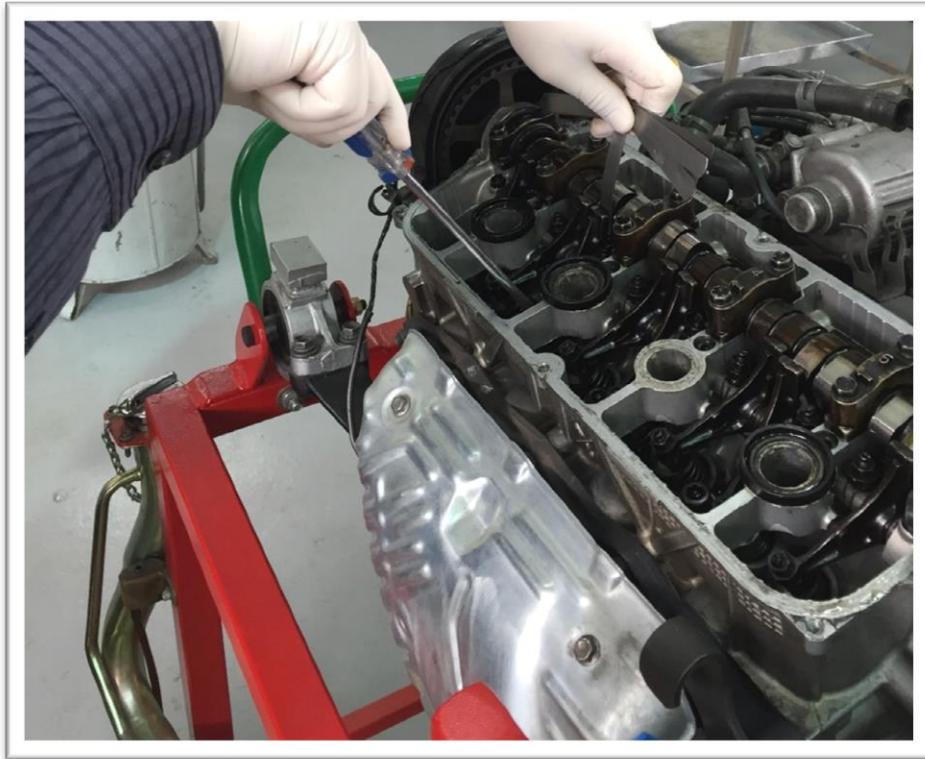


Figura 57 Calibración de válvulas / Fuente: Propia del autor

4.5 Puesta a punto del sistema de encendido.

La prueba puesta a punto del sistema de encendido consiste en poner a punto la distribución del motor ya que gracias a la distribución se puede coordinar la subida y bajada de pistones y la apertura y cierre de válvulas del motor. Conjunto con esto también se debe coordinar el salto de la chispa. Para esto se debe poner a punto el distribuidor y sus cables.

Se debe comenzar con el primer pistón en PMS y verificar la posición en la que se encuentra el rotor del distribuidor. Ese cable debe ir al primer cilindro ya que es en el cual va a saltar la chispa. Dependiendo hacia donde gire el rotor del distribuidor vamos a seguir el mismo orden con los siguientes cables.

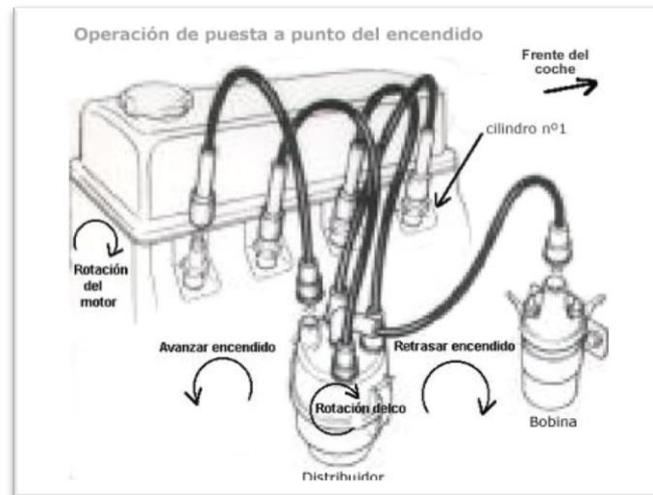


Figura 58 Puesta a punto sistema de encendido / Fuente: www.todomotores.cl

4.6 Uso de lámpara estroboscópica.

La lámpara estroboscópica es un instrumento eléctrico que sirve para medir los tiempos de encendido del automóvil. Dispara un flash el cual permite congelar la imagen de la señal que tenemos en la polea del cigüeñal y poder observar a cuantos grados esta sincronizado el motor. Esta lámpara se la usa para poner a punto el sistema de encendido del motor. Consiste de dos lagartos para poder conectarlos a la batería del motor y un tercer cable que se lo conecta a la bujía del cilindro.

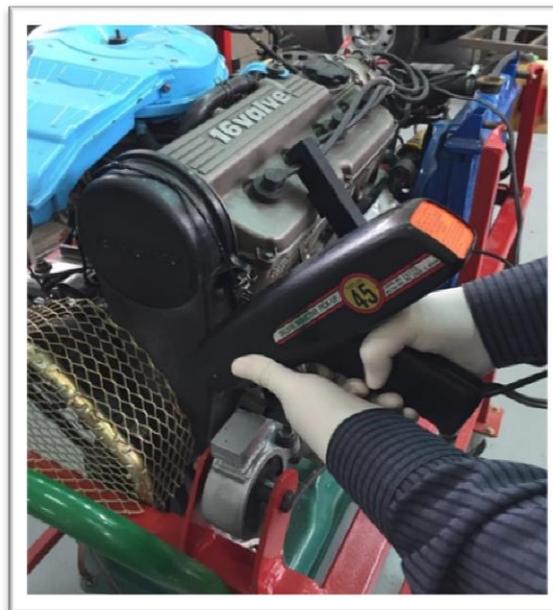


Figura 59 Lámpara estroboscópica / Fuente: Propia del autor

4.7 Verificación y sincronización de sistema de distribución por correa dentada.

Con el pistón número uno en PMS, es decir en fase de compresión, la marca que se encuentra en el engranaje del árbol de levas debe ubicarse como se muestra en la imagen 7.1 y el punto ubicado en el engranaje del salto de chispa debe coincidir con el corte de la polea del cigüeñal como lo muestra la imagen 7.2.

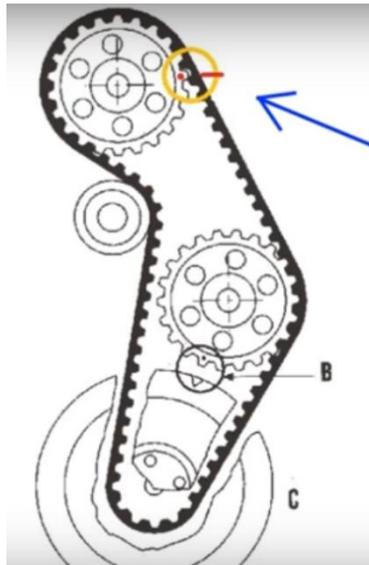


Figura 60 Engranaje árbol de levas / Fuente: www.todomotores.cl

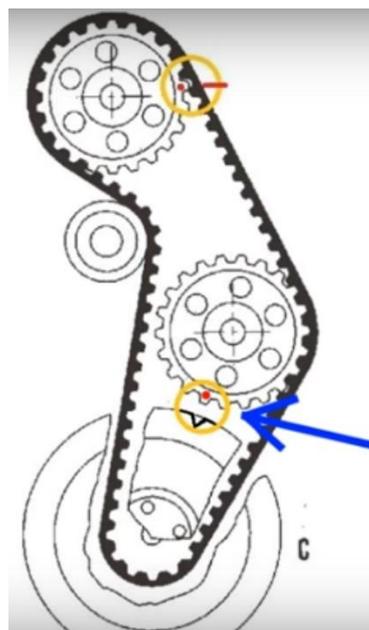


Figura 61 Engranaje del salto de chispa Fuente: www.todomotores.cl

4.8 Ejecución de ABC de motor.

El ABC de motor comprende un cambio de filtro de aire, un cambio de filtro de combustible y un cambio de bujías. Estos tres mantenimientos los podemos realizar sin ningún contratiempo en el banco didáctico de pruebas.



Figura 62 Cambio de bujías / Fuente: www.todomotores.cl

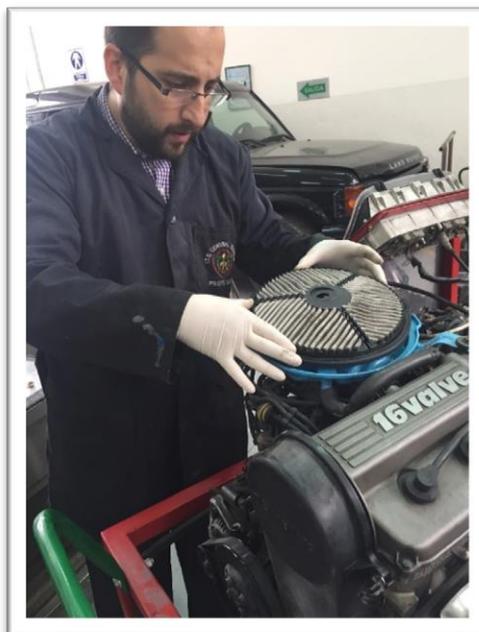


Figura 63 Cambio de filtro de aire / Fuente: Propia del autor



Figura 64 Cambio de filtro de gasolina / Fuente: Propia del autor

4.9 Simulaciones varias:

Cambio de orden de encendido de bujías, des calibrado de bujías, des calibrado de válvulas, desincronizado de sistema de encendido, funcionamiento de electro ventilador, análisis de gases de combustión.



Figura 65 Banco de Pruebas Finalizado. Fuente Propia del Autor

CONCLUSIONES

1. La instalación y armado del banco didáctico de un motor requiere una investigación previa acerca de todos los componentes del automotor que tienen relación existente entre el motor y su correcto funcionamiento. De esta manera evitamos una mala instalación y futuros daños en el banco de pruebas.
2. Antes de cualquier trabajo se necesita realizar una investigación acerca de los materiales y herramientas que se van a utilizar en un proyecto. De esta manera podemos realizar un presupuesto previo y tener una idea más clara de cuales van a ser nuestros gastos. También debemos tomar en cuenta que siempre van a existir contratiempos que se los puede arreglar en ese momento, pero pueden incrementar dicho presupuesto. Por ejemplo, en mi proyecto la batería tiene un lugar donde tenía que ir instalada, pero tenía una diferente medida de la batería estándar que poseía en ese momento. Por lo tanto, ese contratiempo tuvo un incremento de 50 USD dólares en mi presupuesto general. Monto el cuál no estaba destinado en gastar.
3. Se debe realizar pruebas previas a las partes y componentes que uno vaya a comprar. Cuando uno realiza este tipo de proyectos por lo general los componentes grandes como motor, alternador, carburador y demás deben de estar en un correcto funcionamiento. Por lo tanto, se realizan ciertas pruebas para cada componente para asegurar su correcto funcionamiento.
4. Al instalar el carburador y su cuerpo de admisión en el motor tuvimos que regularlo para que su flujo sea el correcto y su mezcla aire combustible sea la óptima para el motor.
5. Se concluyó que para un proyecto como el presentado se necesita un estudio previo de todas las materias que vimos en la carrera de electromecánica automotriz para poder

llevar a cabo con éxito dicho proyecto. Se necesitó de los cálculos que vimos en clases como motores y mecánica aplicada. Se utilizó los fundamentos aprendidos en seguridad industrial y productividad de talleres para un correcto uso del taller automotriz. Se logró poner en práctica todo lo aprendido en mecanismos y emisión de gases para el correcto ensamblaje de todo el banco didáctico y las pruebas que realizamos en el mismo.

6. Determinamos que un pedestal a medida de los componentes que se van a montar en el mismo es básico para un correcto funcionamiento. Debe contar con las medidas exactas y ser de fácil maniobrabilidad. También como su función va a ser estrictamente didáctico el mismo debe ser llamativo y pulcro para dar una mejor imagen.
7. Finalmente, dentro del proyecto que vine desarrollando en los últimos meses pude darme cuenta que debemos estar preparados para cualquier contratiempo que exista en nuestro diario vivir profesional. Debemos tener los conceptos claros y la capacidad para poder reaccionar de manera oportuna para poder sobrellevar los problemas que se nos presenten en la vida profesional que vamos a vivirla. Tenemos que seguir instruyéndonos y llenarnos de conocimientos ya que en un mundo tan competitivo como el de ahora, tanto nacional como internacionalmente, debemos de siempre estar un paso adelante del resto. Poner en práctica todo lo que hemos aprendido a lo largo de nuestra carrera profesional para así poder ser un profesional eficiente y lleno de aptitudes para poder ser mejor en nuestro ámbito laboral y personal.

RECOMENDACIONES

1. Se debe tomar en cuenta que sea cual sea el trabajo a realizar la seguridad es lo más importante tanto en el desmontaje, ensamblaje y adaptaciones a realizar, por esta razón es necesario tomar en cuenta las normas de seguridad establecidas en la elaboración del proyecto.
2. Se recomienda solicitar asesoría técnica a las personas que tengan más experiencia con el tema seleccionado ya que esto ayudará y despejará muchas dudas. Si no se busca ayuda a gente más experimentada y trata de realizarlo usted mismo esto alargará el cronograma establecido del proyecto.
3. Al desarmar un mecanismo o un sistema es de vital importancia tener un orden de desarmado ya que nos ayudará a evitar una pérdida de piezas y será mucho más fácil el momento de armar el mismo.
4. Es de gran ayuda elegir el lugar adecuado para realizar el proyecto y los respectivos trabajos ya que depende mucho de este factor para poder culminar con éxito el proyecto.
5. Es importante documentar todo lo referente al proyecto ya que nos ayudará a tener un mejor control del mismo y nos ayudará en nuestro trabajo escrito tanto como en nuestra presentación.
6. Si llegara a ocurrir un contratiempo se debe mantener la calma y no desanimarse sino más bien buscar la solución para alcanzar los objetivos establecidos en el proyecto.
7. Siempre seguir capacitándose y mejorando como profesionales. En nuestro ámbito es muy constante el avance de la tecnología por ende las nuevas tecnologías son implementadas en el automóvil y si nosotros no seguimos capacitándonos con nuestra industria vamos a quedar relegados del resto y sumergidos en el pasado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Pérez, J.M. (2010). Técnicas del Automóvil-El Chasis (8va. Edición). Madrid. Editorial Paraninfo.
- Alonso Pérez, J.M. (2009). Técnicas del Automóvil-Motores (11a. Edición). Madrid. Editorial Paraninfo.
- Ros Marín, J. A. Barrera Doblado, O. (2011). Sistemas Eléctricos, de Seguridad y Confortabilidad. (3era. Edición). Madrid. Editorial Paraninfo.
- Alonso Pérez, J.M. (2010). Tecnologías Avanzadas del Automóvil. (6ta. Edición). Madrid. Editorial Paraninfo.
- Pérez Bello, M.A. (2011). Sistemas Auxiliares del Motor. (1ra. Edición). Madrid. Editorial Paraninfo
- FIAT. Motores térmicos y sistemas auxiliares. Manual.

GLOSARIO

PMS: Punto muerto superior.

PMI: Punto muerto inferior.

Ciclo Otto o motor Otto: Se denomina este nombre a todos los motores de combustión interna ya que su inventor fue Nicolaus Otto en 1876.

Venturi: Tubo con estrechamiento por donde circula fluidos.

PSI: Pound Square Inch. En español significa libras por pulgada cuadrada.

PPM: Partes por millón

Mezcla estequiométrica: Mezcla ideal de aire combustible en un motor de gasolina. 14.7 kg de aire por 1 kg de combustible.

CORPAIRE: Corporación Municipal de Mejoramiento de la calidad de aire en Quito

SOCH: Simple overhead camshaft en español significa un árbol de levas en el cabezote.

Lámpara Estroboscópica: es un instrumento eléctrico que sirve para medir los tiempos de encendido del automóvil.

Relación de Compresión: Es el número que permite medir la proporción en volumen que se ha comprimido la mezcla aire – combustible.