



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

**ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE G.L.P. AL MOTOR
CHEVROLET SPARK, AÑO 2008.**

Trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en
Mantenimiento Automotriz

AUTORES:

Asipuela Haro Fredy Vinicio
Guatemala Pupiales Orlando Geovany

DIRECTOR:

Ing. Edgar Mena

Ibarra, 2015

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE GLP AL MOTOR CHEVROLET SPARK, AÑO 2008" presentado por los señores: Asipuela Haro Fredy Vinicio con el número de cédula 172197124-8 y Guatemala Pupiales Orlando Geovany con el número de cédula 100309653-2, doy fe de que dicho trabajo, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación privada y evaluación, por parte del jurado examinado que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 26 días del mes Junio del 2014.

Atta.



Ing. Edgar Mena
Director Trabajo de Grado

DEDICATORIA

Son pocas las palabras, pero grande el sentimiento de gratitud, que sale de lo profundo de mi corazón.

Gracias mi Dios bendito por llevarme en tu voluntad y darme la mano, en todo momento y la fortaleza, luego de cada caída en el camino, tan estrecho, que yo escogí. Tú fuiste quien derramó toda sabiduría y entendimiento sobre mi vida.

Por otro lado, un agradecimiento fraterno a mis padres, quienes estuvieron siempre conmigo, desde el primer día en que abrí mis ojos en este mundo, sus consejos me llevan al buen futuro que me espera.

Por último, un agradecimiento muy especial a mí mismo, por no rendirme frente a los propósitos trazados.

Gracias a todos.

Autor:

Asipuela Haro Fredy Vinicio

DEDICATORIA

Al culminar mis estudios superiores, dedico el presente trabajo, en primera instancia a mis padres, Laura Guatemal y Alberto Pupiales, quienes fueron mis dos pilares ejemplares que me llevaron a recorrer el camino del estudio y la preparación, con ellos cursé las tres etapas de mi vida, en donde conocí que solo el esfuerzo, la constancia y sobre todo el amor al realizar las cosas, nos lleva a conocer el camino del éxito y una luz de esperanza que se convirtieron en fortalezas para la vida.

A mi familia y amigos más cercanos, quienes depositaron la confianza y sobre todo brindaron un apoyo moral, que fue uno de los pilares que me llevaron a seguir adelante.

Gracias – Yupay Chany.

Autor:

Guatemal Pupiales Orlando Geovany

AGRADECIMIENTO

A la familia en general, por ser la fortaleza y cimiento en la vida y formación académica.

A mis amigos verdaderos, que en realidad son pocos, ya que una sola palabra de motivación, se ha convertido en pensamientos que nos ayudaron a seguir adelante, en el camino hacia el éxito de la vida.

A los docentes de la especial: Ing. Fernando Granja, Ing. Edgar Mena, y al Sr. Jorge Flores, quienes participaron incondicionalmente, en el desarrollo de este módulo y supieron compartir y transmitir sus conocimientos.

Autores:

Asipuela Haro Fredy Vinicio

Guatemal Pupiales Orlando Geovany

ÍNDICE DE CONTENIDO

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
SUMMARY.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.5 OBJETIVOS.....	2
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.....	4
2.2 CICLOS DEL MOTOR OTTO DE 4 TIEMPOS.....	5
2.3 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A INYECCIÓN ELECTRÓNICA.....	5
2.4 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2204:202.....	6
2.5 GASES ENCONTRADOS EN LAS EMISIONES.....	7
2.6 FACTOR LAMBA.....	8
2.7 EL GLP EN AUTOMOCIÓN.....	9

2.7.1 ORIGEN	10
2.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL GLP	10
2.7.3 COMPOSICIÓN GLP.....	11
2.8 PROPIEDADES A TOMAR EN CUENTA PARA SU USO.....	12
2.8.1 PROPIEDADES DEL GLP.....	15
2.9 CARACTERÍSTICAS DE APLICABILIDAD EN MOTORES DE CICLO OTTO.....	15
2.9.1 VENTAJAS DEL GLP EN AUTOMOCIÓN.....	16
2.9.2 INCOVENIENTES DEL GLP EN AUTOMOCIÓN	16
2.10 KIT DE CONVERSIÓN GLP PARA MOTOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA.	17
2.11. GLOSARIO DE TÉRMINOS.	22
CAPÍTULO III.....	25
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	25
3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	25
CAPÍTULO IV.....	26
4. PROPUESTA DE LA ADAPTACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE GLP A UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.	26
4.1. Motor Chevrolet Spark.....	26
4.2. MONTAJE DEL MOTOR AL BANCO.	27
4.3. CONTROL EN EL MOTOR PREVIO A LA ADAPTACIÓN	28
4.3.1. Sistema de refrigeración del motor.	28
4.3.2. Sistema de encendido del motor.....	29
4.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE GLP.	30
4.4.1 ELECTROVÁLVULA	30
4.4.2 VAPORIZADOR-DOSIFICADOR.....	30
4.4.3 MEZCLADORA.....	30
4.4.4 EMULADOR DE INYECTORES.....	30

4.5. ENSAMBLAJE DEL SISTEMA GLP	38
4.5.1 INSTALACIONES DEL VAPORIZADOR	40
4.5.2 INSTALACIONES DEL MEZCLADOR.	43
4.5.3 INSTALACIONES DE LAS ELECTROVÁLVULAS.....	44
4.5.4 INSTALACIONES DEL DEPÓSITO.	46
4.5.5 INSTALACIONES DE LA CAÑERÍA DE ALTA PRESIÓN.....	47
4.5.6 INSTALACIONES DEL EMULADOR.....	47
4.5.7 INSTALACIONES DEL SELECTOR DE COMBUSTIBLE.	48
4.6. DATOS DE SEGURIDAD IMPORTANTES PARA TRABAJOS CON GLP	49
4.6.1 RECOMENDACIONES EN CASO DE ACCIDENTES COMO PRIMEROS AUXILIOS	50
4.6.2 RESPUESTAS EN CASO DE FUGAS.....	51
4.6.3 PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO	51
4.6.4 PROTECCIÓN PERSONAL.....	52
4.6.5. SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN.	52
4.7 CONTROL Y REGULACIÓN EN LA INSTALACIÓN	53
4.7.1 REGULACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO	54
4.7.2 REGULACIÓN DEL CAUDAL MÍNIMO.....	55
4.8 PUESTA EN MARCHA CON GLP CON EL MOTOR CALIENTE	56
CAPÍTULO V.....	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
CONCLUSIONES.	58
RECOMENDACIONES.....	59
Bibliografía.....	60
Anexos A: Socialización.....	62
Anexo B: Respaldo de Socialización Octavo “A”. Ing. Mantenimiento Automotriz.....	65
Anexo C: Procedimientos para recopilar información verídica de gases.	67
Anexo D: Resultados de análisis	70
Anexo E:Mantenimiento del vaporizador.	71
Anexo F: Mantenimiento y búsqueda de las averías.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Motor Otto de combustión interna.....	4
Figura 2. Sistema de alimentación.....	6
Figura 3. Clasificación de los hidrocarburos.	12
Figura 4. Clasificación de los hidrocarburos alcanos.....	13
Figura 5. Elementos para conversión GLP	18
Figura 6. Vaporizador o Dosificador de gas.....	19
Figura 7. Válvula electromagnética para gas.....	19
Figura 8. Mezclador o biselador.....	20
Figura 9. Emulador de inyectores.	20
Figura 10. Selector de combustible o conmutador.....	21
Figura 11. Tubería de cobre.	21
Figura.12. Motor Chevrolet Spark.....	26
Figura 13. Montaje del motor	28
Figura 14. Esquema de los componentes del GLP.....	39
Figura 15. Esquema de instalación GLP de inyección electrónica.....	40
Figura 16. Vista superior de la instalación del vaporizador	42
Figura 17. Vista frontal de la instalación del vaporizador	42
Figura 18. Ubicación y montaje del mezclador.	43
Figura 19. Ubicación y montaje de la manguera del mezclador	44
Figura 20. Ubicación y montaje de la electroválvula de gas	45
Figura 21. Ubicación del emulador de inyectores	47
Figura 22. Ubicación del selector de combustible.....	48
Figura 23. Electroválvula de gas en corte.....	30
Figura 24. Vaporizador en corte.....	32
Figura 25. Mezclador	36
Figura 26. Esquema de conexión del emulador.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites máximos de emisiones, a partir de modelo 2000.	6
Tabla 2. Especificaciones del motor Spark.	27
Tabla 3. Resultados de análisis	56

RESUMEN

La presente tesis se elaboró con el objetivo primordial de adaptar un sistema de combustible GLP (gas licuado de petróleo), como fuente de energía, a un motor de combustión interna con inyección electrónica multipunto. Para ello, fue necesario primeramente, realizar una investigación bibliográfica sobre los elementos o kits de conversión necesarios, para efectuar la adaptación. Se definió y adquirió el sistema a adaptarse, acorde al motor en el cual se realizó el trabajo. Seguidamente se procedió a la instalación de los diferentes componentes del sistema, que requirió ciertas modificaciones en los sistemas de admisión y de refrigeración del motor original. Se procedió a realizar pruebas de funcionamiento del motor, con el nuevo sistema de combustible, realizando calibraciones de ralentí y mezcla de combustible, en altas y bajas revoluciones, hasta alcanzar un normal funcionamiento del motor. Se realizaron pruebas de intercambio de funcionamiento, en plena marcha de los sistemas de GLP y gasolina. Finalmente, se realizó el análisis de las emisiones, para ver las diferencias fundamentales de los dos sistemas. Los dos sistemas de combustible, tanto a GLP como a gasolina, trabajan independientemente, de acuerdo como el conductor lo requiera, por lo tanto, no es necesario apagar el motor para realizar el cambio de combustible, basta con presionar un selector y el cambio se realiza automáticamente. En esta tesis se muestra con todos los detalles, el antes y después del montaje del sistema y los resultados obtenidos en cuanto a la emisión de gases, a GLP como a gasolina. La utilización de una nueva alternativa de combustible, fue posible gracias a la previa investigación de los temas relacionados y la adaptación de elementos que se pueden adquirir, mediante importación de otros países que permiten utilizar estos tipos de sistemas.

SUMMARY

The following thesis was created with the basic objective to adapt a system of combustible LPG (liquefied petroleum gas) as an energy source to an internal combustion engine with multipoint fuel injection combustion motor. In order to perform this adaption, it was first necessary to complete a bibliographic investigation of the elements or conversion kits necessary. The system was defined and acquired in accordance to the motor in which the work was done. The following step was to proceed with the installation of the different components of the system, which required certain modifications in the intake and refrigeration systems to the original motor. Tests were then run on the motor function with the new combustion system, performing calibrations on idle fuel mixture at high and low speeds until a normal motor function was reached. Tests were also run on the exchanging operation while the LPG and gasoline systems were up and running. Finally, the emissions were analyzed in order to see the fundamental differences in the two systems. The two combustion systems, LPG and gasoline, work independently, depending on the driver's input; therefore it is not necessary to turn off the motor in order to change the fuel. All that is required is the touch of a button, and the change takes place automatically. In this thesis, all of the details are demonstrated - the before and after of installing the system and the obtained results in terms of gas emissions for both LPG and gasoline. The use of a new fuel alternative was made possible by previous research of a related topic and the adaption of elements that you can acquire by importing from other countries that permit the use of these types of systems.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el mundo entero atraviesa por una situación crítica sobre el tema de investigación, en el campo automovilístico. Desde el siglo XIX donde aparecieron los primeros motores a vapor, y posteriormente los motores de combustión interna de ciclo Otto, el cual utiliza como fuente principal de energía los derivados del petróleo, como la gasolina, hasta los días actuales.

Esto ha llevado a que el ser humano entre en el mundo de la investigación, promoviendo nuevas alternativas de combustibles, como podemos ejemplarizar el GLP también denominado Gas Licuado del Petróleo en motores de combustión interna de ciclo Otto. Esta investigación ha proporcionado grandes beneficios en el mundo de la automoción, permitiendo profundizar temas referentes a sus emisiones, frente a los combustibles tradicionales.

El gas licuado de petróleo produce energía de calidad que son utilizados en sectores industriales, agrícolas, artesanales y automovilísticos, este tipo de combustible es una alternativa a la gasolina y al gasoil. Por tal razón nuestra propuesta de trabajo de grado es realizar la adaptación del sistema de combustible en un motor a inyección electrónica, en los motores obtenemos la transformación de energía química en energía mecánica, mediante la combustión del carburante en el interior de la cámara.

La adaptación del sistema de alimentación GLP al motor de combustión interna consta de elementos como: depósito, línea de alimentación, electroválvula, reductor de presión- dosificador de combustible, mezclador y dispositivos eléctricos y electrónicos; los cuales necesitan realizar un mantenimiento. Es indispensable conocer datos para realizar trabajos con GLP, recomendaciones de seguridad y actuar en caso de accidentes.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 ANTECEDENTES.

La Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte ha realizado investigaciones por parte de los estudiantes de los semestres inferiores a esta carrera, como de los semestres superiores en conocimientos básicos, sobre nuevas alternativas de combustible, así como la coordinación teórico-práctico, imprescindibles para interpretar la materia.

En cualquier caso, existe una gran necesidad de estudiar los vehículos de combustible GLP. Estos automotores, utilizan gas en lugar de gasolina o diésel. Es decir, la combustión en los cilindros se realiza con una mezcla de aire y gas, en lugar de una mezcla de aire y gasolina.

Esta investigación, será difundida en gran manera y aceptada principalmente en el campo automotriz, ya que existen grandes ventajas con temas de investigación, sobre esta alternativa.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente los vehículos en nuestro país usan como fuente de energía la gasolina y el diesel, los cuales son quemados en el interior de la cámara dando como resultado formación de gases contaminantes, la emisión de estos gases hacia el medio ambiente provoca el calentamiento global y las lluvias ácidas. Para reducir el porcentaje de gases

contaminantes en el ambiente, existe la necesidad de usar otros combustibles que no contaminen tanto como la gasolina por ejemplo el GLP puede ser usado como fuente alternativo de combustible para lo cual es necesario adaptar un sistema de alimentación a gas.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo adaptar el sistema de alimentación de combustible GLP a un motor Chevrolet Spark, año 2008?

1.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 ESPACIAL.

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo, en el taller Automotriz Fernando Granja y la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

1.4.2 TEMPORAL.

Este proyecto se llevó a cabo desde el mes de junio 2013 hasta el mes de junio 2014, donde se pondrá en consideración al consejo directivo, para su previa aceptación y defensa ante el jurado.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL.

Adaptación del sistema de combustible GLP al motor Chevrolet Spark, año 2008, para su funcionamiento normal en bi combustible.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Investigación bibliográfica sobre el sistema de combustible GLP, el cual permita obtener previo conocimiento, para el desarrollo del trabajo.
2. Instalar un sistema alternativo de alimentación en el motor de combustión interna a inyección electrónica, que inicialmente trabaja con gasolina como carburante, con un kit de conversión GLP, para su funcionamiento normal.
3. Realizar pruebas de emisión de gases de la adaptación del sistema en el motor de combustión interna, alimentado tanto a GLP como a gasolina, para su respectivo análisis.

1.6 JUSTIFICACIÓN.

El motivo de esta investigación, es ser partícipes en un ente de desarrollo en nuestra especialidad y la obtención de resultados, con nuevas fuentes de combustibles para motores, de combustión interna.

Una de las mejores alternativas de combustible es el Gas Licuado del Petróleo (propano-butano), para expresarlo en términos sencillos, es un gas eficaz para uso como combustible de automoción. Tradicionalmente el gas es para con el consumo doméstico e industrias, actualmente está disponible y aceptado como combustible de automoción, en diferentes prestaciones para los motores a gasolina debido a que este tipo de combustible no contiene azufre. Es por tal razón, formar parte de este emprendimiento tan importante con el anhelo de adquirir nuevos conocimientos y aportar con material didáctico para el desarrollo de la especialidad, y así en un futuro próximo implementar estos sistemas en vehículos pequeños observando si la opción es factible.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

El motor del automóvil, es el encargado de transformar la energía térmica que proporciona un combustible, (gasolina, gas-oíl, etc.) en energía mecánica, que posteriormente utilizará, para poder desplazarse.

“Estos motores se denominan de combustión interna, porque su trabajo lo realiza en el interior de la cámara, que se encuentra cerrada, mediante la aportación de calor producido al quemarse, dicho combustible”. (Martínez, 2002).



Figura 1. Motor Otto de combustión interna

Fuente. (Casolla, 2013)

2.2 CICLOS DEL MOTOR OTTO DE 4 TIEMPOS.

ADMISIÓN. Desciende el pistón del PMS (punto muerto superior) al PMI (punto muerto inferior). La válvula de escape está cerrada y la de admisión está abierta y la mezcla aire-gasolina es aspirado por el pistón, llenando el cilindro.

COMPRESIÓN. La válvula de admisión y de escape se encuentra cerrada, el pistón asciende al PMS comprimiendo la mezcla (10 a 15 bares) temperatura 300°C aproximadamente.

EXPLOSIÓN. Cuando la mezcla comprimida llega al PMS, salta una chispa por medio de la bujía y la mezcla se quema y se expande. La fuerza empuja al pistón al PMI.

ESCAPE. Se abre la válvula de escape y salen los gases empujados por el pistón, en su movimiento ascendente.

2.3 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN A INYECCIÓN ELECTRÓNICA.

Este es un sistema que reemplaza al carburador en los motores a gasolina, y su importancia radica en su mejor capacidad, para dosificar el combustible y crear una mezcla aire-combustible, muy próxima a la estequiométrica (14.7 gramos de aire y 1 gramo de gasolina) lo que garantiza una buena combustión, con reducción de los porcentajes de gases tóxicos a la atmósfera.

” Su función es la de tomar el aire del medio ambiente, medirlo e introducirlo al motor, luego, de acuerdo a esta medición y conforme al régimen de funcionamiento del motor, inyectar la cantidad necesaria, para que la combustión sea lo más completa posible”.(Piedra, 2010).

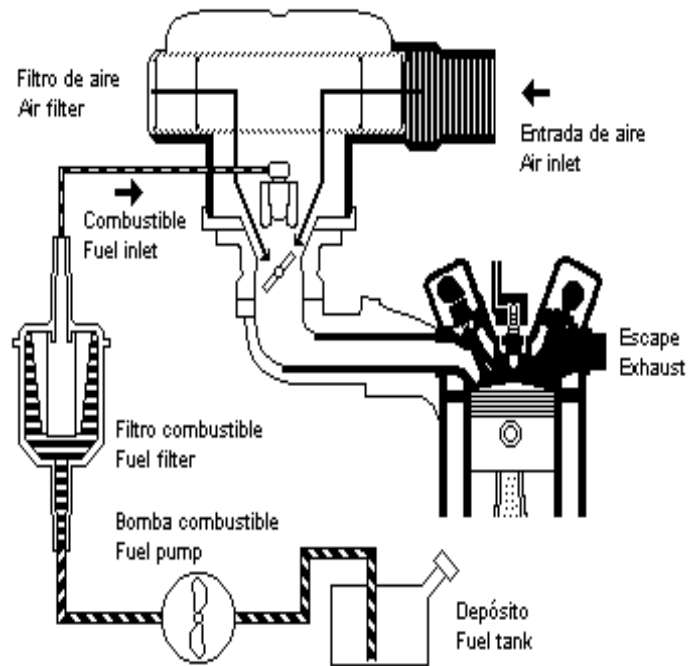


Figura 2. Sistema de alimentación

Fuente: (Enterprises, 2013)

2.4 NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2204:202.

Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.

Tabla 1. Límites máximos de emisiones, a partir de modelo 2000.

Año modelo	% CO Vol.		ppm HC Vol.	
	0 - 1500**	1500 - 3000**	0 - 1500**	1500 - 3000**
2000 y posteriores	1.0	1.0	200	200
1990 a 1999	3.5	4.5	650	750
1989 y anteriores	5.5	6.5	1000	1200

Altitud = metros sobre el nivel del mar

Fuente. (INEN, 2010).

2.5 GASES ENCONTRADOS EN LAS EMISIONES.

EL MONÓXIDO DE CARBONO (CO).

Es un gas tóxico, incoloro e inodoro. Este tipo de gas son resultados de la combustión incompleta o también originado por una mezcla estequiometria, demasiada rica en los motores. También podemos señalar que es un peligro, en cuanto a la salud de los seres vivos. En el ser humano, al ser inhalado, reduce a la sangre la capacidad de absorber oxígeno.

Una mezcla rica, atrae consecuencias de deterioro de los elementos del motor y de los sistemas que lo componen, con la acumulación de carbonilla.

EL DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂).

Un gas formado por el proceso de la combustión, el gas no es tóxico en bajos niveles de concentración, normalmente cuando existe un nivel de concentración más alto de dióxido de carbono en la emisión de motores, nos indica una buena relación estequiometria aire y gasolina.

El dióxido de carbono que emiten los motores en cantidades grandes, al tener contacto con el ambiente y la luz solar, atrapa la radiación, en la atmósfera se crea una capa de este gas, que permite el ingreso normal de la radiación, pero no permite la salida de la radiación, lo que se lo conoce como efecto invernadero.

HIDROCARBUROS (HC).

Los HC son partículas de hidrocarburos sin quemar en el proceso de la combustión, que se origina por una mezcla estequiometria demasiada rica, la cual provoca una mala combustión. “La falta de oxígeno en la

mezcla, impide que se queme por completo y da origen a la aparición de los HC, esto podemos apreciar con un analizador de gases. La unidad de medida de estas partículas es $1\% = 10000 \text{ ppm.Vol}^{\circ}$.(Iniesta Gomez, 2009).

OXÍGENO (O₂).

Este compuesto se presenta en la emisión de los gases, es el oxígeno del aire sobrante por una mala combustión y nos indica qué parte del combustible no se ha quemado, dando lugar a la formación de emisiones contaminantes como el CO, HC. La presencia del oxígeno, es producto de una mezcla muy pobre, por otro lado con una mezcla rica, tendremos la ausencia de oxígeno, pero tendremos cantidades de CH altos, tomando en cuenta que nunca llegarán a cero.

2.6 FACTOR LAMBDA.

La sonda lambda es un sensor que está ubicado en el ducto de escape, tomando en cuenta que en motores con catalizador, este se encuentra ubicado antes del catalizador, para tomar su muestra de la cantidad de oxígeno que emite el motor. La concentración del oxígeno está representada dependiendo el grado de riqueza de la mezcla, obteniendo una magnitud que luego es transformada en valores de tensión y ser transmitida al ECM.

Cuando tenemos una relación excelente, tendremos $R. \lambda = 14.7/14.7 = 1$ tomando en cuenta que las proporciones de combustible fuesen correctas. El motor de combustión interna trabaja en una relación de 14.7 gramos de aire y 1 gramo de combustible. Con estos valores obtenidos, podemos realizar el análisis de relación estequiometría. Para comprobar el estado de la mezcla tomamos valores como:

a) Para una mezcla rica, relación lambda 13.8:1 entonces:

$$R \text{ lambda} = 13.8 / 14.7$$

En este caso el valor es de 0.9 entonces podemos deducir que la mezcla aire combustible, está en una condición de riqueza.

b) Para una mezcla pobre: relación lambda 15:1 entonces:

$$R \text{ lambda} = 15 / 14.7$$

El valor encontrado es 1.02 lo cual nos indica que la mezcla aire combustible, está en una condición de pobreza.

En conclusión; una relación lambda igual que 1, nos indica que existe una mezcla estequiometría óptima, de la misma manera, si tenemos un valor menor que 1, nos indica que la mezcla es rica y si el valor obtenido es mayor que 1, la mezcla ingresada es pobre.

El factor lambda se mide en ppm, que es la unidad de medida de concentración de una sustancia contenida en otra, que sirve de disolvente líquido o gas, ya sea en peso o en volumen; 5000 ppm significa: 5×10^{-3} gramos/litro = 5 miligramos por litro de disolución.

2.7 EL GLP EN AUTOMOCIÓN.

El gas licuado de petróleo (GLP) es un combustible fósil que ofrece una combustión limpia, apto para utilizarse en motores de combustión interna. "Todo vehículo convencional pueden convertirse para usar GLP. Como este gas se almacena en forma líquida en tanques presurizados, la conversión consiste en instalar un kit en un sistema de combustión por separado; si el vehículo será propulsado de las dos maneras, tanto a GLP

como al combustible convencional o sustituir el sistema, en caso de que solo vaya a ser operado con gas.”(Departamento de Energia, 2013).

“El gas de la conducción general atraviesa primero un contador que mide en metros cúbicos el volumen del gas consumido. Como la presión de la red de distribución es muy variable, según el consumo, y esas variaciones se transmitirían al motor, se intercala en la tubería de éste un regulador de presión del gas. Para compensar las irregularidades de presión se instala un pulmón, del cual puede tomar el motor, en cada aspiración, la cantidad máxima de gas. El aire necesario para formar la mezcla debe ser lo más limpio posible”. (KIRSCHKE, 1999)

2.7.1 ORIGEN.

El Gas Licuado de Petróleo tiene dos orígenes: el primero, con el 60% de la producción se adquiere durante la extracción de gas natural y petróleo del suelo. El segundo con el 40% restante, se produce durante la etapa de refino del crudo del petróleo.

En años pasados, el Gas Licuado se destruía por la quema en antorcha o venteo, sin darnos cuenta que en el futuro este sería de gran importancia, tal que se destruía y se desperdiciaba el inmenso potencial, de esta extraordinaria fuente energética. A pesar de que el Gas Licuado está asociado con la producción de gas natural y crudo de petróleo, se caracteriza por ser una de las energías con mayor potencial calorífico, con la capacidad de efectuar prácticamente cualquiera de las funciones de los combustibles primarios, de los que se deriva.

2.7.2 CARACTERÍSTICAS DEL GLP

El gas licuado de petróleo, es una mezcla de hidrocarburos ligeros extraídos de los procesos de refinado del petróleo, este se compone

principalmente de propano y butano en proporciones variables, que suelen ser del orden del 70% de propano y un 30% de butano.

Se almacenan y transportan en forma líquida (de ahí el nombre), aunque van siempre acompañados de una cámara de fase gaseosa. Se caracteriza por poseer un elevado índice de octano y su poder calorífico superior al de los demás combustibles líquidos.

Más ligero y fácil de vaporizar, son gases a presión atmosférica normales, Pero cuando se aumenta la presión se licua con facilidad, por esto es fácil quemarlos.

El almacenamiento del carburante se encuentra a presiones entre 72 y 217 psi en estado líquido, dando un vialidad eficaz como sustituto de los combustibles en vehículos desde hace ya más de treinta años.

2.7.3 COMPOSICIÓN DEL GLP

Un combustible que posee una composición química, donde predominan los hidrocarburos propano y butano o sus mezclas. El propano, un poco más ligero, se gasifica a temperaturas más baja y tiene menor valor térmico que el butano, estos gases en estado puro son hidrocarburos.

- a) Propano: C_3H_8
- b) Butano: C_4H_{10} ” (Perez, 2013).

“El sistema de combustible GLP es totalmente cerrado a presión, se provee por medio de tuberías a un convertidor, ya que un motor requiere combustible vaporizado para la combustión, la función del sistema de combustible es medir la cantidad de vapor entregado”. (Santander, 2010)

2.8 PROPIEDADES A TOMAR EN CUENTA PARA SU USO.

“Los gases son más pesados que el aire; no se disuelven con facilidad en la atmósfera, salvo con la alta velocidad del aire; la mezcla de aire y gas se inflaman con mucha facilidad, se deben mezclar con gases inertes como: nitrógeno, dióxido de carbono, vapor de aire, a fin de reducir el punto de inflamación; el rocío de agua reduce la posibilidad de ignición; la presión de vapor es mayor que la de la gasolina a la misma temperatura; los recipientes de presión cerrados, construidos según los reglamentos y con los dispositivos de seguridad requeridos. Son los únicos tanques seguros; los líquidos se dilatan en el tanque cuando aumenta la temperatura, por ello los tanques no se deben llenar por completo con el líquido”. (ELONKA, 2000)

Hidrocarburos Alcanos

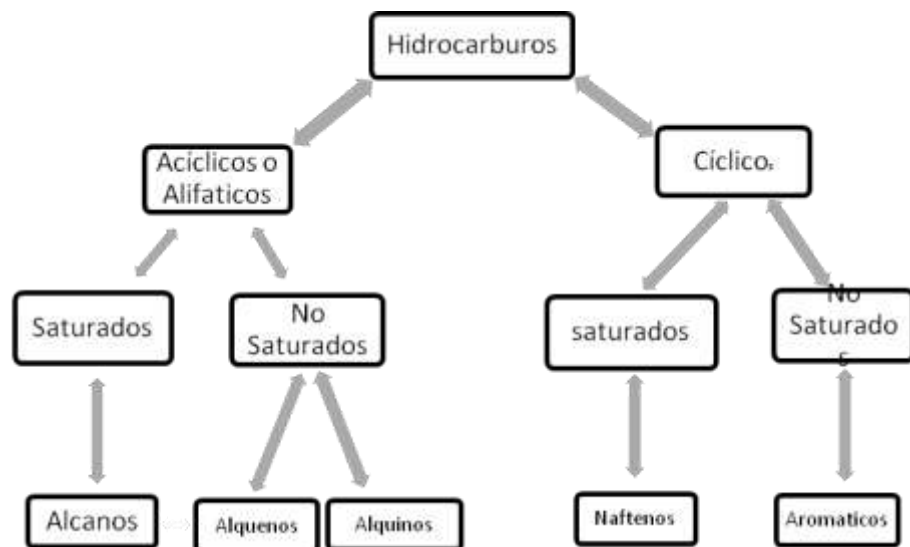
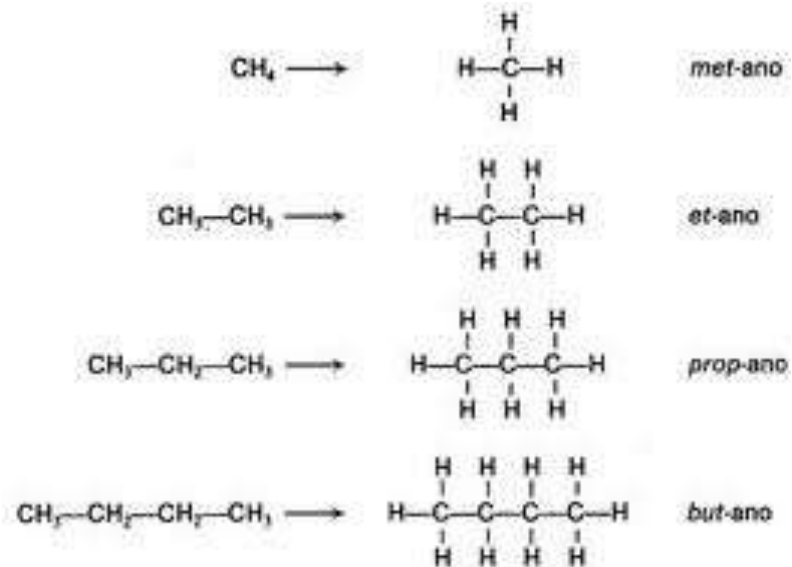


Figura 3. Clasificación de los hidrocarburos.

Fuente. (Paz, 2013)

Los alcanos, están compuestos sólo por átomos de carbono e hidrógeno, también reciben el nombre de hidrocarburos saturados. Los Hidrocarburos alcanos tienen gran importancia siendo la familia más

sencilla de este grupo, que es la de los alcanos. También se les llama saturados, parafinas o la serie del metano, el compuesto más simple es el Metano, le sigue el etano, propano, butano, isobutano, pentano, hexano que hacen parte del gas natural, de la extracción del petróleo.



Fórmula	Fórmula semidesarrollada	Nombre
C ₅ H ₁₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	pent-ano (penta=5)
C ₆ H ₁₄	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -CH ₃	hex-ano (hexa=6)
C ₇ H ₁₆	CH ₃ -(CH ₂) ₅ -CH ₃	hept-ano (hepta=7)
C ₈ H ₁₈	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -CH ₃	oct-ano
C ₉ H ₂₀	CH ₃ -(CH ₂) ₇ -CH ₃	non-ano
C ₁₀ H ₂₂	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -CH ₃	dec-ano
C ₁₁ H ₂₄	CH ₃ -(CH ₂) ₉ -CH ₃	undec-ano
C ₁₂ H ₂₆	CH ₃ -(CH ₂) ₁₀ -CH ₃	dodec-ano
C ₁₃ H ₂₈	CH ₃ -(CH ₂) ₁₁ -CH ₃	tridec-ano

Figura 4. Clasificación de los hidrocarburos alcanos.

Fuente. (Adames, 2013)

Obtención del hidrocarburo .Básicamente las fuentes de obtención de este combustible lo encontramos en las refinerías (destilación del petróleo) y las plantas de proceso de gas natural, son aquellas que aportan alrededor de un 25% y un 75% de GLP respectivamente.

GLP en refinerías. Los gases licuados del petróleo son hidrocarburos derivados del mismo petróleo. Su nombre, Licuado del Petróleo, proviene de la conversión el estado gaseoso, en el que se encuentra a presión atmosférica, en estado líquido mediante compresión y enfriamiento, necesitándose 273 litros de vapor de GLP para obtener 1 litro de GLP líquido.

Para producción y obtención de este gas, el petróleo se somete a una operación conocida como destilación, este proceso permite la separación y ordenamiento de acuerdo con sus densidades y puntos de ebullición, los diversos componentes: gasolinas ligeras, kerosenos, butano, propano, gasoil, fuel-oíl y aceites pesados.

Una vez efectuada esta destilación, los gases obtenidos son el butano (30%) y el propano (70%), que constituyen el grupo del GLP, que se distinguen entre sí por su composición química, presión, punto de ebullición y su poder calorífico.

*GLP a partir de gas natural .*El GLP también podemos obtener a partir de gas natural, conocido como proceso de licuefacción del GLP. “El gas natural generalmente está constituido por los gases metano, etano, propano, butano e hidrocarburos más pesados así como por impurezas tales como el azufre, este gas se envía a las plantas de proceso, iniciando por una primera etapa donde la corriente de gas atraviesa por una planta endulzadora, donde se elimina el azufre y otras sustancias como metales.” (Heredia,Norma; Garcia Alvarado, Jose Santos, 2008)

Posteriormente el gas se introduce en una planta criogénica, en la cual mediante enfriamiento y expansiones sucesivas se obtienen dos corrientes: una gaseosa, formada generalmente por gas metano (gas residual) y otra líquida (licuables). El siguiente proceso se denomina de fraccionamiento, en donde la fase líquida se separa en diferentes componentes: etano, GLP y gasolinas naturales.

Finalmente para facilitar su transporte y almacenamiento, el gas licuado del petróleo que se encuentra en estado gaseoso a condiciones normales de presión y temperatura, se licua y se utiliza a bajas presiones, para así mantenerlo en estado líquido, su almacenamiento se lo efectúa en tanques o en depósitos.

2.8.1 PROPIEDADES DEL GLP.

Algunas de sus propiedades más significativas son las siguientes:

- a) Punto de ebullición: -89°C
- b) Punto de fusión: -91°C
- c) No son tóxicos ni corrosivos, solo desplaza al oxígeno, por lo que no es recomendable respirarlo mucho tiempo.
- d) Es inodoros e incoloros, sin embargo para detectar sus posibles fugas, se les añaden sustancias que producen un olor fuerte y desagradable para su rápida detección.
- e) No contiene plomo ni ningún aditivo añadido.
- f) Estos gases son más pesados que el aire. En caso de pequeña fuga pueden extenderse por el suelo.
- g) No contiene azufre en su composición.
- h) Es excesivamente frío, que al ser licuado se le somete a muy bajas temperaturas por debajo de los 0°C . Por lo tanto el contacto con la piel produce quemaduras.
- i) Extremadamente inflamable. Se encenderá fácilmente por calor, chispas o llamas.

2.9 CARACTERÍSTICAS DE APLICABILIDAD EN MOTORES DE CICLO OTTO.

Los combustibles gaseosos son los que ofrecen mejores condiciones para entrar en combustión. “En la composición del gas natural

predominan los componentes activos de moléculas sencillas con gran cantidad de hidrogeno que al quemar junto con el oxígeno estas desprenden calor. El porcentaje de elementos inertes como nitrógeno, azufre y monóxido de carbono, que no participan de la combustión, es casi nulo.” (Pablo Jorge, 2008)

El gas propano y butano se encuentra en estado líquida a presiones entre 72 y 217psi. Desde los inicios del año 2000, se viene utilizando unos 14,4 millones de toneladas de GLP a nivel mundial, para el funcionamiento de motores de combustión interna.

“El GLP es un combustible ideal para motores de combustión interna Ciclo Otto, para ello, deben someterse a una serie de adaptaciones, en el sistema de inyección. Se puede adaptar, tanto a motores con sistemas de inyección electrónica mono punto como de sistema multipunto. De igual manera, se puede instalar, a los motores de carburador. El equipo de GLP se instala, de forma paralela, al sistema de inyección a gasolina, de modo que puedan convivir los dos sistemas, con la libre decisión del conductor, sobre que combustible utilizar”. (Bosch, 2005).

El equipo de GLP, inicia desde la etapa de abastecimiento, almacenaje, gasificación y conducción hasta el inyector del cuerpo de mariposa (en inyección mono punto), también los inyectores en el colector de admisión o un mezclador, en la toma de admisión (en inyección multipunto).

2.9.1 VENTAJAS DEL GLP EN AUTOMOCIÓN.

- a) Equiparable en motores de combustión interna.
- b) La ausencia de azufre ayuda a la conservación de elementos mecánicos tales como: guías, válvula, camisas de los cilindros y cojinetes.

- c) Está exento de azufre y otras sustancias como metales, lo que conlleva a la reducción de enfermedades respiratorias y a la piel del ser humano.
- d) Alcanza fácilmente la mezcla homogénea de aire combustible, lo que permite mejorar, sustancialmente, la eficiencia en la utilización del producto.
- e) Su rango de eficiencia térmica logra alcanzar el 90%.
- f) Gracias a la ausencia de depósitos carbonosos, los aceites lubricantes del motor se mantienen limpios.
- g) Los vehículos que se mueven con GLP duplica la duración del motor debido al menor desgaste en los cilindros y segmentos del motor.
- h) Un vehículo con GLP duplica su autonomía al adaptar un segundo sistema de alimentación. El depósito de la gasolina se mantiene inalterado y el conductor puede utilizar ambos combustibles indistintamente, la autonomía de un vehículo con GLP se de 400 a 600 km, el doble si también utilizamos a gasolina.

2.9.2 INCONVENIENTES DEL GLP EN AUTOMOCIÓN

- a) Espacio que ocupan las botellas o depósitos.
- b) El suministro es muy puntual.
- c) Políticamente en el Ecuador, está restringido su uso para vehículos.
- d) Extremadamente inflamable.
- e) Produce un olor desagradable, en vehículos que no poseen catalizador.

2.10 KIT DE CONVERSIÓN GLP PARA MOTOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA.

El equipo de conversión de gas propano, está compuesto por diferentes componentes, los cuales se encuentran predispuestos para realizar una determinada función.

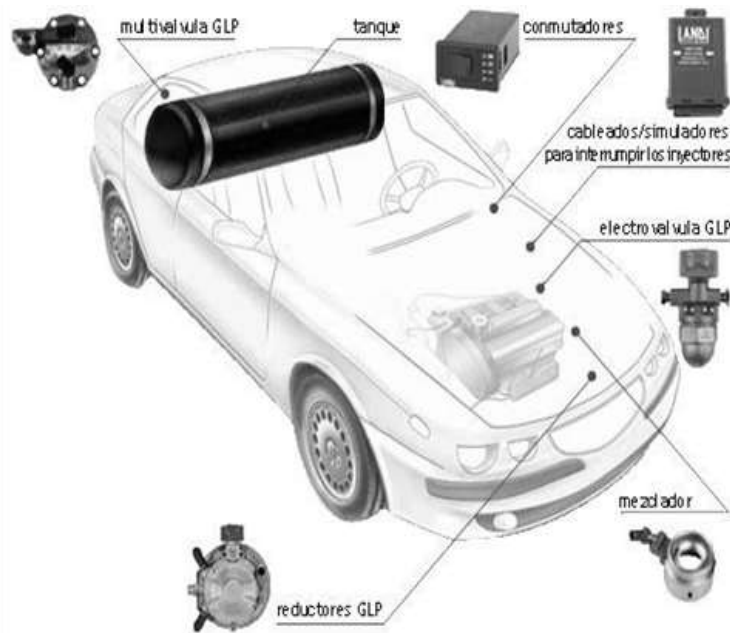


Figura 5. Elementos para conversión GPL

Fuente.(Marques, 2009)

Vaporizador – Dosificador de Gas. Este componente es el pulmón del sistema. En él, el gas que llega en estado líquido, se transforma al estado gaseoso y se regula la alimentación del mismo, al motor.

El cambio de estado del gas, se consigue por la transferencia de calor, que se extrae del sistema de refrigeración del motor (presenta dos beneficios, primero: se consigue la gasificación del propano que se encontraba en estado líquido y segundo, el retorno del refrigerante más frío al motor y el cambio de presión en el circuito del GPL).

En el vaporizador – dosificador, se pueden realizar tres ajustes diferentes:

El primer ajuste del funcionamiento del vaporizador, en función del tamaño del motor, para su alimentación; en segundo lugar, la regulación de la alimentación en frío (ralentí); y el tercer ajuste, la regulación del flujo del carburante en alta. Este componente requiere de un mantenimiento cada 60.000 km.



Figura 6. Vaporizador o Dosificador de gas

Fuente. (Allbiz, 2013)

Válvula Electromagnética. Es un dispositivo magnético que permite el paso o cierra el circuito de gas. Se acciona desde el interior del vehículo, según el conductor lo crea necesario. Normalmente se instala directamente, junto al vaporizador-dosificador de gas.



Figura 7. Válvula electromagnética para gas.

Fuente.(Jac, 2013)

Mezclador. Es un componente que permite suministrar el gas, el cual da paso a la alimentación del motor, esta puede ser directamente al carburador o a la toma de admisión, en el caso de vehículos con inyección electrónica multipunto. El mezclador, está diseñado de acuerdo al modelo de cada vehículo, pues sus medidas dependen de: las piezas del entorno

donde va montada, el flujo del gas (cantidad y tamaño de los orificios), el tamaño y la potencia requerida del motor.



Figura 8. Mezclador o biselador.

Fuente. (Allbiz, 2013)

Emulador (vehículos con inyección electrónica multipunto). Elemento electrónico que emula el funcionamiento del sistema de inyección, aun cuando realmente no esté en operación, pues está funcionando con gas. Por lo tanto, las señales que se reciben del sistema de inyección en el tablero de instrumentos no indican error por el no uso.



Figura 9. Emulador de inyectores.

Fuente. (Jacome, 2009)

Selector de Combustible o Conmutador. El selector se instala en el tablero de instrumentos, esta acciona sobre las válvulas electromagnéticas, a fin de utilizar gas o gasolina, según como el

conductor lo crea necesario. El cambio de sistema de alimentación al GLP o viceversa, se lo efectúa sin necesidad de apagar el motor.



Figura 10. Selector de combustible o conmutador.

Fuente: (Electronic, 2012)

Tubería Reforzada de Cobre. Esta tubería conecta el depósito, desde la válvula de abastecimiento al motor. Esta línea de alimentación, lleva una protección de plástico para evitar posibles desgastes por rozamiento con otros elementos, ya que es la línea principal de suministro de combustible, por donde pasa el combustible en forma líquida, que posteriormente va acoplado con la válvula electromagnética de gas, que se instala previa al vaporizador o dosificador de gas.



Figura 11. Tubería de cobre.

Fuente. (Jacome, 2009)

Mangueras. Este se conecta con el vaporizador o dosificador de gas, y la unidad de mezcla que abastece el gas, en estado gaseoso al motor.

2.11. GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Alcanos. Nombre que se da a los hidrocarburos saturados. Formula general C_nH_{2n+2} .

Aldehídos. Producto que resulta de la des hidrogenación de un alcohol primario. Grupo funcional – CHO. Se nombra añadiendo en sufijo al hidrocarburo correspondiente.

Butano. Es un Hidrocarburo natural, C_4H_{10} gas incoloro y estable, que se licua fácilmente por presión. Se utiliza como combustible doméstico e industrial.

Catalizador. Cuerpo capaz de producir la catálisis.

Conmutador. Pieza o aparato eléctrico que sirve para que una corriente cambie de conductor.

Criogénica. A las bajas temperaturas se las suele llamar temperaturas criogénicas. Estas, en general, se encuentran por debajo de la temperatura de ebullición del aire líquido.

Etano. Hidrocarburo formado por dos átomos de carbono y 6 de hidrogeno (C_2H_6) es un gas incoloro.

Hexano. Hidrocarburo saturado, constituyente del éter de petróleo y de la gasolina.

Hidrocarburos. Término general usado para los compuestos orgánicos, que contienen solamente carbón e hidrogeno en su molécula.

Isobutano. Es un compuesto orgánico perteneciente a los alcanos de fórmula $(H_3C)-CHCH_3-CH_3$, isómero del butano

Kerosén. El kerosene o querosén es fracciones de petróleo natural obtenido por refinación y destilación, que se destina al alumbrado y se usa como combustible.

Licuefacción. Acción y efecto de paso de estado líquido a gaseoso.

Metano. Hidrocarburo gaseoso, CH₄, producido por descomposición de sustancias vegetales en el cieno de algunos pantanos, en las minas de carbón.

Parafinas. Sustancia sólida blanca, translúcida, inodora y fácilmente fusible; es una mezcla de hidrocarburos, se obtiene de la destilación del petróleo, materias bituminosas naturales y se emplea para fabricar bujía y para otros usos.

Pentano. También llamado n-pentano, es un alcano formado por 5 átomos de carbono y 12 átomos de hidrógeno, su fórmula es C₅H₁₂.

Poli aromáticos. Son aquellos hidrocarburos aromáticos que tienen dos o más anillos aromáticos con dos átomos de carbono comunes a cada dos anillos, por ejemplo, naftaleno, antraceno o benzopireno. Son contaminantes atmosféricos de gran importancia, por sus propiedades toxicológicas.

Presurización. La presurización consiste en aumentar la presión en ciertos lugares, haciéndola mayor que la presión atmosférica.

Propano. Hidrocarburo saturado gaseoso, que se utiliza como combustible se halla en el petróleo en bruto.

Ralentí. Es el régimen mínimo de revoluciones por minuto (giros o vueltas por minuto) a las que se ajusta un motor de combustión interna, para

permanecer en funcionamiento de forma estable, sin necesidad de accionar un mecanismo de aceleración o entrada de carburante.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Bibliográfica .Debido a que se apoyó en fuentes de carácter documental, donde se revisó de libros, revistas, catálogos, manuales y artículos en internet, para elaborar el marco teórico.

Tecnológica. Ya que se basó en el trabajo práctico de construcción de un sistema alternativo de inyección electrónica, que servirá como material practico sobre motores.

De Campo. Debido a que se realizó adaptaciones y pruebas prácticas en el motor.

3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

Analítico. Se utilizó al procesar la información teórica obtenidos en manuales de instalación.

Experimental. Se utilizó al realizar la adaptación de los componentes del sistema GLP, encontramos nuevos resultados en las emisiones.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA DE LA ADAPTACIÓN E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE GLP A UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.

4.1. Motor Chevrolet Spark

Estos motores son de tipo OHC, de manera que el árbol de levas está ubicado en la culata posee cuatro cilindros en línea, capacidad volumétrica de 1.0 litros. El sistema de inyección utilizado es de tipo MPFI (inyección de combustible multi punto), donde existe un inyector para cada uno de los cilindros que se encuentran ubicados en el cabezote del motor. La inyección de combustible es de tipo MULTEC-MPFI este tipo de inyección es alternado, asegura el óptimo desempeño y bajos índices de consumo de combustible

Importante. Este modelo de motor fueron desarrollados para el funcionamiento con combustible sin plomo debido a que en el sistema de escape ya viene incorporado el convertidor catalítico.



Figura.12. Motor Chevrolet Spark

Fuente. (Autores, 2014)

DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR CHEVROLET SPARK.

A continuación se muestra una tabla con los datos técnicos estándares del motor.

Tabla 2. Especificaciones del motor Spark

Modelo de motor	Chevrolet Spark
Año	2008
Número de cilindros	4 Cilindros en Línea
Tasa de compresión de la mezcla	9.3 a 1
Formación de mezcla	Inyección multipunto MPFI
Potencia máxima	65 cv a 5400 rpm
Distribución	Por banda
Árbol de levas	(OHC) en el cabezote
Cilindrada	995 cc
Válvula por cilindro	2
Aceleración	0 a 100 Km/h en 14.1 segundos
Velocidad máxima	156 km/h
Sistema de refrigeración	Líquida

Fuente. (Chevrolet, 2008)

4.2. MONTAJE DEL MOTOR AL BANCO.

Para realizar el montaje en el banco, colocar el motor en la posición vertical simulando de tal manera como ira en la maqueta.

En los laterales del motor se encuentran ubicadas sus respectivas bases, para realizar el montaje tomar las respectivas medidas de la base del motor a sus ejes longitudinal que se encuentran paralelas al motor. Luego se prosigue con la adaptación en los puntos exactos, donde van montadas las bases del motor con su respectiva amortiguación, el cual evita el desequilibrio del motor.



Figura 13. Montaje del motor

Fuente. (Autores, 2014)

4.3. CONTROL EN EL MOTOR PREVIO A LA ADAPTACIÓN

4.3.1. Sistema de refrigeración del motor.

El sistema de refrigeración del motor, permite mantener la temperatura óptima para el desarrollo correcto del motor. Por lo tanto, al instalar el sistema de gas aumenta un 10 a 15 °C de temperatura, debido a su alto poder calorífico que posee el gas, por tanto, se debe tener en cuenta ciertos parámetros:

- a) Se recomienda sustituir el agua común y cambiar a un líquido refrigerante debido a las propiedades que presentan como anti espumantes anti congelantes y libre de materiales pesados como el hierro que corroe y destruyen las partes internas del sistema.
- b) Revisión de los elementos que conforma el sistema de refrigeración como: mangueras, correas, termostato, sensores de temperatura del

refrigerante, bomba de agua, electro ventilador y paneles del radiador se encuentren en perfectas condiciones de trabajo.

4.3.2. Sistema de encendido del motor.

El sistema de encendido permite encender la mezcla aire- gasolina, pero en este caso encenderá aire-gas dentro del cilindro en el tiempo de compresión. Este sistema además de ser encargado de generar la chispa para inflamar la mezcla aire-gasolina o aire-gas también trata de que la chispa dure lo más largo posible , para así quemar en su totalidad la mezcla ingresada al interior de la cámara de combustión. El sistema de encendido debe encontrarse en óptimas condiciones de funcionamiento para trabajar con GLP y así no tener anomalías futuras en el motor, para ello se recomienda la verificación de los siguientes elementos:

- a) *Batería.* Con un multímetro revisar su amperaje, para ello colocamos la perilla del multímetro en la sección de voltajes en corriente continua. La pinza positiva del multímetro (color roja) colocamos en el borne positivo de la batería y la otra en el borne negativo, esta medición debe marcarnos 12.0/ 12.5 voltios.

- b) *Cables de bujías.* Los cables de las bujías debe ser comprobado su continuidad y la respectiva resistencia para ellos colocar la perilla del multímetro en la sección de resistencias (ohmios), colocamos una de las pinzas en un extremo del cable y el otro en el otro extremo. el multímetro debe marcar un código de números o emitirá un sonido esto nos muestra que se encuentra en buen estado.

- c) *Sistema de carga.* La verificación del sistema de carga se puede efectuar con el motor encendido, colocar la perilla del multímetro para medir voltajes de la misma manera la pinza positiva del multímetro (color roja) colocamos en el borne positivo de la batería y la otra en el

borne negativo, esta medición debe marcarnos de 12.5 a 13.00 voltios lo cual nos indica que se encuentra en perfecto estado el sistema.

- d) *Bobina*. Elemento encargado de generar alto voltaje que necesita el sistema de encendido, para realizar su respectiva comprobación utilizar de la misma manera el multímetro en el rango de voltios este elemento genera 10 a 30kv.

4.4. FUNCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE GLP.

4.4.1. Electroválvula.

Es un dispositivo electromagnético que impide la circulación del gas, al pararse el motor o cuando esté funcionando con gasolina.

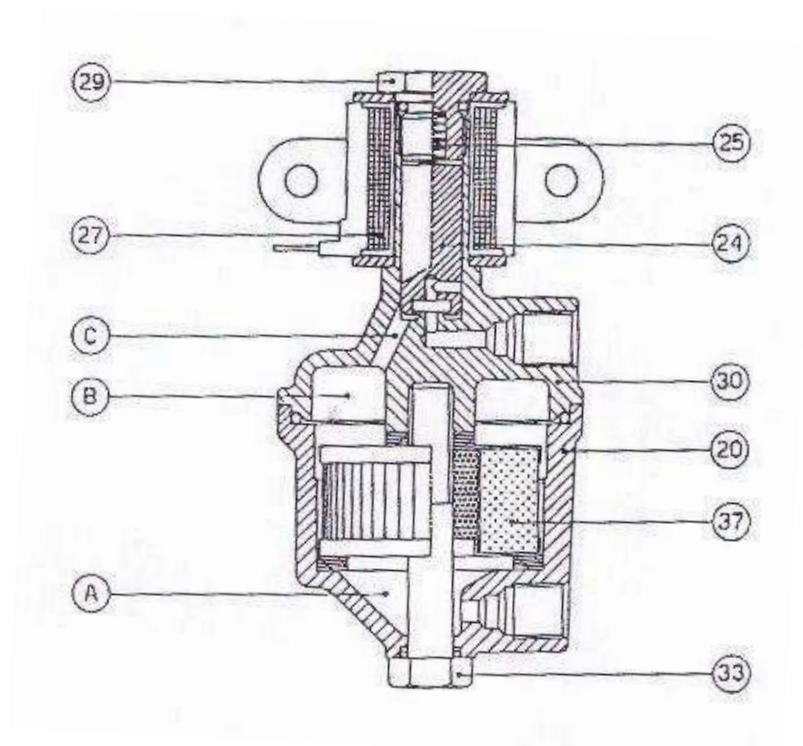


Figura 14. Electroválvula de gas en corte

Fuente: (Marini, 2005)

En el gráfico, se puede apreciar los diferentes elementos tales como:

- A. Cámara de decantación
- B. Cámara
- C. Orificio de entrada

20. Parte exterior del cuerpo

24. Válvula

25. Muelle

27. Bobina

29. Polo

30. Parte interna del cuerpo

33. Tuerca de ajuste

37. Filtro de gas

En la figura anterior, el gas que llega en estado líquido proveniente del depósito, ingresa en la cámara de decantación (A), sustituido en la cubeta (20), que se encuentra unida a la electroválvula (30) mediante el perno (33).

Seguidamente el gas ingresa a la cámara (B), pasando por el filtro (37), y por el orificio (C). Llegando a la parte superior de la electroválvula, donde se encuentra un electroimán que acciona la apertura, del conducto de salida de gas.

En el caso de selección de combustible, si la llave del contacto no está conectada o en otro caso, si el switch de selección de combustible se halla en la posición de gasolina, la bobina (27) se encuentra inactiva y no ejerce ninguna atracción sobre la válvula (24), que empujada por muelle (25), cierra el orificio de paso del gas.

Si se conecta el circuito eléctrico, la corriente crea un campo electromagnético, cuya fuerza abre la valvulita que es atraída por el polo (29), dejando la circulación libre del gas hacia el vaporizador.

4.4.2. VAPORIZADOR – DOSIFICADOR

Una de las funciones más primordiales del vaporizador se efectúa cuando permite, que el GLP pase de estado líquido a estado gaseoso. Este elemento se trata de un contenedor que está dividido en dos partes, por una membrana. Existe la reducción de presión que se produce en la cámara de la 1ª fase (B), donde muestra una notable disminución de la temperatura. El agua caliente de la refrigeración del motor aporta el calor necesario para la gasificación del GLP.

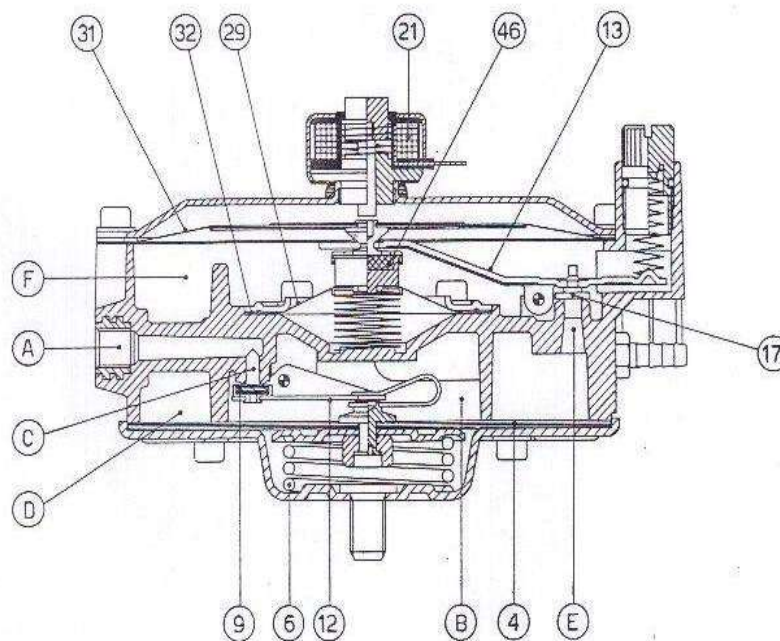


Figura 15. Vaporizador en corte

Fuente: (Marini, 2005).

- A. Conducto de alimentación de gas.
- B. Cámara de primera fase de reducción de presión.
- C. Orificio de alimentación de gas.
- D. Cámara de circulación para agua caliente
- E. Orificio de entrada de gas a la segunda cámara
- F. Cámara de segunda fase
- 6. Muelle regulado

- 9. Válvula de cierre
- 12. Palanca de cierre.
- 13 .Palanca.
- 17. Válvula.
- 21. Arrancador eléctrico.
- 4, 29 y 31.Membranas
- 32. Muelle
- 46. Magneto

Como podemos observar el funcionamiento en la figura 15 inicia cuando el gas en estado líquido proveniente del depósito y llega a la electroválvula, permitiendo el paso por la línea principal de alimentación (A) y da su primer ingreso a la cámara de fase 1, momento y lugar donde la presión disminuye aproximadamente a (6.52 Psi). Esta reducción de presión se efectúa, explotando el gas que ejerce sobre la membrana (4), que esta acoplada a la palanca (12) de cierre del conducto de alimentación de gas (C). Incluso, cuando la presión se excede en el interior de la cámara (B) del valor establecido, la membrana (4) contrarresta la posición del muelle regulado (6), arrastrando con su movimiento la palanca (12), en cuya extremidad se encuentra la válvula (9) de cierre de orificio (C). Con el objeto de compensar la pérdida de calor a la expansión del gas, se permite circular el agua caliente del circuito de refrigeración del motor la cámara (D), que rodea toda la cámara (B).

El gas sigue su trayecto por el orificio (E), que llega a la 2° fase (F), que se sujeta con la válvula (17). Esta se encuentra conectada al mezclador ubicado en el ducto de admisión, reaccionando a la aspiración con el motor en marcha.

A consecuencia de dicha aspiración, la membrana (31) se desplaza al interior del vaporizador, arrastrando con su movimiento la palanca (13),

donde se encuentra la válvula (17), permitiendo que el gas se traslade de la 1° a 2° fase.

De esta manera aumenta la aspiración en el mezclador, ésta se transmite de inmediato a la cámara (F), y la membrana (31), aspirada aún más, permite que circule más gas a través del orificio (E). Por lo contrario, al disminuir la aspiración en el mezclador, nace una contrapresión en la membrana (31), que moviendo la palanca (13) impide el paso excesivo de gas. Cuando el motor está parado el muelle (32), descarga su fuerza sobre la palanca (13), permitiendo un seguro de estanqueidad de la válvula (17).

Por otro lado, cuando efectuamos la marcha en el motor, dicho muelle se encuentra comprimido en su asiento por la membrana (29), que a su vez viene aspirada por la pérdida de presión del motor, que se produce debajo de la válvula de mariposa del ducto de admisión.

En la membrana se encuentra establecido un magneto (46), su función viene acompañada al momento de ejecutar la marcha del motor, creando una tracción momentánea en la palanca (13) permitiendo una circulación adicional de gas. Este dispositivo permite que el motor arranque mejor, en cualquier condición atmosférica.

El vaporizador está equipado con un arrancador eléctrico (21) de emergencia, ésta se acciona, en caso de necesidad y cuando la parte eléctrica o mecánica del motor, no esté en condiciones perfectas para el arranque.

4.4.3. MEZCLADOR

Desempeña una labor indispensable para el sistema como es la de dosificar proporcionalmente, el carburante con el aire de aspiración en

cantidades correctas para alimentar el motor. Este mecanismo va acoplado al vaporizador mediante una manguera por donde circula el gas, y está equipado con un registro para dosificar el gas.

La necesidad de innovar nuevos elementos en el campo automovilístico es bastante clara, los mezcladores están sujetos a constantes innovaciones, a fin de adaptarlos a las exigencias y características, tanto de los nuevos motores a inyección electrónica como de carburador, ofrecidos por el mercado.

Por lo tanto se puede decir que para cada clase de automóvil hay un modelo diferente de mezclador. Considerando su funcionamiento, sus características y su ubicación, los mezcladores pueden ser divididos en dos grupos.

Primer grupo:

1. Los mezcladores que se colocan después del tubo Venturi del coche.
2. Los mezcladores de placa que se colocan, generalmente, antes del tubo venturi original ver en la fig. 16.

Segundo grupo:

1. El sistema mixto (boquilla o acoplamiento), que consiste un tubo insertado que perfora el carburador.
2. El sistema de arquilla, consiste en un tubo insertado en el carburador, sin necesidad de perforación.

En este caso, utilizaremos el mezclador instalado antes del cuerpo de aceleración, de un motor a inyección electrónica.

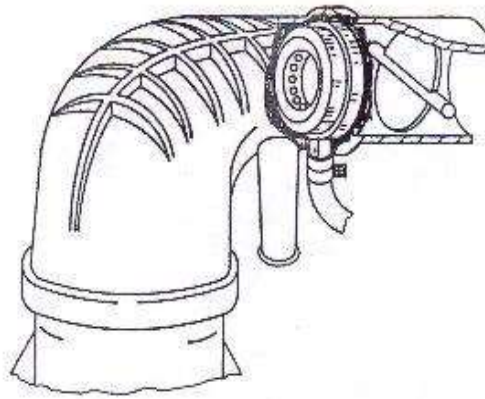


Figura 16. Mezclador

Fuente: (Marini, 2005)

El objetivo del mezclador es de garantizar una relación constante (masa) entre la cantidad de aire y el gas, porque es necesario a fin de que el motor funcione de la mejor manera. Por tanto se debe cumplir dos funciones:

1. Medir el caudal del aire
2. Dosificar el combustible

Medir el caudal del aire.

La primera función que desempeña el tubo Venturi: la caída de presión que se crea en su sección estrecha, está vincula al caudal de masa con una relación del tipo: $G_a = K_a * (dP * m_a)$

Dónde:

G_a = caudal del aire

K_a = constante de proporcionalidad

DP = caída de presión en la sección estrecha del tubo Venturi

m_a =densidad del aire

Dosificación del combustible. La segunda función: trata de la dosificación, esta se produce por la caída de presión en el tubo Venturi, que atrae una cierta cantidad de gas, vinculada a una pérdida de presión según la relación: $G_a = K_g * (dP * m_g)$

Dónde:

G_a = caudal del gas.

K_g = constante de proporcionalidad

m_g = densidad del gas

Realizando una comparación de las dos relaciones y llamando R la relación aire gas se obtiene:

$$R = K_a * (m_a) : K_g * (m_g)$$

4.4.4. EMULADOR DE INYECTORES

El emulador Pitágoras interrumpe la corriente y simula el funcionamiento de los inyectores, en la etapa cuando el motor utiliza como combustible el GLP y así evita el encendido de la luz de alarma del Check Engine, debidos a la memorización en la central de inyectores de gasolina.

Este nuevo emulador reúne tres diferentes tipos de emulaciones, seleccionables a través de dos interruptores.

Esto significa que el emulador Pitágoras junto a los diferentes cableados, según el tipo de conector con que el inyector está equipado y puede ser utilizado en la mayoría de coches europeos, americanos y japoneses; en efecto emula, de la misma manera, inyecciones full – group y secuenciales.

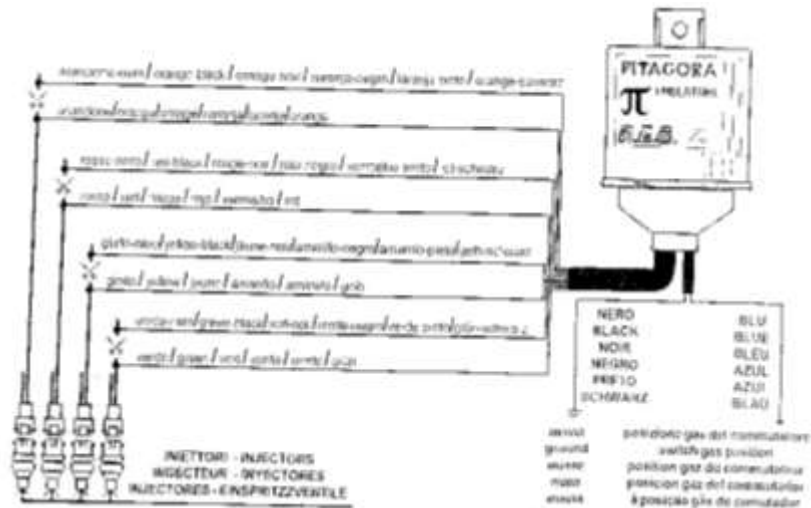


Figura 17. Esquema de conexión del emulador

Fuente: (Pitagora, 2008)

Durante el funcionamiento a gas, el emulador bloquea y simula los inyectores, mientras que la bomba eléctrica de gasolina sigue funcionando. Por lo tanto, es importante que en el depósito de gasolina se encuentre siempre con combustible, para evitar que la bomba se sobrecaliente y se dañe irreparablemente.

4.5. ENSAMBLAJE DEL SISTEMA GLP.

Es importante señalar ciertos parámetros de responsabilidad en el montaje del sistema de combustible. Si este trabajo no se realiza con el debido esmero, se puede provocar situaciones de peligro en el trabajo, siendo éste un sistema, muy puntual ya que el GLP en estado líquido se encuentra en depósitos a presiones de 217.56 (Psi) y a 15 °C de almacenamiento.

El GLP en el sistema inicia su trayectoria por la tubería de cobre, el cual lo recibe el vaporizador, que tiene la función primordial de cambiar de estado del GLP líquido a gaseoso y, reduce la presión a 6.52 (Psi) y a 40 °C, este cambio de estado se efectúa gracias al líquido refrigerante, que

ingresa al vaporizador en alta temperatura, proveniente de la culata con el motor caliente.

De tal manera que resulta evidente que el responsable del montaje, debe tener presente las características del gas y conocer a fondo las partes que constituyen el motor y su instalación. Por tanto, debe ser capaz de ejecutar precisamente las instrucciones, al montaje y al mantenimiento de éstas.

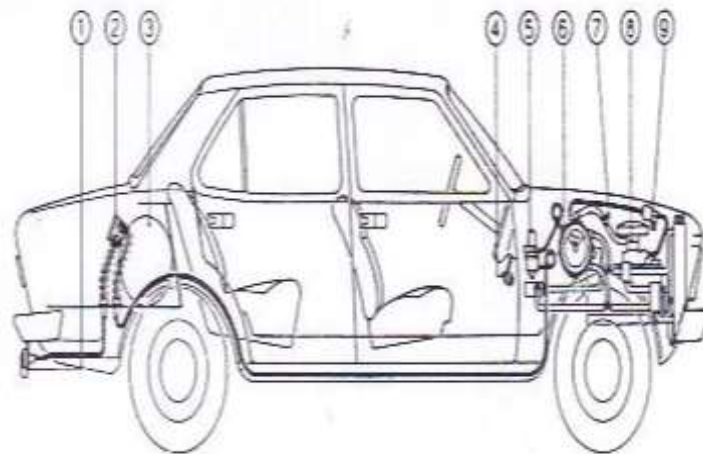


Figura 18. Esquema de los componentes del GLP

Fuente. (Marini, 2005)

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Boca del llenado de gas. | 6. Reductor-Vaporizador. |
| 2. Conector multiválvula. | 7. Regulador máxima GLP |
| 3. Depósito GLP. | 8. Mezclador |
| 4. Conmutador gas-gasolina. | 9. Electroválvula gasolina |
| 5. Electroválvula GLP. | |

ESQUEMA E INSTALACIÓN DEL SISTEMA GLP.

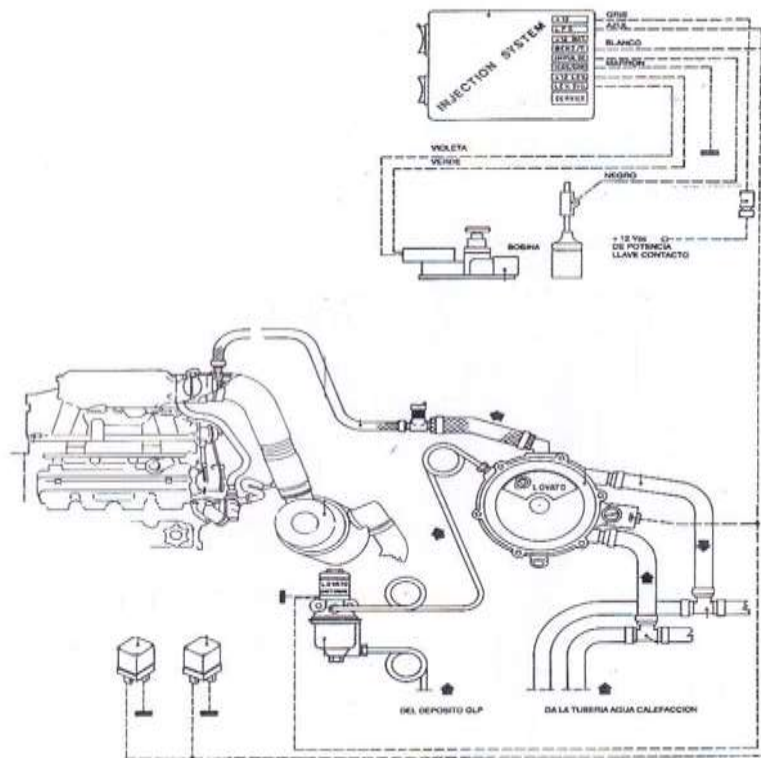


Figura 19. Esquema de instalación GLP para motores de inyección electrónica.

Fuente. (Marini, 2005)

4.5.1. INSTALACIÓN DEL VAPORIZADOR.

“El vaporizador se instala generalmente en uno de los laterales del vano motor, de tal forma que su plano Frontal quede en posición vertical y paralela al eje longitudinal del vehículo.

Esto es para que la acción del aire en el avance del vehículo no incida sobre la membrana de la tercera etapa, lo cual debe estar expuesta la presión atmosférica en su cara externa, y que el efecto de inercia en la acción del frenado y aceleración del vehículo, no actué sobre la misma,

para lograr la correcta regulación de la presión de salida”. (Pablo Jorge, 2008)

- A.** Identificación del tipo de motor, el sistema de alimentación y su respectivo cilindraje, para así determinar el kit adecuado, y así evitar posibles pérdidas de potencia y rendimiento.
- B.** Verificar minuciosamente los sistemas de carga y encendido, se encuentra en estado óptimo para el trabajo.
- C.** Revisar todas las conexiones del sistema de refrigeración de entrada y salida del vaporizador, que permite la calefacción del gas.
- D.** Identificar un área sólida para el acoplamiento firme y estático del vaporizador, debido a que el elemento debe ser instalado en forma vertical en el habitáculo del motor, dicha instalación requiere de normas esenciales a seguir:
 - a)** Limpiar la tubería del gas antes de montarla, con el fin de evitar impurezas al ingreso del gas.
 - b)** Instalar el vaporizador e un lugar accesible para su manipulación.
 - c)** Revisar el accionamiento correcto del solenoide de arranque, con la batería de 12 voltios.
 - d)** Evitar la instalación del tapón de purga del vaporizador, sobre elementos eléctricos.
 - e)** Debe estar a no menos de 60 mm del sistema de escape y 40 mm de la batería.
 - f)** Mantener una distancia de 150 mm con la línea frontal o trasera del motor.
 - g)** La manguera que une el regulador con la admisión debe ser lo más corta posible, para asegurar una correcta depresión en todo su trayecto.
 - h)** Se debe tener en cuenta que la altura del regulador no supere el nivel del radiador ni del depósito de expansión para que siempre tenga circulación del agua.



Figura 20. Vista superior de la instalación del vaporizador
Fuente. (Autores, 2014)

En el gráfico se presenta una serie de elementos a identificar, donde inicia con el solenoide de arranque del vaporizador (3), el cual efectúa el paso de gas al vaporizador (4), donde se encuentra un regulador de caudal en bajas (7), y posterior, se encuentra el conducto de salida del gas (9) a presión reducida de 6.52 (Psi), que se dirige a la toma de admisión.



Figura 21. Vista frontal de la instalación del vaporizador
Fuente. (Autores, 2014)

En la vista frontal de igual forma, inicia con la toma principal de abastecimiento de GLP (1), el cual se comunica con la electroválvula de paso de gas. También se encuentra los elementos que intervienen en el

cambio de estado del GLP, como es la manguera de entrada de refrigerante a 85 °C de temperatura (5), está a su vez, cumple su trabajo en el interior del vaporizador, retorna al circuito de refrigeración del motor (6).

4.5.2. Instalación del Mezclador.

Como vemos en la figura 8 es un componente constituido principalmente por un difusor. Se instala entre el filtro del aire y la válvula de mariposa, por lo que se puede instalar en motores con carburador o sistemas de inyección electrónica. “Tiene la función de dosificar la cantidad de gas y la cantidad de aire que se debe mezclar para una correcta combustión, las características de la unidad de mezcla dependen del motor y sus medidas y estos dependen de elementos donde va fijada, flujo de GPL (cantidad y tamaño de orificios) y el tamaño y la potencia del motor.” (Rodríguez, 2012)

- a) Verificar el diámetro de la toma de admisión del motor, para la instalación del mezclador de gas, con respecto al flujo de aire.
- b) Revisar posible obstrucción de suciedad en la toma de admisión y el filtro.
- c) Seguidamente el acople del mezclador en la toma de admisión, sujetas con abrazaderas de presión.



Figura 22. Ubicación y montaje del mezclador 11.

Fuente. (Autores, 2014)

En la línea de alimentación al mezclador (11), evitar posibles curvaturas exageradas con la manguera de goma (color verde), que impediría la entrada normal del gas. Esta a su vez, tiene conectada desde el vaporizador sujeto con abrazaderas de presión.



Figura 23. Ubicación y montaje de la manguera del mezclador
Fuente. (Autores, 2014)

En la figura se muestra la trayectoria del gas en vapor, desde el vaporizador (4) hasta la toma de salida del gas (9), pasando por el regulador máximo (10) hacia la toma de admisión.

4.5.3. INSTALACIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA.

También llamada válvula electro magnético que opera con una tención de la batería de 12 voltios y tiene una bobina de 20 w. interrumpe el flujo de gas al regulador de presión cuando el motor empieza a funcionar con gasolina.

Esta válvula se debe instalar lo más cercano posible al regulador de presión y a la mayor altura, para un fácil acceso en caso de necesitar

operarla. Las cañerías de línea de alimentación estar en lo posible dotados con su respectivo protección antifricción.

- a) Elemento que va instalado en la línea de alimentación, intermedio entre el vaporizador y el depósito de gas.
- b) Identificar el lugar adecuado, en lo posible libre de rozamiento y vibraciones fuertes.



Figura 24. Ubicación y montaje de la electroválvula de gas
Fuente. (Autores, 2014)

Como se aprecia la figura, el sistema inicia con una cañería de cobre (1), con un recubrimiento de plástico color azul, dicha cañería está conectada con el filtro de la electroválvula (2). Éste elemento debe reunir ciertos requisitos:

- a) El dispositivo debe estar, en lo posible, de fácil acceso para su mantenimiento, preferentemente lateral al motor, a una distancia mínima del vaporizador.

- b) Verificar la dirección del flujo de combustible, que se encuentra en el dispositivo.
- c) Comprobar con una batería (12 V) el accionamiento del dispositivo, esto nos indica la apertura y cierre hermético del gas.
- d) Acoplar en la entrada y salida del combustible, utilizando ajustes herméticos tales como: anillos oliva y racores de ajuste.
- e) Una vez que se realiza las pruebas pertinentes, se procede al montaje, asegurando las conexiones de masa y así evitar fallas eléctricas.

4.5.4. INSTALACIÓN DEL DEPÓSITO.

- a) Una vez que se adquiere el tanque doméstico, revisar la válvula de servicio para luego instar la válvula de descarga rápida.
- b) Verificar el estado del empaque de cierre hermético de la válvula del depósito.
- c) El depósito del GLP debe instalarse sobre una base firme, protegidos contra golpes y caída de objetos.
- d) Acoplar la válvula en la cañería de alta presión, utilizando anillos de apriete.
- e) Para el correcto funcionamiento del sistema y entrega del gas, el depósito debe mantenerse en una posición horizontal.
- f) El depósito no debe llenarse más del 80% de su capacidad total, 20% como gas y a un volumen del 80% como líquido dentro del tanque. Este límite del 80%, consciente mantener sus condiciones de seguridad incluso, al aumentar la temperatura.
- g) La exposición a altas temperaturas provoca aumentos de presión y apertura de válvulas de seguridad, con la subsecuente liberación del GLP la atmosfera.
- h) Cada vez que cambien los cilindros, exija a los operadores que no la maltraten y entreguen cilindros en buenas condiciones como en: pintura, golpes, abolladuras, corrosión.

- i) Asegúrese de utilizar las herramientas adecuadas al conectar y desconectar los cilindros.
- j) Una vez abierta o cerrado el sistema de alimentación verificar fugas con agua jabonosa en todas las uniones y partes de las válvulas.
- k) No modifique la instalación sin la asistencia de un personal capacitado en la rama.

4.5.5. INSTALACIÓN DE LA CAÑERÍA DE ALTA PRESIÓN.

- a) Identificar el lugar de montaje de la cañería, evitando posibles roces, rupturas y dobles.
- b) La cañería es montada entre el depósito de gas y la electroválvula.
- c) Para evitar el desgaste de la cañería, se introduce en una manguera de plástico (color azul).
- d) Tener en cuenta que el sistema de trabajo puede resultar peligroso, si no trabaja con conocimiento, ya que la cañería debe tener una presión de trabajo no menor de 350 (Psi).

4.5.6. INSTALACIÓN DEL EMULADOR



Figura 25. Ubicación del emulador de inyectores

Fuente. (Autores, 2014)

- a) Seguidamente desmontar el riel de inyectores del motor, para facilitar el trabajo de conexión.
- b) Verificar el cableado de los inyectores e identificar con el multímetro al momento de arranque del motor, cuál de los cables proporciona 12 voltios.
- c) Seguidamente, en línea principal de los 12 voltios de cada inyector, se procede al empalme del positivo del emulador, la cual controlará al sistema gas o gasolina, según como el conductor lo crea necesario.
- d) Para la protección de este sistema, en la línea de alimentación de 12 voltios, instalar un fusible de 5 amperios.
- e) Como advertencia instalar el emulador, lejos de excesivas fuentes de calor (por ejemplo colectores de vaciado).
- f) Instalar lejos de la bobina de encendido y pasar el cable lejos del cableado de alta tensión.
- g) No abrir nunca la caja del emulador, sobre todo, con el motor en marcha o el cuadro conectado.

4.5.7. INSTALACIÓN DEL SELECTOR DE COMBUSTIBLE.

El switch de tres puntos, en un lugar exacto en el tablero de controles como se ve en la siguiente figura.



Figura 26. Ubicación del selector de combustible

Fuente. (Autores, 2014)

- a) Identificar el cableado (positivo y negativo) de los elementos tales como: bomba de gasolina y solenoide del vaporizador de gas.
- b) El switch de tres puntos es un conmutador, en el cual identificar el pin intermedio que es la masa.
- c) Seleccionar uno de los pines extremos para la conexión eléctrica con la bomba de gasolina, y el otro pin extremo con el solenoide del vaporizador.

4.6. DATOS DE SEGURIDAD IMPORTANTES PARA TRABAJOS CON GLP

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO.

El nombre común del producto es el gas licuado comercial olorizado, está compuesto por la mezcla de propano butano, pertenece a la familia de hidrocarburos de petróleo y también conocidos como: gas LP, LPG, gas licuado de petróleo.

IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS.

El gas licuado tiene un nivel de riesgo alto, sin embargo cuando los sistemas y los componentes se encuentren en óptimas condiciones presentan caracteres y de confiabilidad y beneficios.” Cuando el gas licuado se fuga a la atmósfera, este se evapora rápidamente y se mezcla con el aire del ambiente formando gases inflamables y explosivos, que al tener contacto con una fuente de ignición este provoca incendios o explosiones. De la misma manera el gas licuado puede ser perjudicial para la salud en caso de contacto con:

Ojos: La salpicadura de una fuga de gas licuado nos provocara congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.

Piel: el contacto con este líquido vaporizante provoca quemaduras frías.

Inhalación: En concentraciones más de 1000 ppm, el gas es un asfixiante simple ya que diluye el oxígeno que se encuentra disponible en el medio para respirar.

4.6.1. RECOMENDACIONES EN CASO DE ACCIDENTES COMO PRIMEROS AUXILIOS.

OJOS: la salpicadura de este líquido provoca daños físicos a los ojos desprotegidos además de quemadura fría; aplicar de inmediato con precaución agua tibia en zonas afectadas. Buscar atención médica inmediata.

PIEL: de la misma manera este provoca quemaduras frías para ello rociar o empapar el área afectada con agua tibia. Quitar prendas que se encuentren congeladas o impregnadas, con el gas, para ello no es recomendable usar agua caliente. Solicitar atención médica inmediata.

INHALACIÓN: si se detecta presencia de gas en la atmósfera, retire a la víctima lejos de la fuente de explosión, donde pueda respirar aire fresco. Si la víctima no respira inicie de inmediato la reanimación o la respiración artificial.

INGESTIÓN: la ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.

Recomendaciones para la prevención de incendios.

- a) Asegurar la integridad de los componentes, revisar que los sistemas se encuentren en óptimas condiciones, ya sea mecánica o eléctrica. (Diseño, construcción y mantenimiento).
- b) Instalar válvulas de seguridad en caso de tener fugas del GLP, y así bloquear la línea principal de alimentación.

c) Ubicar extintores portátiles.

4.6.2. RESPUESTAS EN CASO DE FUGAS.

No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo.

Evacuar el área inmediatamente y solicitar ayuda al central de emergencia más cercana, mientras tanto bloquear las fuentes de fuga y eliminar fuentes de ignición, así como disipar la nube de vapores.

Para enfriar los componentes afectados por el calor del incendio rociar con agua.

4.6.3. PRECAUCIONES PARA EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO.

Almacenamiento: Almacenar todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos en posición vertical y así asegurar que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre este en contacto con el vapor del GLP. Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicios, mantener las válvulas cerradas ya que los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, estos deben ser tratados como si estuvieran llenos.

Manejo: Los vapores de los gases licuados son más pesados que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos donde no existe una buena ventilación para disiparlos. Nunca busque fugas del gas con flama o cerillos, utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas.

Asegurar que la válvula del contenedor este cerrada cuando se conecta o desconecta el cilindro, de la misma manera observar anomalías en la válvula de servicio del cilindro, si esta presenta defectos o fugas deseche

y comunique de inmediato a su distribuidor, nunca inserte objetos en la válvula de alivio de presión.

4.6.4. PROTECCIÓN PERSONAL.

- a) Ventile el área donde puedan acumularse mezclas inflamables.
- b) Protección espiratoria: en espacios confinados con presencia de gas, utiliza aparatos especiales de protección nasal para respiración.
- c) Ropa de protección: evite el contacto con la piel debido a la posibilidad de que maduras frías, para realizar mantenimientos en sistemas con GLP utilizar chaquetones, guantes, cascos, y protección facial durante todo el tiempo del mantenimiento con el gas.
- d) Protección de ojos: se recomienda utilizar lentes de seguridad reglamentaria y sobre estos protectores faciales durante el manejo del GLP en cilindros, o durante las conexiones de mangueras de llenado.
- e) Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela anti derrape y casquillo de acero.

4.6.5. SEGURIDAD EN LA INSTALACIÓN.

- a) Se recomienda instalar el kit, en un lugar ventilado con buen espacio físico.
- b) Debido que el gas es más pesado que el aire, se recomienda trabajar en un espacio a nivel de la calle, evitando sótanos.
- c) Prohibido fumar en el lugar determinado de trabajo.
- d) En el momento de ejecutar el trabajo, el técnico debe utilizar el equipo de protección personal tales como: guantes, gafas, overol, zapatos industriales y mascarilla, ya que el gas se almacena a presión y bajas temperaturas que al contacto con la piel, ocasiona quemaduras por congelamiento, por efecto de la descompresión.

- e) Para la seguridad en el circuito de gas, exige utilizar elementos de alta calidad tales como: racores de ajuste, teflón, codos (NPT), uniones y mangueras.
- f) Realizar la prueba de hermeticidad en cada uno de los elementos, que constituyen el sistema.
- g) El llenado del depósito de gas no debe exceder el 80% de su volumen total, ya que el gas se dilata fácilmente, en función de la temperatura.
- h) Por seguridad el depósito de gas, se debe almacenar con la válvula cerrada y en lugares sombreados.
- i) La línea principal de abastecimiento de gas, debe ser de cobre con un recubrimiento aislante al desgaste.
- j) Para realizar el debido mantenimiento, es recomendable desconectar la batería.

4.7. CONTROL Y REGULACIÓN EN LA INSTALACIÓN.

Luego de haber culminado con la adaptación del sistema de alimentación GLP al motor de combustión interna, es importante realizar el control y regulación de la misma.

- a) En primera instancia, debemos introducir una cierta cantidad de gas en el sistema y verificar la estanqueidad, en el circuito de alta presión.
- b) Inspeccionar posibles pérdidas en las conexiones de la válvula del cilindro, reductores de presión , utilizando una solución de agua jabonosa
- c) Controlar el funcionamiento de las electroválvulas de GLP y gasolina, ubicando la llave conmutadora en ambas posiciones. Como el motor viene con inyección electrónica poner en marcha el vehículo, antes de ser cargado con GLP.
- d) Una vez comprobado la hermeticidad del sistema de alimentación y el funcionamiento correcto del sistema eléctrico, se procede a encender el motor con gasolina, verificar que el motor trabaje regularmente.

- e) Poner el selector de combustible en la posición intermedia, hasta que el motor se pare, debido a la interrupción de la gasolina.
- f) Seguidamente en este punto, se ubica el switch (selector de combustible) en la posición del gas y girar la llave de contacto, para encender el motor; examinar todas las uniones de la cañería de alimentación del gas.
- g) Con el motor apagado, girar el tornillo de regulación máximo y el mínimo pasaje del gas en la posición intermedia y arrancar el motor, regular los tornillos a máximas revoluciones.
- h) Por último ajustar el mínimo, empleando un analizador de gases de escape (habrá que regularlo para obtener un CO cerca de 0.5 a 1%) o, si no se dispone de un analizador, regular el régimen a mínimas revoluciones.

4.7.1. REGULACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO.

Para la regulación del sistema GLP se regula el caudal máximo o regulación de máxima con los tornillos correspondientes, se procede de la siguiente manera.

- a) Llevar el motor a la temperatura normal de funcionamiento.
- b) Pasar a funcionamiento a GLP
- c) Acelerar el motor entre 2500 a 300 RPM, y mantener fija la posición de la mariposa durante toda la regulación.
- d) Girar el tornillo de regulación de la máxima para lograr una aceleración del motor.
- e) Seguir girando el tornillo mientras las revoluciones siguen aumentando hasta que las mismas comiencen a descender. En este punto se habrá logrado la regulación de máxima.
- f) Una vez hallado el punto fijar la posición.

Nota: si al ir en busca del máximo régimen de giro, las revoluciones aumenta en forma riesgosa, sin modificar las condiciones de gasificación

logradas hasta el momento, bajar hasta de 2500 a 3500 RPM, accionando sobre la mariposa del acelerador y proseguir con la regulación.

Regulación del caudal intermedio.

Luego de regular la alta, regular la intermedia para ello accionar el acelerador hasta obtener una revolución de 1200 o 1500 RPM. Manteniendo dicho régimen, abrimos la regulación intermedia y vemos si el motor se acelera. Procedemos de la misma forma que con la alta, tratando de encontrar el punto más acelerado, ya sea abriendo o cerrando.

Luego soltamos el acelerador, y si la regulación no es correcta, es probable que el motor regule mal o se tienda a parar. Es importante entonces saber si modificamos la apertura o cierre de la intermedia, dado que se deberá actuar en sentido inverso sobre la baja (caudal mínimo).

Tomando en cuenta que si abrimos la intermedia dos vueltas, seguramente tengamos que cerrar la baja un poco para que el motor vuelva a regular bien.

4.7.2. REGULACIÓN DEL CAUDAL MÍNIMO

Luego de calibrar el caudal máximo y el intermedio procedemos la regulación del mínimo de la siguiente manera:

- a) Llevar el motor a funcionamiento del GLP.
- b) Dejar la mariposa del acelerador en posición de reposo o en ralentí no más de 1000 RPM mantener así hasta realizar la regulación.
- c) Girar el tornillo de regulación de mínima, que se encuentra en el regulador de presión, hasta lograr el régimen deseado en ralentí.

4.8. PUESTA EN MARCHA CON GLP CON EL MOTOR CALIENTE.

Efectuar el encendido del motor acelerando ligeramente. Consejos útiles:

- a) En el caso de que el motor no funcione por falta de gas, debido a la ineficiencia de la instalación eléctrica, apagar el motor y verificar la instalación.
- b) Una vez arreglado el sistema eléctrico y antes de seleccionar la alimentación a GLP, volver a poner la llave en la posición a gasolina.

Pruebas

Se realiza el respectivo análisis de los resultados, en cuanto a las emisiones y diferencias con los dos combustibles enfocando a los resultados del GLP, como puede verse en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de análisis

RPM	800			3450			5410		
Combustible	Gasolina	GLP	R	Gasolina	GLP	R	Gasolina	GLP	R
Temperatura °C	81	81		88	88		88	88	
CO % Vol.	0.03	2.21	No	0.00	0.02	No	0.83	1.31	No
CO2 % Vol.	14.3	13.0	Si	14.5	13.4	Si	11.8	13.5	No
HC ppm Vol.	10	12	No	10	5	Si	171	7	Si
O2 % Vol.	0.56	0.74	No	0.42	1.21	No	2.53	0.32	Si
Lambda	1.026	0.96		1.020	1.062		1.103	0.97	

Fuente. (Autores, 2014)

800 RPM

- a) Partiendo con el CO incrementa debido al exceso de combustible con GLP, con un porcentaje de aumento de 7266 %.
- b) El CO₂ disminuye con GLP con un porcentaje de -9.1 %.
- c) El HC en bajas revoluciones aumenta en un 20 %.
- d) Con el O₂ se obtiene un aumento de 32.14 %.

3540 RPM

- a) Inicia con el CO, muestra un aumento con el GLP, con un porcentaje de 0,02 %.
- b) El CO₂ puesta a GLP disminuye un -7,58 %
- c) Los HC de igual forma dan como resultado una disminución de – 50 %
- d) El O₂ muestra un aumento de 188,0 %

5410 RPM

- a) El CO muestra un incremento con GLP de 57,83 %
- b) De igual manera con CO₂, con un incremento de 14,40 %
- c) Los HC reducen un -95,90 %
- d) El O₂ reduce un -87,35 %

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- El (CO) Monóxido de Carbono con el sistema GLP aumenta un promedio de 0.893%vol en todo régimen del motor, por efecto de una calibración inefectiva, donde presenta ausencia de oxígeno disponible para la quema, lo cual produce una combustión incompleta por la mezcla rica del GLP, por tanto, no llega para quemar todo el carbono, quedando estos átomos unidos a un solo oxígeno formando el CO. Con el (CO₂) Dióxido de Carbono analizados con el sistema GLP, se reduce notablemente en bajas y medias revoluciones el 1,2%vol, mientras que en altas revoluciones tenemos un incremento de 1.7%vol, esto nos indica una buena eficiencia de la combustión.
- Los (HC) Hidrocarburos en ralentí, presenta un exceso por una mezcla pobre de oxígeno y obtenemos un incremento de 2ppmvol, mientras que en altas revoluciones reducimos casi en su totalidad, ya que a mayor revolución mayor combustión.
- El O₂ presenta un incremento de 0.48%vol promedio en bajas revoluciones, mientras que en altas revoluciones, el porcentaje se reduce un 2.21%vol, por el agotamiento del Oxígeno y se aumenta el CO.
- En el sistema de inyección electrónica multipunto, la emisión de los gases en bajas revoluciones son altas debido a que el ECM no registra el combustible con que está trabajando.

5.2 RECOMENDACIONES

- El motor siempre se debe arrancar primeramente con el sistema de alimentación a gasolina, hasta alcanzar la temperatura ideal de trabajo, y posteriormente realizar el cambio al sistema GLP.
- Las calibraciones del evaporador se debe realizar una vez que el motor alcance su temperatura óptima de funcionamiento.
- Realizar investigaciones futuras, para obtener la calibración ideal del evaporador, para obtener una máxima potencia y rendimiento a la vez reducir al mínimo las emisiones de gases contaminantes.
- Para los motores que traen sistemas de inyección electrónica multipunto, es ineludible la adaptación de un chip en la computadora para un mejor desempeño del sistema de alimentación del motor.

Bibliografía.

- Adames, Y. (2013). *Clasificación de los Compuestos Orgánicos*. Recuperado el 10 de julio de 2013, de Clasificación de los Compuestos Orgánicos: www.monografias.com
- Allbiz, R. (2013). *allbiz*. Recuperado el 5 de agosto de 2013, de allbiz: <http://www.ar.all.biz>
- Autores. (2014). Ibarra.
- Blanco, R. Y. (1989). *Motores de Gas, Petroleo y Aire*. Barcelona: Soler.
- Bosch, R. (2005). *Manual de la Técnica del Automóvil*. Alemania: 4. cod 629,287/B67
- Casolla, G. (2013). *TORNEL*. Recuperado el 27 de abril de 2013, de TORNEL: [htt://www.revista.maquirsaautomotriz.com](http://www.revista.maquirsaautomotriz.com)
- Chevrolet, S. (2008). *Servicio chevrolet*. Recuperado el 28 de enero de 2014, de Servicio chevrolet: <http://www.servicioautopartes.com>
- Departamento de Energía, U. (29 de octubre de 2013). *U.S. Department of ENERGY*. Recuperado el 1 de octubre de 2013, de U.S. Department of ENERGY: <http://www.fueleconomy.gov>
- Electronic, S. F. (2012). *A.E.B Alternative Fuel electronics*. Recuperado el 7 de agosto de 2013, de A.E.B Alternative Fuel electronics: <http://www.aeb.it>
- ELONKA, S. M. (2000). *OPERACIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES*. California: MC Graw Hill. cod 621,8/E46/Ope
- Enterprises, J. (2013). *BURBUJA*. Recuperado el 15 de mayo de 2013, de BURBUJA: <http://www.burbuja.info>
- Heredia, Norma; Garcia Alvarado, Jose Santos. (2008). *Gestion Electronica De Motores*. cod 629,287/G83/SIS
- INEN. (5 de marzo de 2010). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 204:2002*. Recuperado el 20 de marzo de 2014, de NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 204:2002: <http://law.resource.org>
- Iniesta Gomez, R. (2009). *Guía metodológica para estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicanas*. Mexico: Raúl Marcó del Ponc Lalli.

Jac, V. (2013). *Servicio para automóvil, Vehículo Industrial*. Recuperado el 5 de agosto de 2013, de Servicio para automóvil, Vehículo Industrial: <http://www.jagvehiculos.com>

Jacome, G. (2009). *Repuestos y Accesorios para sistema GLP*. Recuperado el 5 de agosto de 2013, de Repuestos y Accesorios para sistema GLP: <http://guayaquil.olx.com.ec>

KIRSCHKE, A. (1999). *Motores de Gas y de Aceite*. Barcelona: LABOR, S.A.

Marini, M. (2005). *Manual de la Instalación GLP*. Italia.

Marques, R. (2009). *Mi Chatarrita*. Recuperado el 4 de junio de 2013, de Mi Chatarrita: <http://michatarrita.host56.com>

Martínez, H. G. (2002). *Manual del Automovil, Motores a Gasolina*. España: CULTURAL S.A.cod 629,287/G55/MAN

Pablo Jorge, G. (2008). *GNC sistema de ultima generacion para automotores*. Buenos Aires , Argentina: Hispano Americana.cod.629.287/G83/SIS

Paz, C. (2013). *Química Inorgánica*. Recuperado el 10 de julio de 2013, de Química Inorgánica: <http://www.fullquimica.com>

Perez, A. (2013). *gnvblog*. Recuperado el 27 de mayo de 2013, de gnvblog: <http://gnvblog.wordpress.com>

Piedra, I. (2010). *Inyección Electrónica MPFID-TEC*. IP.

Pitagora, A. (2008). *Manual Instrucciones de Montaje y Garantía*. Italia.

Rodríguez, J. C. (2012). *Mantenimiento de Sistemas Auxiliares del Motor*. España: Innova.cod 621,434/R63/Man

Santander, J. R. (2010). *Tecnico en Mecanica y Electronica Automotríz*. Colombia: Diseli. cod629.287/R84/Tec

Anexos A: Socialización



Guatemala Geovany trabajo práctico sistema GLP (gas propano) taller de IMA



Asipuela Fredy. Socialización aula



Guatemala Geovanny, socialización aula



Asipuela Fredy socialización aula



Guatemala Geovanny socialización aula








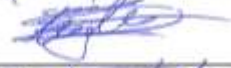

Anexo B: Respaldo de Socialización Octavo "A". Ing. Mantenimiento Automotriz.

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

SOCIALIZACIÓN DE TRABAJO DE GRADO TITULADO: ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE GLP A UN MOTOR DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA SPARK 2008*

NÓMINA DE ASISTENCIA ESTUDIANTES DE OCTAVO SEMESTRE "A"

N°	NOMBRES	FIRMA
1	ALMEIDA HERRERA CRISTIAN MANUEL	
2	ALMEIDA VITERI ALVARO WLADIMIR	
3	ARCINIEGA MESA WIDER MAURICIO	
4	AREVALO VASQUEZ RICHARD ANDRÉS	
5	AYALA BEDON ROBINSON ISRAEL	
6	BECERRA LAZO ANGEL DAVID	
7	CEVALLOS TAYAN VICTOR ADOLFO	
8	CHASIGUANO CACHIMUEL MANUEL LUCIANO	
9	CHICAIZA AVILA YONNY MILLER	
10	ENRIQUEZ FOLLARAN JEFFERSON SAUL	
11	ESPIN RAMOS PABLO RODRIGO	
12	FLORES TORRES EDGAR MAURICIO	
13	GORDILLO LOPEZ IVAN JAVIER	
14	GUEVARA YEPEZ LUIS GERMAN	
15	LAGUNA PEREZ OSCAR ROLANDO	
16	LOPEZ ANRANGO JEFFERSON ALEXANDER	
17	MALDONADO LAZO CRISTIAN SANTIAGO	
18	MORALES BAYETERO CESAR FABRICIO	

19	MORAN CASTRO CRISTIAN PATRICIO	
20	MORENO RECALDE JORGE ANDRES	
21	ORMAZA LOPEZ FRANCISCO DAVID	
22	PASQUEL LOPEZ JAIRO FERNANDO	
23	PEREZ BOLANOS SILVIO JEFFERSON	
24	PULLES QUELAL MARLON JIMMY	
25	QUELAL CUAICAL CARLOS ALFREDO	
26	QUITAMA QUILUMBA FRANKLIN ARNULFO	
27	TORRES REALPE EDWIN ANDRES	
28	VELASCO RIVERA ALEXIS DAVID	
29	VILLARREAL CORAL RICHARD DANIEL	

28-03-2014

17100
18630



Anexo C: Procedimientos para recopilar información verídica de gases.

Antes de realizar la medición, se debe verificar lo siguiente:

1. Encender el equipo analizador y someter en un proceso de calentamiento y la estabilización, según las especificaciones del fabricante.



2. Realizar una limpieza en la sonda, para no tener alteraciones en las lecturas en la muestra.
3. Revisar que los accesorios de los vehículos, estén completamente apagados por posibles fallas al momento de la captación de información, proporcionada por el analizador.
4. Comprobar que el sistema de escape del motor no esté modificado o tenga otro ducto de salida de gases.
5. El sistema de escape debe estar completamente en buenas condiciones, libre de orificios o entrada de aire adicional.
6. Comprobar el nivel óptimo del aceite en posición horizontal, cuando el motor esté apagado.

7. Encender el motor.
8. Conectar el medidor de temperatura y esperar que el motor alcance su temperatura óptima de funcionamiento 85 °C.
9. Si el motor no cumple con las condiciones adecuadas, no someter a una prueba.



10. Conectar el tacómetro del equipo de medición, al sistema del motor.
11. Verificar las 800 RPM del motor, en condiciones de ralentí.



12. Con el motor a temperatura óptima, introducir la sonda en el ducto de escape del motor.



13. Tener la seguridad de la sonda de que no salga del motor, mientras se toma la muestra de los gases.
14. Esperar un tiempo, hasta que el analizador recopile los datos.
15. Una vez obtenido los datos de los porcentajes, guardar e imprimir las lecturas de las emisiones recopiladas.



Anexo D: Resultados de análisis

800RPM

Placa: ASI0
Tipo combustible: GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	: 81	[°C]
RPM	: 800	[1/min]
CO	: 0.03	[%Vol]
CO2	: 14.3	[%Vol]
HC	: 10	[ppmVol]
O2	: 0.56	[%Vol]
Lambda	: 1.026	[-]

Fecha y hora
23.01.2014 18:16

Placa: ASI0
Tipo combustible: GAS

VALORES MEDIDOS

Temp.	: 88	[°C]
RPM	: 800	[1/min]
CO	: 2.21	[%Vol]
CO2	: 13.0	[%Vol]
HC	: 12	[ppmVol]
O2	: 0.74	[%Vol]
Lambda	: 0.969	[-]

Fecha y hora
23.01.2014 18:23

3540 RPM

Placa: ASI0
Tipo combustible: GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	: 88	[°C]
RPM	: 3540	[1/min]
CO	: 0.00	[%Vol]
CO2	: 14.5	[%Vol]
HC	: 10	[ppmVol]
O2	: 0.42	[%Vol]
Lambda	: 1.020	[-]

Fecha y hora
23.01.2014 18:20

Placa: ASI0
Tipo combustible: GAS

VALORES MEDIDOS

Temp.	: 89	[°C]
RPM	: 3540	[1/min]
CO	: 0.02	[%Vol]
CO2	: 13.4	[%Vol]
HC	: 5	[ppmVol]
O2	: 1.21	[%Vol]
Lambda	: 1.062	[-]

Fecha y hora
23.01.2014 18:24

5410 RPM

Placa: ASI0
Tipo combustible: GASOLINA

VALORES MEDIDOS

Temp.	: 89	[°C]
RPM	: 5410	[1/min]
CO	: 0.83	[%Vol]
CO2	: 11.8	[%Vol]
HC	: 171	[ppmVol]
O2	: 2.53	[%Vol]
Lambda	: 1.103	[-]

Fecha y hora
23.01.2014 18:21

Placa: ASI0
Tipo combustible: GAS

VALORES MEDIDOS

Temp.	: 92	[°C]
RPM	: 5410	[1/min]
CO	: 1.31	[%Vol]
CO2	: 13.5	[%Vol]
HC	: 7	[ppmVol]
O2	: 0.32	[%Vol]
Lambda	: 0.976	[-]

Fecha y hora
23.01.2014 18:25

Anexo:

Mantenimiento del vaporizador.

Para el mantenimiento de este elemento se debe seguir ordenadamente los siguientes pasos, poner mucha atención al momento del desarmado y cuidado, ya que se trabaja con un elemento que cuenta con pequeños elementos muy frágiles y que una maniobra brusca, al momento del desarmado, puede romperse o algo similar.

Desmontar todas las cañerías y mangueras que se encuentran alojados en el vaporizador, ubicándolo en un lugar limpio y firme en la mesa de trabajo.



Una vez desmontado el vaporizador, se procede a una rigurosa limpieza con elementos adecuados y líquidos que aporten al desengrasado del mecanismo, tener en cuenta que, dicho mecanismo, está constituido por dos cámaras, la de gas y la de agua.



En el desarmado, encontraremos en su interior, membranas tanto de agua como de gas. En el caso de la membrana de agua, esta debe permanecer en óptimas condiciones, libre de perforaciones, lo que ocasionaría un sobrecalentamiento, produciendo un peligro para el motor como para el sistema de gas.

Tal es el caso de la membrana que trabaja en el interior de la cámara de gas, se encuentra en malas condiciones.



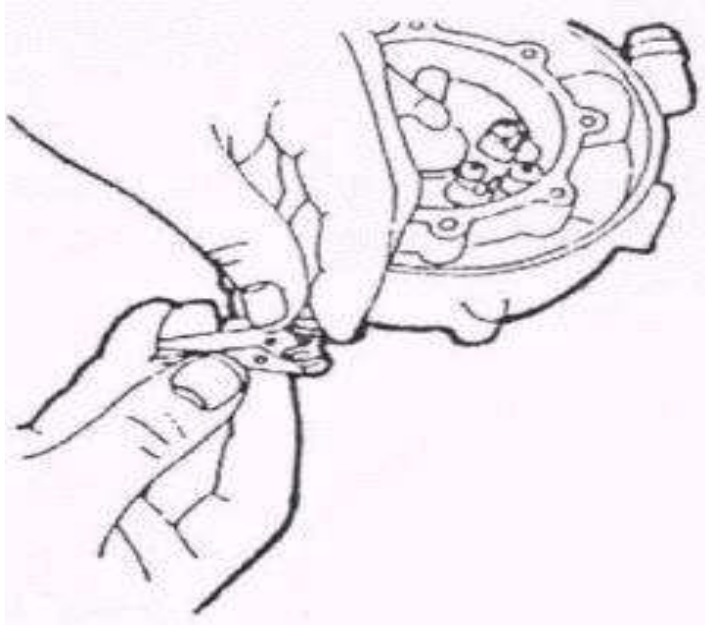
Para evitar molestias, en el momento del funcionamiento del sistema, lo más recomendable es sustituir todos los elementos defectuosos, en especial las membranas y empaques ya que es parte de la garantía y aporta, al correcto funcionamiento del sistema de gas.



Una vez desmontado las partes externas se procede a realizar su respectiva limpieza o su respectivo remplazo si lo requiere, de la misma manera es necesario el desmontaje de las partes internas que conforma el vaporizador y así poder realizar su respectivo análisis, para ello es necesario seguir ciertos pasos prácticos;

Tener en cuenta que la plaquita de goma tiene un asiento troncocónico; por tal razón, es útil colocar la base más ancha dentro del porta – plaquita.

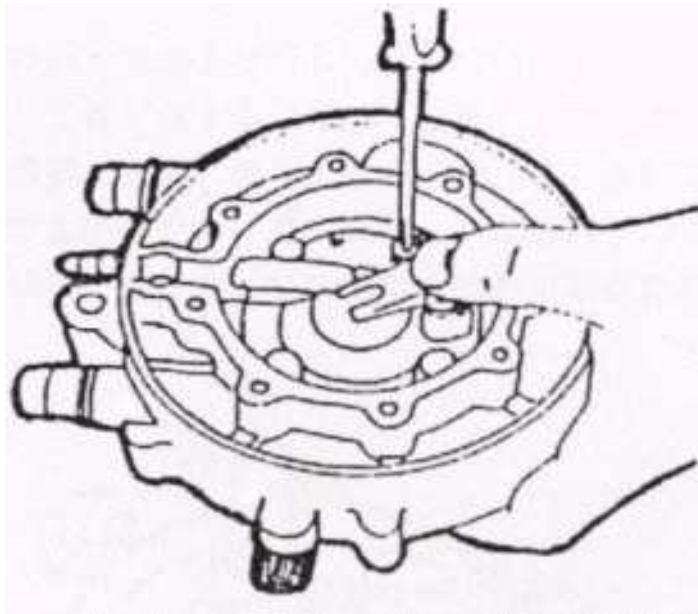
Montaje de la placa



(Marini, 2005)

1. Tener presente que el balancín se encuentre sujeto en su asiento, este debe presentar una inclinación hacia el centro del reductor.

Montaje del balancín



(Marini, 2005)

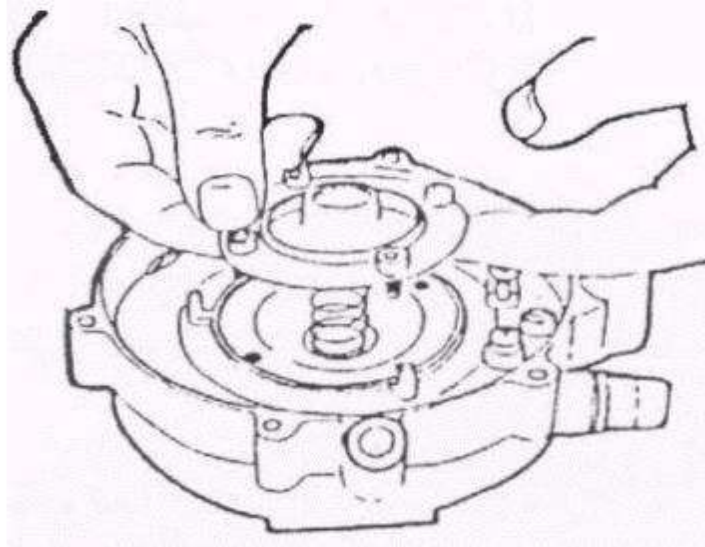
2. Realizar el cambio respectivo de la membrana, en caso de presentar anomalías.

Membranas



3. Con el fin de no dañar las membranas; primero introducir los tornillos en sus agujeros y seguidamente montar el grupo tapa membrana, al cuerpo del reductor. Una vez dado el ajuste, hacer presión sobre la membrana al final de carrera. Para verificar la correcta estanqueidad tapar con un dedo el ducto de la conexión de despresurización, la membrana debe permanecer siempre en dicha posición.

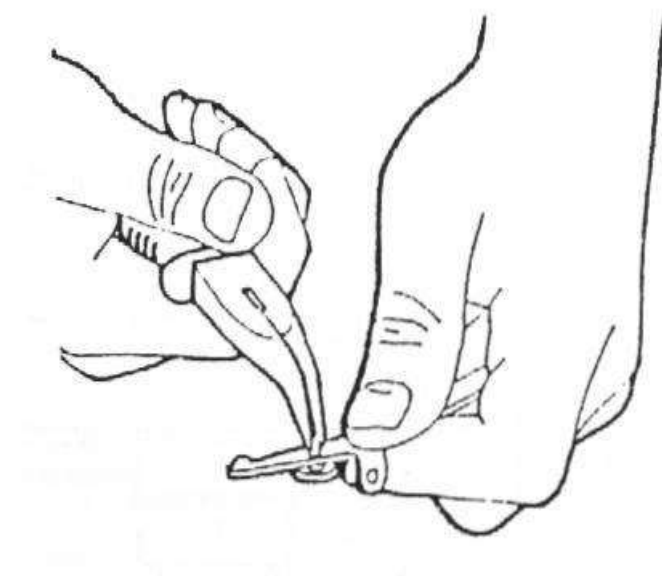
Montaje de la tapa de la membrana



(Marini, 2005)

4. Para que la plaquita se ajuste perfectamente en el balancín, se debe tirar de la espiga de la plaquita con unas pinzas.

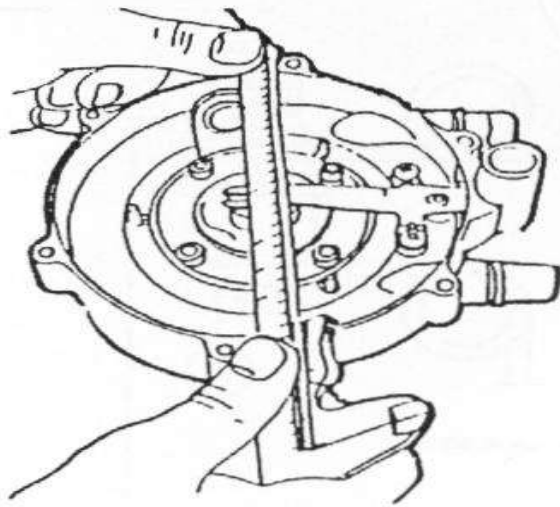
Montaje de la plaquita



(Marini, 2005)

5. Seguidamente montar el balancín en su asiento verificando con una varilla, que la palanca esté a la altura del borde del vaporizador.

Verificación de altura del balancín



(Marini, 2005)

Anexo F: Mantenimiento y búsqueda de las averías.

Es útil y necesario el mantenimiento periódico de la instalación de gas, con el fin de evitar desajustes en el momento preciso del funcionamiento y dar más vida útil a todos los elementos del sistema. Para ello, es indispensable seguir ciertos controles tales como:

- a. verificación de la cañería principal de alta presión.
- b. control de la presión en primera fase y de la intermedia del vaporizador.
- c. Revisar las condiciones físicas de la manguera.
- d. Control de la instalación eléctrica, los empalmes y todo tipo de cableado de posibles desgastes de su recubrimiento a causa del rozamiento en objetos metálicos, para que sea eficiente y que las conexiones no estén oxidadas, el control viene en un tiempo aproximado de cada 10.000 Km.
- e. Control del desfogue del vaporizador para asegurarse que no existan depósitos aceitosos, en un periodo comprendido a los 60.000 Km, aproximadamente.
- f. Revisión general del vaporizador utilizando repuestos originales en un tiempo comprendido a los 60.000 Km, aproximadamente.

En caso de existir alguna avería, es necesario realizar un control completo del motor, enfocando en las dos instalaciones del sistema de gas y gasolina.

Se aconseja examinar los sistemas tales como

- a. Encendido
- b. Arrancador
- c. Batería.
- d. Posibles problemas en la aspiración de aire.
- e. Condiciones del motor.
- f. Alimentación carburante.

INCONVENIENTES Y OPERACIONES DE CONTROL.

El motor funciona a gas pero no a gasolina.

- a. Examinar las conexiones eléctricas.
- b. Verificar que la electroválvula del gas se halle abierta y que la bomba de gasolina no se encuentre dañada.
- c. Si el motor funciona con gas, verificar que no haya averías en la instalación de la bomba de gasolina.
- d. Verificar los empalmes correctos del cableado del emulador con los respectivos inyectores del motor.
- e. Verificar el funcionamiento de la bomba de la gasolina.
- f. Controlar los inyectores del motor.

El motor funciona a gasolina pero no a gas.

- a. Verificar que la electroválvula de gas abra el paso de gas; al girar la llave de contacto con la posición del selector de combustible en “gas”, debe salir gas del vaporizador. Si la electroválvula no funciona, verificar las conexiones eléctricas.
- b. Si el motor ya ha funcionado antes a gas, verificar que no haya posibles impurezas dentro de la electroválvula de gas.
- c. Verificar el solenoide de arranque del vaporizador con una batería (12 V), en caso de no efectuar el desplazamiento del solenoide, desmontar y proceder a una limpieza.
- d. Controlar que las tuberías de gas, tanto las de presión alta (empalme depósito/ vaporizador) como las de la presión baja (vaporizador / mezclador) no estén dobladas o aplastadas.

El motor no funciona ni a gas ni a gasolina.

- a. Controlar si la electroválvula de gas y la bomba de gasolina, se conecta.

- b. Si la electroválvula no se conecta, examinar el fusible, verificar que la tensión sea 12 V y examinar la sujeción del cable de alimentación del selector de combustible.
- c. Controlar la tensión correcta de los inyectores con el emulador.

El motor funciona a gas pero con revolución lenta irregular.

- a. Ajustar los tornillos de regulación del caudal mínimo del vaporizador.
- b. Efectuar los controles mencionados en el punto 2.

El motor funciona a gas pero la aceleración no es buena.

- a. Verificar que la manguera del gas que conecta al vaporizador con el mezclador, no esté roto o aplastado.
- b. Mirar que la cañería de la presión alta no esté aplastada.

El motor funciona a gas pero no alcanza la potencia máxima.

- a. Efectuar los controles indicados en el punto 5.
- b. Controlar el circuito de calefacción del vaporizador (que el agua sea suficiente, las tuberías, termostato).

El motor funciona a gas pero con un consumo muy alto.

- a. Controlar, limpiar o reemplazar el filtro del aire.
- b. Controlar la regulación de caudal mínimo y máximo de gas.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172197124-8		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Asipuela Haro Fredy Vinicio		
DIRECCIÓN:	Quito - Pintag		
EMAIL:	Freddys_bendicion@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	23614812	TELÉFONO MÓVIL	081778248

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE G.L.P. AL MOTOR CHEVROLET SPARK, AÑO 2008"
AUTOR (ES):	Asipuela Haro Fredy, Guatemal Pupiales Orlando
FECHA: AAAAMMDD	2015/04/15
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Edgar Mena

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Asipuela Haro Fredy Vinicio, con cédula de identidad Nro. 172197124-8, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes abril del 2015

EL AUTOR:

(Firma)

Nombre: Asipuela Haro Fredy Vinicio

Cédula: 172197124-8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, ASIPUELA HARO FREDY VINICIO, con cédula de identidad Nro. 172197124-8 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **“ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE G.L.P. AL MOTOR CHEVROLET SPARK, AÑO 2008”** que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a 07 de abril de 2015

(Firma)

Nombre: Asipuela Haro Fredy Vinicio
Cédula: 172197124-8



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100309653-2	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Guatemal Pupiales Orlando Geovany	
DIRECCIÓN:	Ibarra, La Esperanza	
EMAIL:	g.geova_1904@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	2660045	TELÉFONO MÓVIL 0985414508

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE G.L.P. AL MOTOR CHEVROLET SPARK, AÑO 2008"
AUTOR (ES):	Asipuela Haro Fredy, Guatemal Pupiales Orlando
FECHA: AAAAMMDD	2015/04/15
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Edgar Mena

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Guatemal Pupiales Orlando Geovany, con cédula de identidad Nro. 100309653-2, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

6. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes abril de 2015

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Guatemal Pupiales Orlando Geovany
C.C. 100309653-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Guatemala Pupiales Orlando Geovany, con cédula de identidad Nro.100309653-2 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: "**ADAPTACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE G.L.P. AL MOTOR CHEVROLET SPARK, AÑO 2008**" que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz de la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 14 días del mes de abril de 2015

(Firma) 

Nombre: Guatemala Pupiales Orlando Geovany

Cédula: 100309653-2