



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO
DE UN MOTOR CON SISTEMA DUAL
GASOLINA/GLP MODELO 0.8 L MPI EPSILON A
TRAVÉS DEL SOFTWARE STAG 200 EASY
HYUNDAI EON”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

CORONADO AGREDA BERNABE

ASESOR:

ING. ADANAQUE SANCHEZ JOSE LUIS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

ENERGIA

CHICLAYO- PERÚ

(2017)

Página del Jurado

.....
ALUMNO: BERNABE CORONADO AGREDA

Presentada a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

.....
PRESIDENTE: ING. MSC.CESAR DANY SIALER DIAZ

.....
SECRETARIO: ING. MSC. JAMES SKINNER CELADA PADILLA

.....
VOCAL: ING. DIEGO ENRIQUE OBREGON GALVEZ

Dedicatoria

A Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora. Por brindarme los medios necesarios para continuar mi formación académica, siendo un apoyo incondicional para lograrlo ya que sin él no hubiera podido lograrlo.

A cada uno de los que son parte de mi familia que me acompañaron a lo largo del camino, brindándome la fuerza necesaria para continuar y ayudándome en lo que fuera posible, dándome consejos y orientación. Quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositándome su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Los amo con toda mi vida.

Bernabé

Agradecimiento

Agradezco al ser supremo, divino y fiel que es Dios por darme la vida, sabiduría e inteligencia, vigor y oportunidades para cumplir mis anhelos, junto a mis padres que en momentos buenos y malos que siempre me daban lo requerido y alentaban a seguir adelante para llegar a un buen profesional en la vida, y que ahora me siento muy satisfecho.

A todos los docentes que me brindaron su apoyo desinteresado para la realización de mi tesis. A mis compañeros con los cuales pasamos momentos buenos y malos y de su apoyo incondicional a las personas quienes me ayudaron a cumplir este trabajo.

Hoy que he alcanzado a todos ellos muchas gracias y que Dios lo bendiga en todo.

Bernabé

Declaratoria de autenticidad

Bernabé Coronado Agreda, con DNI N° **70880192**, con la finalidad de cumplir con las disposiciones consideradas en el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro en honor de la verdad, que toda la documentación que presento en esta tesis es auténtica.

Por lo tal, asumo la responsabilidad de encontrarse cualquier documento falso, ocultamiento u omisión de estos, como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lambayeque, 08 de Abril del 2017

Bernabé Coronado Agreda

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada” **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR CON SISTEMA DUAL GASOLINA/GLP MODELO 0.8 L MPI ÉPSILON A TRAVES EL SOFTWARE STAG 200 EASY HYUNDAI EÓN**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO ELECTRICO.**

ÍNDICE

	Pág.
PAGINA DEL JURADO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	iv
PRESENTACION	v
INDICE	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	Viii
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Realidad problemática:	9
1.2. Trabajos previos:	11
1.3. Teorías relacionadas al tema:	13
1.3.1. El motor de combustión interna.	12
1.3.2. El GLP.	12
1.3.3. La gasolina.	15
1.3.4. Los componentes principales del sistema de alimentación de GLP.	16
1.3.5. Descripción del programa diagnóstico Stag 200 Easy.	34
1.4. Formulación del problema:	51
1.5. Justificación del estudio:	51
1.6 Hipótesis:	52
1.7 Objetivos:	52
II. MARCO METODOLÓGICO	53
2.1. Variables	53
2.2. Operacionalización de variable.	54
2.3. Metodología	56
2.4. Tipos de estudio	56
2.5. Diseño	56
2.6. Población, muestra y muestreo	56
2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
2.7.1 Instrumento de recolección de datos	57
2.7.2. Validez y confiabilidad	57
2.8. Métodos de análisis de datos	58
2.9. Aspectos éticos.	58
III. RESULTADOS.	58
3.1. (Primer objetivo específico) Describir el funcionamiento del software.	58
3.2. (Segundo objetivo específico) Realizar las pruebas del consumo de combustible	71
3.3 (Tercer objetivo específico) Analizar los resultados obtenidos de la prueba.	88
IV. DISCUSIÓN	89
V. CONCLUSIONES.	91
VI. RECOMENDACIONES	92
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
ANEXO	95
Encuentas.	

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE UN MOTOR CON SISTEMA DUAL GASOLINA/GLP MODELO 0.8 L MPI EPSILON A TRAVÉS DEL SOFTWARE STAG 200 EASY HYUNDAI EON”**, está enmarcado en la línea de investigación del ahorro de energía en los motores de combustión interna, para lo cual se hace la comparación y se determina las cantidades óptimas del combustible que ingresa al motor.

Siendo el objetivo del presente estudio, calcular y analizar el rendimiento del consumo de combustible de un motor con sistema dual gasolina/GLP modelo 0.8l MPI épsilon calibrada con el software Stag-200 easy Hyundai eón, analizar el rendimiento del consumo de combustibles Gasolina vs. GLP, determinar los beneficios y deficiencias del GLP en motor Hyundai eón 0.8L, determinar el procedimiento para la correcta calibración de un vehículo con sistema dual gasolina/GLP haciendo uso del software Stag-200 easy.

Así mismo el presente estudio conlleva a demostrar y concientizar a las personas que el uso del GLP es la mejor opción en vehículos dedicados al transporte particular en la Costa del Perú, determinar el índice de contaminación ambiental de gasolina/GLP, también se presentan algunos resultados experimentales de pruebas de campo mostrando la forma comparativa de la economía del combustible.

Se estableció una metodología apropiada, en el cual se obtuvieron resultados por separado cuando el motor utilizaba solo gasolina, y cuando utilizaba el GLP, en donde el tiempo de inyección es el parámetro que determina la cantidad de combustible que ingresa al múltiple de admisión del motor de combustión interna.

Palabras Claves: Software STAG 200 EASY HYUNDAI EON, Rendimiento del motor utilizando gasolina, Rendimiento del motor utilizando GLP.

ABSTRACT

This research paper entitled: "**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PERFORMANCE OF AN ENGINE WITH DUAL PETROL / GLP MODEL 0.8 L MPI EPSILON VIA SOFTWARE STAG 200 EASY HYUNDAI EON**" is framed in the research of energy consumption in the internal combustion engines for which the comparison is made and the optimum amounts of fuel entering the engine is determined.

Since the objective of this study, calculate and analyze the performance of the fuel consumption of an engine system with dual petrol / GLP 0.8L MPI epsilon model calibrated with the Stag-200 software easy Hyundai Eon, analyze performance, fuel consumption vs Gasoline GLP, determine the benefits and shortcomings of Hyundai Eon LPG 0.8L engine, determine the procedure for the correct calibration of a vehicle with gasoline / GLP dual system using the Stag-200 easy software.

Likewise this study leads to demonstrate and to make people aware that the use of GLP is the best choice in vehicles dedicated to private transport on the Costa del Peru, determine the rate of environmental pollution petrol / GLP, some results are also presented experimental field tests showing the comparative form of fuel economy;

An appropriate methodology, in which results were obtained separately when the engine using only gasoline, and when using LPG, where the injection time is the parameter that determines the amount of fuel entering the intake manifold of the engine is established internal combustion.

Keywords: STAG 200 EASY Software HYUNDAI EON, using gasoline engine performance, engine performance using GLP

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática:

A nivel internacional:

Hoy en día en el Mundo automotriz están surgiendo nuevas alternativas como combustible con varios propósitos. Esta tesis tiene por finalidad realizar el cálculo de un sistema dual Gasolina/GLP para un pequeño motor automotriz de encendido por chispa, con inyección secuencial, refrigerados por líquido, de 800 cc de cilindrada utilizando la fase vapor del GLP. Este nuevo sistema propuesto. (Lira, 2005, p.1).

Se caracteriza por su sencillez constructiva, seguridad y por su relativo bajo costo, que permite un trabajo económico, confiable y de bajas emisiones tóxicas del motor. Se muestran los cálculos del regulador-dosificador, y para el diseño del mezclador aire/gas, el cual se instala en serie con los conductos de admisión del motor para que este pueda trabajar en forma dual. Un aspecto peculiar de este sistema de enfriamiento del motor para compensar el enfriamiento del vapor de GLP, por el efecto Joule-Thompson, al reducirse la presión del GLP a través del sistema, y así evitar eventuales obstrucciones. También se presentan algunos resultados experimentales de pruebas en campo mostrando de forma comparativa la economía de combustible. (Lira, 2005, p.2).

El uso del GLP es complementario con el gas natural, especialmente en aquellos lugares donde no es viable la comercialización de este último. Por otro lado, los costos de la infraestructura para su comercialización y distribución son menores que los del gas natural comprimido siendo similar el beneficio ambiental. El GLP tiene diversas aplicaciones, siendo conocido especialmente por su utilización doméstica y en la agroindustria. Además de estas aplicaciones, el GLP se utiliza como un combustible alternativo para uso vehicular, el cual es motivo de nuestro estudio de tesis; este está considerado como el tercer combustible más usado en el mundo, detrás de la gasolina y los

gasóleos. Actualmente, existen en el mundo alrededor de 6 millones de vehículos de GLP, con una tendencia creciente.

Esta tesis describe aspectos y características más importantes de un sistema de alimentación de GLP para motores automotrices pequeños de 0.8 L de cilindrada.

Para la realización de los cálculos, determinación de los procedimientos ya estandarizados para el uso del software STAG 200 EASY HYUNDAI EON y prueba experimental de rendimiento del combustible GASOLINA vs GLP, se ha seleccionado como muestra un motor con sistema dual Gasolina/GLP modelo 0.8L MPI EPSILON.

El motor Hyundai es uno de los más eficientes de su categoría. Su motor de 0.8 L y tres cilindros 'Épsilon' se caracteriza por entregar una excelente relación peso/potencia y conseguir como máximo 55 hp. Cabe resaltar que en nuestro país se comercializa solo la versión GL Base.

A nivel nacional:

El presente trabajo de tesis desarrolla el diseño y selección de equipos utilizados en un sistema de propulsión de una embarcación fluvial (pequeño) muy utilizado en la selva peruana funcionando a Gas licuado de petróleo. Se propone una embarcación con capacidad de 650 Kg. y utiliza un motor de 5.5 HP. El objetivo principal en la realización de esta tesis es proporcionar a los pobladores de la selva peruana, una alternativa de este tipo de embarcación, respaldado de un estudio ingenieril. Se realiza la selección del motor utilizando un método experimental y luego corroborándolo por un software de ingeniería naval; se realizó también la selección de la hélice utilizando un método experimental. Obtenido el motor se procede a seleccionar un kit de conversión a gas licuado de petróleo y finalmente teniendo todos estos detalles se calcularon las dimensiones de la estructura de la cola de propulsión utilizando métodos ingenieriles y sus respectivas verificaciones. Se realiza un presupuesto obteniendo un costo total de la cola de propulsión, incluyendo la conversión a GLP del motor, de \$ 2,002.58, que es US\$ 1,400.00

más que un sistema de propulsión convencional a gasolina. Se concluye que el costo de inversión en el sistema de propulsión a GLP se recuperará con el bajo costo del combustible y se proyecta recuperarlo en tres años, además de la seguridad proporcionada, la larga duración de los equipos y cuidado del medio ambiente como resultado de la utilización de un combustible más limpio.

A Nivel Local

En Chiclayo y en mundo los MCI son la fuente de potencia con la que impulsamos automóviles, montacargas, buses, camiones, plantas de emergencia y centrales térmicas de generación de energía eléctrica. El parque automotor en la Capital de la Amistad se ha incrementado vertiginosamente. Según las estadísticas a diciembre de 2014 se registraron 300 mil unidades vehiculares.

Según reportes de los Centros de Inspección Técnico Vehicular, que en Chiclayo existen 4, los motores no funcionan con la temperatura normal de operación, y esto se debe a que los diferentes sistemas no están operando de manera correcta, siendo uno de los tantos factores, el desconocimiento de los técnicos y profesionales, que para que el motor funcione correctamente luego de haber sido convertido a GLP, es necesario determinar cuáles son los valores óptimos de parámetros, por decir de temperatura del refrigerante, presión de aceite, temperatura del aire, y el tiempo de inyección.

1.2. Trabajos previos:

A continuación, mostrare algunos proyectos e investigaciones que se han realizado a cerca del consumo de combustible, en unidades vehiculares.

Según **Mosquera y Henao**, en su tesis, estudia **el análisis se emisiones de co2 para diferentes combustibles** describe que: Realizo un estudio acerca de dos tipos de combustibles, gasolina y gas licuado de petróleo (GLP), contra el uso del biocombustible Etanol en mezclas de etanol – gasolina en diferentes proporciones. En particular el estudio muestra la superioridad ecológica del uso de estas mezclas sobre el uso de gasolina pura, y gas licuado del petróleo.

También **Marín y Rivero**, en su tesis realiza los estudios **factibilidad técnico económica con la implementación del gas licuado de petróleo (GLP) combustible vehicular**, describe que: El GLP no era considerado como preferencial en el sector urbano a pesar de ser un producto más económico en comparación con los otros combustibles existentes. Además, su uso como combustible alternativo fue calificado por los autores como viable debido a sus bajos niveles de emisiones tóxicas en comparación con los otros combustibles líquidos existentes.

Y **Elorza y Mejías**, realiza una **encuesta cantidad de vehículos convertidos** analiza que: Según la encuesta realizada era de apenas el 1,6% de la población lo que representaba un atraso significativo con respecto al proyecto de GLP como combustible alternativo en el país, sabiendo que la sustitución de la gasolina por GLP contribuirá a mejorar la calidad del aire en ciudades con alta densidad vehicular.

Este tema de investigación se origina de la búsqueda de una solución que ayude a mejorar el rendimiento de motores de gasolina en las aplicaciones de mayor demanda en el medio Nacional, transmitiéndose esta mejora al presupuesto de operación de los motores y colaborando de ésta manera con el desarrollo económico del País.

Para mantener un nivel de eficiencia alto y bajo consumo de combustible, la firma surcoreana ha incluido en el EON un sistema de inyección electrónica tipo MPI. Asimismo, el usuario tiene la opción de controlar las revoluciones de su vehículo a través de una transmisión mecánica de cinco velocidades, mientras el auto es empujado por su tracción delantera.

Actualmente, el sector automotriz está conformado por todas aquellas organizaciones dedicadas a la importación, adaptación de unidades gasolina/GLP, producción, ensamblaje y comercialización de vehículos y autopartes nuevas y usadas, en la Ciudad de Chiclayo el 78 % de unidades de taxi son a GLP **Fuente especificada no válida**. Cuyas marcas varían entre

Chevrolet, Hyundai, Suzuki y Kia los cuales en su mayoría son convertidos a GLP.

Este tema de investigación se origina de la búsqueda de una solución que ayude a mejorar el rendimiento de motores en las aplicaciones de mayor demanda en el medio Nacional y local transmitiéndose esta mejora al presupuesto de operación de los motores y colaborando de ésta manera con el desarrollo económico, ambiental y social del País.

1.3. Teorías Relacionadas al tema.

1.3.1 El motor de combustión interna, es una máquina térmica, la cual genera energía mecánica producida por una reacción química dentro de él, ésta reacción química, generalmente es obtenida de algún tipo de combustible, que es ingresado al motor por medio de diferentes sistemas gracias a una mezcla de combustible aire. Esta mezcla química, se introduce en los cilindros del motor, luego una chispa eléctrica es entregada a esta mezcla y se produce la combustión de la misma; así produciendo el trabajo mecánico necesario para mover los diferentes componentes que tenga a la salida. De la misma forma, esta combustión dentro de las cámaras del motor, producen desechos o residuos de la combustión, que por lo general son desechados a la atmósfera por el múltiple de escape.

1.3.2 El GLP, es una mezcla de hidrocarburos, que se obtiene de los yacimientos o en las plantas de procesamiento de gas natural, y en las refinerías de petróleo (como un sub-productor). El GLP está compuesto principalmente de propano C_3H_8 (de 20 a 60%) y butano C_4H_{10} (iso-butano y butano normal) (de 40 a 80%), además se encuentran pequeñas cantidades de etano, pentano, propileno, butileno y otros. El GLP se almacena y se transporta en estado líquido con elevada densidad de energía, y corrientemente se utiliza en estado gaseoso. El GLP permanece líquido a presiones relativamente bajas (de 4 a 12 bares). La presión de licuefacción del GLP depende de su composición y de la temperatura. La composición del GLP (proporciones de propano y butano) depende del clima del lugar donde se lo usa. Mientras más

baja sea la temperatura ambiental, mayor es el porcentaje de propano en la mezcla.

Figura 1. Características del Gas Licuado de Petróleo

CARACTERÍSTICAS DEL GLP
El GLP es un combustible limpio.
No es tóxico, pero puede provocar asfixia.
Puede ocasionar irritaciones en contacto con la piel y con los ojos.
Es altamente inflamable, su combustión es muy rápida generando altas temperaturas.
Posee una gran capacidad de expansión, de estado líquido a gaseoso aumenta su volumen 270 veces aproximadamente.
El GLP en estado gaseoso, es más pesado que el aire, por ello, en caso de fugas tiende a ubicarse o depositarse en lugares bajos. En estado líquido el GLP es más liviano que el agua.
El GLP es un combustible que en determinados porcentajes con el aire forma una mezcla explosiva, presentando un Límite de Inflamabilidad para el propano entre 2,15 y 9,60% de gas en aire, y para el butano, entre 1,55 y 8,60% de gas en aire.
El GLP producido de los líquidos de gas natural o de gases de refinería es incoloro e inodoro, por lo que para percibir su presencia en el ambiente se le añade un químico especial “agente odorante” denominado mercaptano.

Fuente: osinergmin

Gas Licuado de Petróleo GLP Recibe el nombre de Gas Licuado del Petróleo (GLP), a la mezcla comercial de hidrocarburos en los que el butano y el propano son dominantes (40% y 60% respectivamente). En su estado natural son gaseosos, pero en recipientes cerrados y temperatura ambiente (1 atm y 20°C), una gran parte de los mismos están en fase líquida, ocupando un volumen 250 veces inferior al que ocuparían en estado vapor. (REPSOL) Para obtener líquido a presión atmosférica, la temperatura del butano debe ser inferior a -0,5°C y la del propano a -42°C.

En cambio, para obtener líquido a temperatura ambiente, se debe someter al GLP a mayor presión. Para el butano, la presión debe ser de más de 2

atmósferas. Para el propano, la presión debe ser de más de 8 Atmósferas. (Valdeiglesias 2007, 27).

1.3.3 La gasolina, es una mezcla de hidrocarburos alifáticos obtenida del petróleo por destilación fraccionada, que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido por chispa convencional o por compresión(DiesOtto), así como en estufas, lámparas, limpieza con solventes y otras aplicaciones. En Argentina, Paraguay y Uruguay, la gasolina se conoce como “nafta” (del árabe “naft”), y en Chile, como “bencina”.

Tiene una densidad de 760 g/L₂ (un 20 % menos que el gasóleo, que tiene 850 g/L. El gasoil A tiene una densidad de 845 g/L, es amarillento y se usa para turismos, el gasoil B tiene una densidad de 855 g/L, es rojizo y es para uso agrícola, y el gasoil C es azulado y tiene un uso doméstico). Un litro de gasolina proporciona, al arder, una energía de 34,78 megajulios, aproximadamente un 10 % menos que el gasoil, que proporciona 38,65 megajulios por litro de carburante. Sin embargo, en términos de masa, la gasolina proporciona un 3,5 % más de energía.

Figura 2. Características de la Gasolina

CARACTERÍSTICAS DE LA GASOLINA
La Gasolina de 90 octanos está constituida por una mezcla de hidrocarburos saturados, olefinas, naftenos y aromáticos, en el rango aprox. de C5 a C12.
Las especificaciones técnicas de calidad del Gasohol fueron aprobadas mediante Resolución Ministerial N° 515-2009-MEM/DM.
El octanaje nominal (84, 90, 95,97) es el valor mínimo sujeto a control en Refinerías, Plantas de abastecimiento, grifos y estaciones de servicios.
ESTABILIDAD: Estable en condiciones normales de presión y temperatura durante el almacenamiento.

Fuente: Petroperú

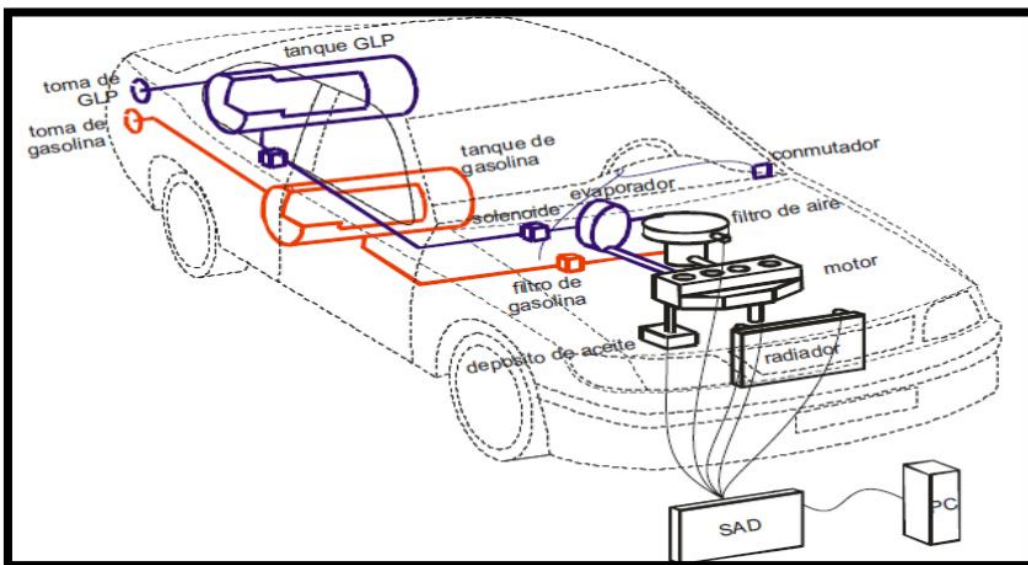
Características energéticas de la Gasolina

En general se obtiene a partir de la gasolina de destilación directa, que es la fracción líquida más ligera del petróleo (exceptuando los gases). La nafta también se obtiene a partir de la conversión de fracciones pesadas del petróleo (gasoil de vacío) en unidades de proceso denominadas FCC (craqueo catalítico fluidizado) o hidrocraqueo.

La gasolina es una mezcla de cientos de hidrocarburos individuales desde C4 (butanos y butenos) hasta C11 como, por ejemplo, el metilnaftaleno.

1.3.4 Los componentes principales del sistema de alimentación de GLP propuesto son: El tanque de GLP, válvulas, reductor, Inyectores, Unidad de control Electrónico, Sensor, Filtro de Gas y mangueras de suministro de gas.

Figura 3. Vehículo con sistema de combustible dual GLP y gasolina



Fuente: Evaluación del estado de motores de vehículos a gasolina modificados para funcionar a GLP. Universidad católica San Pablo.

Elementos del sistema de combustible con GLP

A continuación definiremos cada uno de los componentes que intervienen en un sistema dual:

El Reductor, es un dispositivo muy importante, situado en el compartimiento del motor. El reductor permite que el gas sea transmitido a los inyectores con la

presión y la temperatura adecuadas. El gas se transfiere al reductor en estado líquido y se convierte en gas bajo la constante presión de salida. Este dispositivo está conectado al sistema de refrigeración del vehículo para evitar la congelación.

Los Inyectores, se utilizan uno por cada cilindro. Los inyectores son dispositivos electromecánicos que controlan, con suma precisión, el suministro de gas al motor. Los inyectores son controlados por el sistema UCE STAG-200, que utiliza las señales de una serie de sensores del vehículo.

Los inyectores electrónicos se caracterizan por lo siguiente: Consumo reducido en los vehículos a carburador los colectores de admisión producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro, la consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al momento de asignar un inyector a cada cilindro asegura la cantidad de combustible exactamente dosificada en cualquier condición de trabajo del motor; gases de escape menos contaminantes, los elementos contaminantes en los gases de escape depende siempre directamente de la proporción aire/gasolina, para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla adecuada.

Los sistemas de inyección permiten brindar en todo momento la cantidad exacta de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor; mayor potencia utilizando los sistemas de inyección optimiza un mejor llenado en la cámara de combustión, el resultado de este se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor; arranque en frío y fase de calentamiento con una dosificación exacta del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos más breves de arranque y una aceleración más rápida que segura desde el ralentí, ambas con un consumo mínimo de combustible

Unidad de Control Electrónico, es una unidad de control computarizada y sofisticada, que opera todo el sistema de gas. La UCE opera mediante la interacción con la UCE del propio vehículo para regular las emisiones y el rendimiento. La UCE STAG-200 está equipada con un mecanismo de

seguridad que corta el suministro de gas en caso de accidentes. La UCE STAG-200 y su software están en constante desarrollo y las actualizaciones de firmware se aplicarán durante los controles de rutina en las estaciones de servicio autorizadas.

El Map-sensor, se utiliza para medir la presión de gas en el sistema. Además, cumple con un papel adicional, ya que mide el vacío en el colector de admisión (medición de la carga del motor).

El filtro de gas, tiene la importante tarea de filtrar las impurezas y prevenir que pasen a los inyectores, ya que estos son dispositivos muy delicados. El filtro STAG se encuentra entre el reductor y los inyectores. Es muy importante que los filtros sean reemplazados con repuestos originales STAG, en los intervalos especificados por el servicio.

El Tanque de gas, es el componente más grande y pesado del sistema de gas y se instala en el maletero o debajo del vehículo. Hay tres tipos de depósitos de GLP: lenteja, cilíndrico y toroidal (en forma de anillo), el que toma el lugar de la llanta de repuesto. La ley no permite que los tanques de gas sean llenados a más del 80% de su capacidad. Su presión de trabajo por lo general asciende a 7-10 bares (depende del país y de los requisitos locales).

Las Válvulas o multiválvulas, incluyen el apagado de un 80% en el reabastecimiento de combustible, un solenoide de seguridad para cortar el suministro de gas, el exceso de flujo y la válvula de seguridad. También hay un dispositivo electrónico montado en la multiválvulas que envía información sobre el nivel de combustible a la UCE.

Las mangueras, son las que suministran gas desde el tanque hasta el reductor. En el interior hay una presión muy alta, por lo que la manguera debe ser instalada a la presión requerida (tubería de cobre para el GLP).

Condiciones generales del sistema, los equipos utilizados para la conversión a sistema dual (GASOLINA/GLP) o solo GLP deben garantizar un desempeño

seguro en su función y ser certificados por un organismo acreditado de acuerdo a especificaciones técnicas reconocidas según la NTP 342.052 o NTP 342.525.

Los equipos de GLP utilizados para el sistema de alimentación del vehículo ya sea en un sistema dual o único, deben tener como mínimo los siguientes componentes y sistemas.

- Tanque de Combustible de GLP para uso automotor y componentes de fijación.
- Válvula remota de llenado.
- Multiválvula.
- Contenedor de multiválvula con dispositivo de evacuación.
- Reductor – vaporizador.
- Sistema de Control de alimentación de combustible GLP.
- Electroválvula de GLP.
- Sistema de corte de alimentación de gasolina en los sistemas duales.
- Mezclador o sistema de inyección de gas.
- Líneas de conducción de alta y baja presión para GLP.
- Selector conmutador.
- Sistema de seguridad para el corte de combustible de GLP.

Los equipos de GLP deben ser instalados en vehículos automotores teniendo en cuenta los requisitos mínimos comprendidos en la NTC 3771.

La válvula remota de llenado, para un reabastecimiento rápido y seguro se debe emplear una válvula remota de llenado. Esta debe ir montada sobre una base soporte, fija a la carrocería del vehículo o en un sitio de fácil acceso alejado del tubo de escape y debe encontrarse adecuadamente protegida.

Su conexión a la multiválvula del tanque se realiza por medio de una línea de conducción de alta presión y además debe incluir una válvula de retención.

La válvula remota de llenado debe estar diseñada para soportar una presión de trabajo de por lo menos 2,4 MPa (350 psi). La válvula remota de llenado debe

estar en capacidad de ser acoplada directa y herméticamente a la pistola de llenado de los surtidores.

El tanque de GLP, debe estar diseñado y fabricado como mínimo de acuerdo con el código ASME, sección VIII, División 1, para tanques horizontales o del Anexo 10 de la regulación 67 del Acuerdo E/ECE/324, E/ECE/TRANS/505; mientras no exista la Norma Técnica Peruana al respecto.

El fabricante emitirá un certificado de fabricación en el cual constarán las especificaciones técnicas del tanque, indicando el número del lote y número de serie; también incluirá la certificación del material empleado. Los tanques en acero deben protegerse contra la corrosión por medio del uso anticorrosivo, pinturas especiales y recubrimientos.

La soldadura para la fabricación del tanque debe tener una penetración completa y estar libre de escoria, salpicaduras de soldadura, protuberancias o curvaturas. Las reparaciones o alteraciones que se realicen al tanque de almacenamiento deben conducirse de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana con la cual fueron fabricados y deben ser ejecutadas solo por los fabricantes de tanques.

Los tanque deben tener una multiválvula instalada en una sola copla que incluya los siguientes elementos: Válvula de llenado con válvula de retención; válvula de seguridad de alivio o sobrepresión; válvula de máximo nivel de llenado, el cual debe estar equipada con un mecanismo de corte que garantice que el nivel de llenado no sobrepase el 80% cuando el llenado se realice con la válvula remota de llenado; indicador de nivel de líquido, el cual debe estar equipado con un medidor magnético de nivel de líquido y con señal (opcional) en el tablero de instrumentos que permita tener conocimiento sobre la reserva de combustible existente, y de ninguna manera se debe emplear como indicador de máximo nivel de llenado en el momento del reabastecimiento y por último la válvula de servicio o consumo el cual suministra GLP líquido al reductor vaporizador y está equipada con su válvula de exceso de flujo la cual

bloquea la salida del GLP automáticamente en caso de rotura de la línea de conducción del combustible.

El tanque debe tener un sistema de sujeción compuesto de dos apoyos independientes del tanque que pueden ser del tipo flotante que van unidos a la estructura del vehículo y dos abrazaderas con sus respectivos seguros como mínimo instalados de manera que eviten la vibración.

Todos los tanques contruidos para ser instalados en vehículos automotores que circulan por las vías terrestres, deben estar calculados para una presión mínima de diseño de 2,1 MPa (312,5 psi). El espesor mínimo de los materiales empleados en la construcción del tanque deber estar de acuerdo con lo especificado en el Código ASME, Sección VIII, División 1 o el anexo 10 de la Regulación 67 del Acuerdo E/ECE/324, E/ECE/TRANS/505; mientras no exista la Norma Técnica Peruana al respecto.

Los tanques para GLP usados en vehículos automotores no deben exceder el 20% de la capacidad original de fábrica del tanque de combustible (gasolina).

La válvula de seguridad de alivio o sobrepresión debe contar con una válvula de seguridad de alivio de presión o sobrepresión con resorte interno. Su capacidad mínima de descarga debe estar de acuerdo con lo establecido de la siguiente forma:

- Para Superficie de tanque de 1.86 m² posee una capacidad de descarga de la válvula de 17.73 m³/min.
- Para Superficie de tanque de 2.32 m² posee una capacidad de descarga de la válvula de 21.27 m³/min.

Su apertura debe estar regulada a una presión igual a la presión de diseño del tanque, así para la presión mínima de diseño es 2,1 MPa (312,5 psi). Además no se permite la instalación de discos de ruptura ni tapones fusibles como reemplazo o complemento de la válvula de seguridad.

Las placas de identificación de los tanques deben de ser rotulados con una placa de acero inoxidable adherida al recipiente en forma permanente y de tal manera que sea completamente legible aun después de ser instalado. Ni la placa, ni los elementos empleados para hacer la fijación de la misma al tanque, deben contribuir a la corrosión del mismo.

La información contenida en la placa de identificación debe tener las siguientes especificaciones:

- Servicio para el cual fue diseñado: GLP automotriz (NTP 321.114)
- Norma de fabricación.
- Nombre y dirección del proveedor o marca comercial registrada.
- Volumen máximo del tanque en litros de agua.
- Volumen del tanque al 80% de GLP en litros.
- Presión de diseño en Mega Pascal y entre paréntesis su equivalente en psi.
- Fecha de fabricación: mes-año.
- Número de serie asignado por el fabricante.
- Peso neto del tanque.

Debido a la presencia de GLP a presión dentro del sistema de combustible, se requiere el empleo de **sistema de seguridad para el corte de combustible** que impida el paso de GLP en situaciones tales como la detención de la marcha del motor del vehículo o el accionamiento del circuito de gasolina en sistemas duales (GASOLINA/GLP) .

En Sistemas eléctricos de corte, existen distintos dispositivos para interrumpir la señal eléctrica a las electroválvulas para GLP.

- Microprocesador por vacío: se activan solo cuando hay vacío de motor.
- Relé de inducción: este dispositivo desactiva la señal eléctrica a las electroválvulas de GLP si el motor se detiene; para ello toma la señal inductiva de la bobina de encendido del motor.

En Conmutadores de combustibles, el conmutador electrónico cumple varias funciones; selecciona alternadamente el combustible a usarse, bloquea electrónicamente las electroválvulas para GLP en caso de una abrupta del motor, tiene cebado electrónico de gas al carburador y su uso es obligatorio cuando se usa convertidores electro asistido.

El Sistema de Control Lambda, es un sistema electrónico autorregulante para la alimentación de GLP en los vehículos provistos de sonda Lambda y catalizador, no requiere de regulaciones manuales y tiene la capacidad de adaptarse automáticamente a las distintas condiciones (presión, temperatura, etc.) De la zona geográfica y de utilización de los vehículos asegurando la mezcla estequiométrica gas/aire.

Este sistema consta de los principales componentes: El ordenador, actuador electromecánico lineal, el conmutador indicador y el control electrónico mínimo.

Reductor – vaporizador, conocido también como convertidor está ubicado entre la válvula de corte y el riel de inyectores. Recibe el nombre de reductor – vaporizador, porque gasifica el combustible mientras reduce y regula su presión.

Las funciones principales del reductor-vaporizador consisten en:

- Recibir el GLP proveniente del tanque a través de una válvula de alta presión.
- Expandir el combustible líquido rápidamente, reduciendo su presión para gasificarlo.
- Suministrar el calor necesario para mantener la gasificación y evitar el congelamiento del equipo.

Se encuentran constituidos principalmente por los siguientes elementos.

- Cámara de alta presión.

- Cámara o cámaras de baja presión las cuales poseen los mecanismos para realizar las demás etapas de reducción de presión y control de flujo.
- Intercambiador de calor para ayudar a la gasificación del GLP y contrarrestar el efecto refrigerante causado por la expansión del mismo.
- Dispositivo regulador mínimo (válvula para baja velocidad). Este elemento está ubicado en el reductor – vaporizador.
- Tapón o válvula de drenaje que permita evacuar los líquidos que se puedan formar en el lado de baja presión.
- Electroválvula de corte. Este elemento está ubicado en el reductor – vaporizador y debe garantizar el cierre total del gas fase vapor.

El reductor-vaporizador debe poseer las siguientes características generales:

- Construcción debe ser compatible para el servicio además resistente a la acción del GLP, que permita obtener la máxima seguridad de operación en todo momento.
- Comprobada resistencia de los materiales al desgaste por corrosión, vibración y cambios bruscos de presión y temperatura.
- No debe equiparse con tapones fusibles.
- Rotulado, debe contener la presión de diseño y número de serie.

El cuerpo y las tapas del regulador deben lograr la hermeticidad del conjunto. Las unidades constitutivas de un modelo determinado deben ser completamente estandarizadas de tal manera que permita asegurar la intercambiabilidad de sus partes.

La cámara de alta presión debe poseer un mecanismo para llevar a cabo la primera reducción de presión. Para efectos de diseño se considera que la presión mínima del gas a la entrada del regulador es 1.7 MPa (250 psi).

Las líneas de conducción de combustible de GLP, deben soportar alta presión en la zona de líquido y baja presión en la zona de gases. Las líneas

para conducción de combustible líquido a alta presión desde el tanque hasta el reductor-vaporizador, deben ser construidas con tuberías sumergidas.

La tubería instalada debe estar revestida con un recubrimiento de PVC.

En tuberías semirrígidas, para la instalación de líneas de conducción de alta presión, fase líquida, el material empleado debe ser acero, o cobre sin costura de tipo K o L de acuerdo a la NTP 342.052 o ASTM B88 o tipo G de acuerdo a la NTP 342.525. La presión máxima que soporta debe estar rotulada sobre la cubierta de PVC de la tubería.

El diámetro exterior del tubo no debe exceder 12 mm y el espesor de la pared no debe ser menor de 0,8 mm.

Cuando las tuberías atraviesen orificios, deben protegerse contra daños de roces, golpes o vibración.

No está permitido soldar de cualquier forma las tuberías del sistema de GLP, ya sea para unir directamente dos o más tramos de tubos o soldar terminales de acoplamiento. Tampoco está permitido soldar las tuberías al vehículo.

Las mangueras de baja presión en la fase gaseosa, se emplea la instalación de equipos para carburación con GLP.

Las mangueras usadas para servicio de gas GLP en fase vapor a baja presión debe cumplir con lo establecido en la especificación E/ECE/324, E/ECE/TRANS/505, apartado 2, manguera de baja presión, clase 2; y debe cumplir los siguientes requisitos:

- Soportar presiones de trabajo de por lo menos 34,5 Kpa (5 psi).
- Deben estar construidas en material resistentes a la acción del GLP en estado gaseoso así como otros hidrocarburos. No deben tener recubrimiento de acero.

- Estar rotulados a todo lo largo de su extensión con inscripciones que especifiquen la presión de trabajo y las letras “GLP” o “LPG” o “GPL” o “Gas LP” y el nombre del fabricante.

La instalación de un sistema de carburación requiere, de los accesorios de unión para tuberías y el filtro de combustible para GLP.

Los accesorios unión de tuberías, no se deben emplear accesorios de unión de hierro fundido tales como codos, té, cruces, acoples, uniones, bridas o tapones. Los accesorios deben ser de acero o cobre y deben cumplir con las siguientes exigencias:

- Los accesorios utilizados en los sistemas de GLP, líquido o gas, a presiones de operación superiores a 0,9 MPa (125 psi), pero con presión de trabajo inferior a 1,7 MPa (250 psi) deben soportar como mínimo presiones de trabajo de 3 MPa (446 psi).
- Los accesorios utilizados en los sistemas de GLP gaseoso con presiones superiores a los 34,5 Kpa (5psi), pero inferiores a 0,9 MPa (125 psi), deben soportar como mínimo presiones de trabajo de 0,9 MPa (125 psi).
- Las uniones en los tubos de acero o cobre deben ser con empalme bicónico.

Los filtros, se emplean para detener las impurezas sólidas contenidas en el GLP líquido. Debe estar diseñado para retener partículas de un tamaño mayor de 50 u. Debe estar en capacidad de operar a una presión de 1,7 MPa (250 psi). El filtro no debe presentar ningún tipo de deformación visible al ser sometido a una presión hidrostática de 3,53 MPa (520 psi) durante un tiempo de tres minutos.

Las partes del filtro que estén en contacto con el GLP deben ser para uso específico con GLP. En el caso de ser metálico deber ser inoxidable.

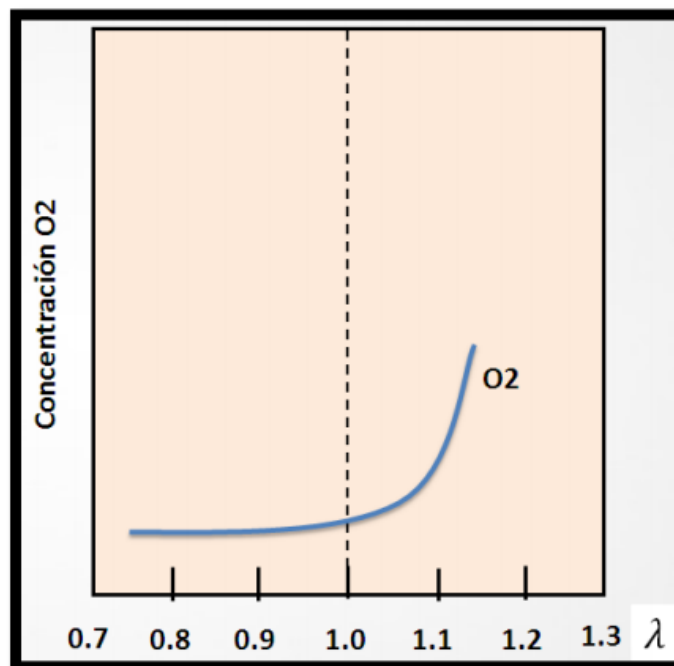
Sistema de alimentación lambda gas de control del motor normalmente incluye el siguiente equipo como mínimo:

- Unidad central de control lógico.
- Emulador.
- Sensor lambda (de oxígeno).
- Actuador de control de mezcla de combustible.

El sistema de alimentación de control del motor opera exactamente igual que el sistema de alimentación controlado por computador para vehículos que trabajan con gasolina como combustible (sistema de inyección). Ambos sistemas están basados en las funciones que realiza un computador montado en el vehículo, el cual controla los parámetros críticos de operación del motor. El computador depende de un sistema de sensores conectados al sistema del motor que brindan la información que será usada para controlar y optimizar la operación del mismo.

Las señales son recibidas y procesadas por el computador que realiza los cálculos correctos e indica la manera de operar a los diversos mecanismos de control del motor.

Figura 4: Curva concentración de CO₂ y lambda

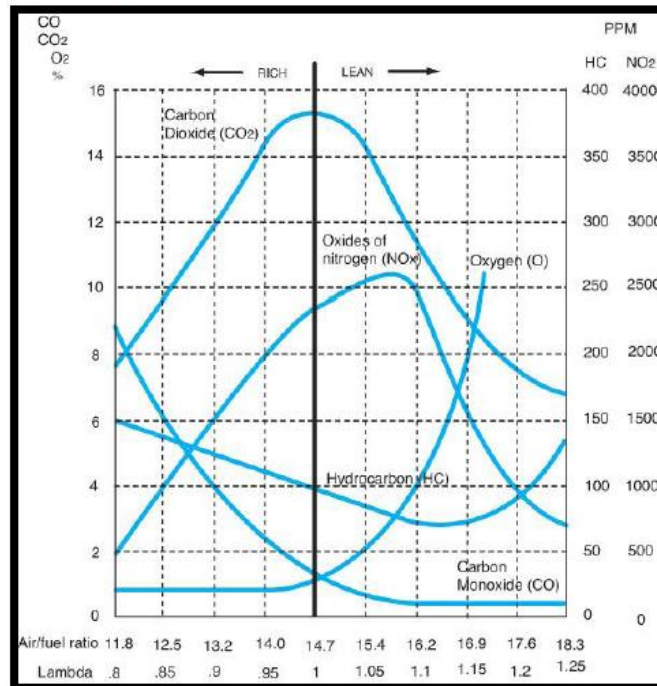


Fuente: Servicio nacional de aprendizaje SENA-COLOMBIA

Concentración de oxígeno con mezclas ricas y pobres

Con el $\lambda > 1$ es decir con mezclas pobres, la cantidad de oxígeno en los de la combustión se incrementa significativamente.

Figura 5: Comportamiento de los gases de escape



Fuente: Servicio nacional de aprendizaje SENA

Comportamiento de los 4 gases de escape con el Factor Lambda

- En el caso del CO, a medida que la mezcla es más pobre, los valores de CO.
- En el caso del HC (hidrocarburos no quemados), a medida que la mezcla es más pobre, los valores de HC se incrementan.
- En el caso de O, a medida que la mezcla es más pobre los valores de O, se incrementan.
- En el caso de NOx, los valores cercanos a $\lambda > 1$ se tiene los mayores valores de NOx, sin embargo cuando mezcla es más rica, y más pobre los valores de NOx disminuyen.

La unidad central de control lógico o el computador en si es un mecanismo de circuitos lógicos con memoria permanente que le permite reaccionar

inmediatamente a los cambios de operación del motor. Tiene dos métodos básicos de operación, a saber: el sistema abierto y el sistema cerrado.

En el sistema abierto, el computador ignora muchos de los sensores y utiliza varias condiciones de operación predeterminadas que se encuentran almacenadas en la memoria del computador.

En el sistema cerrado, el computador procesa las señales de todos los sensores y utiliza esta información para determinar cómo ajustar la relación aire-combustible, el sistema de ignición y otras funciones controlables del motor para condiciones de rutina. De esta manera el computador puede optimizar el desempeño del motor dentro de un amplio rango de condiciones.

El computador está en capacidad de actuar sobre válvula de control de mezcla de combustible para tener operaciones con mezcla aire/combustible desde valores muy altos hasta valores muy bajos. Así mismo, si se dispone del sensor de detonación, puede actuar sobre el sistema de avance de encendido y mantenerlo operando en el punto óptimo.

El emulador es un dispositivo que durante el funcionamiento del motor a gas, emula la señal de los inyectores o la señal de un determinado sensor.

El sensor Lambda (de oxígeno) es el dispositivo utilizado como punto de referencia para la operación del sistema cerrado, el cual está ubicado en el sistema de escape del vehículo e interactúa con el computador por medio de señales eléctricas.

El computador procesa la información recibida del sensor Lambda, TPS y del sistema de encendido, y reacciona enviando una señal electrónica al actuador de control de combustible de mezcla de combustible para enriquecer o empobrecer la mezcla, logrando una mezcla aire/combustible óptima.

El sistema de control de ignición puede operar de dos formas diferentes, dependiendo del tipo de control de punto de encendido del motor al que se le realice la conversión.

El ciclo Otto es el prototipo ideal de los motores de ignición por chispa eléctrica (IE). Al igual que en las turbinas de gas y en los motores de reacción, conviene analizar un estándar de aire equivalente, particularmente como una primera aproximación. En un ciclo Otto ideal de cuatro tiempos no hay caídas de presión como consecuencia de la fricción, de manera que se cancelan las cantidades de trabajo correspondientes a la admisión (succión) y al escape (descarga). Durante los procesos isométricos sin flujo, $Q = \Delta u$ (por unidad de masa), independientemente de la sustancia de trabajo. A fin de obtener una conclusión importante, supondremos calores específicos constantes. En el caso del trabajo neto

1.3.5 Generaciones de los sistemas GLP

Una forma de ahorrar dinero cuando uno tiene un auto, es cuando nuestro auto funciona a gasolina convertirlo a GLP. La mayoría de autos modernos solo pueden usar gasolina de alto octanaje, y esto hace que muchos propietarios de automóviles conviertan su vehículo a este económico combustible, pero lo que muchos no saben, aun en algunos “talleres especializados” en instalaciones de GLP, es que hay modelos de autos que por su complejidad electrónica o los nuevos materiales de alguna parte del motor, los sistemas de GLP convencionales o de “tercera generación” no son compatibles con estas tecnologías, (La Republica).

En la actualidad, existen 2 tipos básicos de conversión a GLP que depende de la antigüedad del vehículo, estos pueden ser de 3^o y 5^o generación siendo esta última la más actual.

Tercera generación

A. De lazo abierto (Adecuado para la mayoría de los coches de hasta 1992) Diseñado para el carburador simple y múltiple o principios de los motores de inyección de combustible sin la gestión del combustible, oxígeno (Lambda) y Catalizador. "Lazo abierto" es el más simple y más antiguo diseño. Un único punto de suministro de mezclado de gas procesado por el vaporizador de acuerdo a un fijo y predeterminado ajuste de nivel.

El gas se mezcla con el aire y el gas combustible se crea. Este sistema no es "inteligente", no se puede variar la mezcla de combustible / aire de acuerdo con toda la información disponible, aparte de la configuración fija y por tanto, tiene deficiencias. Dicho esto, es relativamente más económico y se adapta perfectamente a los vehículos 44 más antiguos con un carburador (o más de uno) o de inyección de combustible muy básico. Tenga en cuenta los sistemas de lazo abierto no son adecuados para su instalación en un vehículo que cuenta con un convertidor catalítico. (ocmautogas)

B. De lazo cerrado (Adecuado para la mayoría de vehículos hasta 1996 - pero no todos) Diseñado para los primeros motores de inyección electrónica y mecánica de combustible con la gestión del combustible, múltiple de admisión de metal sensor de oxígeno (Lambda) y Catalizador. No es adecuado para motores turbo o sobrealimentados.

El sistema ampliamente llamado "lazo cerrado" es en realidad un sistema de circuito abierto que se le ha sumado una forma de control de mezcla variable. El sistema utiliza un mezclador único punto y vaporizador muy similar al sistema de lazo abierto descrito anteriormente. La diferencia está en el control de la mezcla que se maneja. Aunque a partir de un conjunto fijo puede variar con un controlador de mezcla. El controlador de la mezcla (normalmente de estado sólido electrónico) lee la información de la mezcla de oxígeno del vehículo o Lambda sensor montado en el escape.

El actuador es impulsado por el controlador), casi siempre en forma de un «motor paso a paso », un tipo de válvula que puede entrar y salir a variar la cantidad de gas que entra al motor. De esta manera, el sistema de "circuito cerrado" puede decirse que es "inteligente", ya que recopila información de un sensor y luego actúa sobre ella.

El sistema exige mucho de la información que le permita variar la mezcla. Las aportaciones de una serie de fuentes deben ser proporcionadas, por:

- La señal del sensor (Lambda)
- Sensor de posición del acelerador (TPS) de la señal
- RPM señal (tacómetro)

El sistema de circuito cerrado debe ser instalado en cualquier vehículo con un convertidor catalítico. Un sistema de lazo abierto perjudicaría al catalizador.
(ocmautogas)

Quinta generación Para vehículos con sistema de inyección secuencial

El sistema de conversión a GNC / GLP "NEEL" consiste en un kit de inyección de Gas para la conversión de motores de combustión interna, aplicable en todo tipo de motor ciclo Otto, con sistema de inyección multipunto.

Este sistema ha sido diseñado y desarrollado con el objetivo de ofrecer una solución para el uso de combustibles alternativos, en aquellos vehículos de última generación, cuyos motores poseen un alto grado de desarrollo tecnológico, y en donde los anteriores sistemas han fracasado. "NEEL" controla la inyección de gas al motor mediante una ECU (unidad electrónica de control), la cual, en función de las lecturas de presión, temperatura, y tiempos de inyección de nafta, determina los tiempos de inyección del gas al motor. Las características calidad de fabricación de los componentes, nos permiten ofrecer un producto confiable y con excelentes niveles de prestación, lo cual lo hacen apto para la transformación de los vehículos más sofisticados del mercado.
(ocmautogas).

A. Aplicación Las características de los motores en los que el sistema puede ser usado, en motores de cuatro tiempos desde 4 a 10 cilindros con sistema de inyección secuencial multipunto.


Composición básica del sistema

- ECU (Unidad electrónica de control)
- Reductor PP c/soporte.
- Rampa de inyectores con cables y accesorios.
- Llave conmutadora con indicador y manómetro.
- Caño de alta presión con cobertura de PVC.
- Bolsa de accesorios.
- Válvula solenoide de corte (200 bar).
- Válvula de carga.
- Boquilla de venteo.
- Bolsa de venteo
- Kit de mangueras
- Válvula de cilindro c/exceso de flujo
- Variador de avance
- Software de calibración
- Certificado de garantía

1.3.5 Descripción del programa diagnóstico Stag 200 Easy.

A. Ejecución del programa.

Al ejecutar el programa aparece la ventana "Búsqueda automática". En caso de que el controlador esté conectado al ordenador, el programa solo establecerá la conexión y ejecutará la aplicación. En caso de querer establecer la conexión manualmente, es preciso utilizar el botón "salir" e indicar manualmente en la aplicación el puerto de conexión con la aplicación. Para moverse por el programa y conocer las funciones sin el controlador conectado es preciso utilizar el botón "demo". En caso de que, al establecer la conexión con el controlador, se desconecte el cable de comunicación (salga del puerto USB), al volver a conectarlo, el programa renovará automáticamente la conexión. Para conectar el programa con el controlador es preciso utilizar el

cable USB RS232 o un adaptador Bluetooth en la nueva versión marcador con el símbolo de una "flecha" 

B. Demo mode.

Al ejecutar el programa en la ventana "búsqueda automática" es preciso presionar el botón "demo". El modo de funcionamiento de la aplicación permitirá moverse por el programa de manera como si estuviera conectado al controlador de gas. La aplicación permite revisar las funciones del programa. Por definición se "carga" el archivo del osciloscopio con el multiplicador.

C. Ventana del monitoreo de señales.

En la ventana del monitor de señales están mostradas las señales leídas por el controlador:

- **P1-P4.**- tiempo de inyección de gasolina [ms].
- **G1-G4.**-tiempo de inyección de gas [ms].
- **RPM.**-revoluciones del motor (calculadas a base de los impulsos. de los inyectores de gasolina) [Rev. /min.]
- **Presión Map.**-presión en el colector de admisión [Bar].
- **Presión Gas.**-presión del gas entre el reductor y los inyectores de gas [Bar], es la diferencia entre la presión de salida del reductor y la presión existente en el colector de admisión.
- **Temperatura del reductor.**-temperatura del reductor [°C].
- **Temperatura de gas.**-temperatura del gas detrás del reductor [°C].
- **Carga del motor.**-carga del motor calculada en el momento dado [%].
- **Lambda.**-tensión en la sonda lambda [V].

Los valores de las señales están mostradas en la ventana del osciloscopio. "Pulsando" sobre la descripción de la señal seleccionada desaparece la información en la ventana del osciloscopio. Una vez pulsado sobre la descripción del parámetro, éste se pone en gris y queda tachado.

La desactivación del inyector de gas concreto se realiza pulsando el icono del inyector de gas. El icono del inyector cambiará el color a gris y el inyector dado quedará desactivado del funcionamiento durante la ejecución del programa. En

el momento de desactivación del inyector de gas se activa el inyector correspondiente de gasolina.


D. Ventana de configuración y ajustes

- En el menú "Configuración" están disponibles las siguientes opciones:
Documentación - esquema de montaje

- Idioma - selección del idioma de control del programa

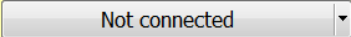
- Firmware - ventana de actualización del controlador y conmutador LED. Es preciso indicar la pista al archivo con el firmware y actualizar el controlador a la última versión disponible. Con el mismo archivo es preciso actualizar también el conmutador LED. Una vez indicado el archivo es preciso presionar el botón "Actualizar". En caso de que esté disponible un nuevo firmware, aparecerá un comunicado visual.

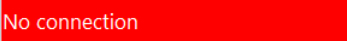
- Configuración original - restablece la configuración de fábrica del controlador.

- Guardar  - guarda la configuración del controlador en el disco del ordenador, es preciso denominar el archivo y guardarlo en cualquier lugar en el disco.

- Abrir  - abre la configuración del controlador guardada anteriormente.







- Conmutador LED - el conmutador en la aplicación cumple la función idéntica que físicamente el conmutador en la cabina del conductor. Pulsando el botón se realiza la conmutación de la instalación gas/gasolina. El diodo visible del estado de funcionamiento de la instalación y del nivel de gas.

-  - muestra el listado de los puertos COM del ordenador para realizar la conexión con el controlador, es preciso seleccionar el puerto de comunicación correspondiente

-  - ventana que informa sobre el estado del controlador (no hay conexión, conectado, esperando gas o avería).

E. Osciloscopio


El osciloscopio permite observar las señales en modo real y leer los archivos del osciloscopio guardados anteriormente.

-  Anula el recorrido revisado, reinicio del modo de osciloscopio.
-  Stop, para el registro del osciloscopio.
-  Abre el *archivo* del osciloscopio para su revisión.
-  Guarda el archivo del osciloscopio en el disco del ordenador
-   Aumento/ reducción de la escala del osciloscopio.

F. Mapa del multiplicador: RPM y correcciones de la temperatura de gas


Multiplicador: ventana con la línea del multiplicador para configurar correctamente la dosificación de la instalación de gas (línea naranja). Los puntos amarillos representan los puntos de calibración, marcando cualquier punto es preciso definir la altura fijando su posición con las "flechas" en el teclado arriba/ abajo. En el eje horizontal el tiempo de inyección de gasolina marcado, en el eje vertical en el lado izquierdo el valor del multiplicador. El eje vertical en el lado derecho es la presión MAP en el colector de admisión. La línea azul representa el mapa de gasolina en la función de la presión MAP. La línea verde presenta el mapa de gasolina trazado durante el funcionamiento con gas en la función MAP. Los puntos correspondientes en el alrededor de los mapas de gasolina (azules y verdes) representan los sitios donde fueron recogidos los tiempos de inyección de gasolina y a base de estos puntos el controlador traza los mapas vistos.

Corrección de RPM: La corrección de las revoluciones permite realizar correcciones en la función de las revoluciones. Marcando cualquier campo o punto en el mapa es preciso introducir la corrección requerida. Una vez marcado el campo y presionado el botón "enter" es preciso introducir el valor objetivo. El valor requerido puede cambiarse también utilizando las "flechas" del teclado con el botón "ctrl" presionado (paso de cambio: 1 punto). Con la tecla "shift" presionada el paso de cambio es de 10 puntos. Los valores en el eje vertical y horizontal pueden editarse pulsando sobre el lugar seleccionado e

introduciendo el nuevo valor requerido. Es posible eliminar el número de columnas y líneas. Con este fin es preciso posicionar el cursor sobre la celda del mapa seleccionada y eliminar la línea ("shift+del") o la columna ("left alt+del"). Para agregar de nuevo una línea o una columna es preciso pulsar con el botón derecho del ratón sobre el lugar seleccionado de la línea o de la columna. Al "pulsar" sobre la zona del mapa se agrega simultáneamente la columna y la línea. El botón al lado derecho del mapa sirve para eliminar los valores introducidos de la corrección. El botón más abajo sirve para seguir el cursor que se desplaza por el mapa. El botón  de abajo permite construir el mapa según los requisitos, es posible definir el número objetivo de columnas, el tiempo máximo de inyección y el paso.

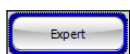
Corrección de la temperatura del gas: Permite introducir las correcciones requeridas en función de la temperatura del gas (eje horizontal). La introducción de las correcciones se realiza ajustando la altura del punto concreto en el mapa (punto amarillo). El botón al lado derecho del mapa permite eliminar los valores introducidos de la corrección.

G. Errores y comunicados del controlador de gas

En esta ventana se presentan los errores actuales y comunicados presentados por el controlador. La eliminación de los errores se realiza con uso del icono . Si ocurre algún error se registrará un „marco congelado del error”, es decir, de la circunstancia en la que se dio. Para leer el „marco congelado” es preciso, desplegar” la descripción del error.

H. Configuración

Descripción de la función:



Expert/Standard: modo de la vista de la aplicación, en la vista "Standard" están mostradas solamente las funciones y configuraciones imprescindibles, el modo "Expert" cambia la aplicación al modo de funcionalidad completa.



Tipo del inyector de gas: es preciso seleccionar de la lista desplegable el tipo del inyector de gas,



Tipos de la sonda lambda: es preciso definir el tipo de la sonda de tensión o ausencia de su conexión.



Sensor de temperatura del reductor: tipo del sensor de temperatura del reductor utilizado.




Tipo del indicador de nivel de gas: es preciso definir el tipo del sensor de nivel de gas aplicado.

Tipo del motor: estándar, turbo, valvetronic (la selección de “valvetronic” provoca que no se trazan los mapas PB y GLP en la ventana del multiplicador - no hay subpresión en el sistema de admisión del motor).



Tipos del combustible: GLP o CNG.

Tipo de control de inyección: estándar, duplicación.

El ajuste duplicación puede utilizarse en la situación cuando los tiempos de inyección de gas son demasiado cortos para que el inyector pueda abrir hasta el final (p.ej. motores semi-secuenciales). Activando la opción se duplicará el tiempo de inyección de gas gracias a que el inyector de gas trabajará con más estabilidad, no obstante la inyección se realizará cada dos impulsos del inyector PB. Ejemplo: En la configuración estándar el tiempo de apertura del inyector de gas resultante del multiplicador es de 1,2ms, la inyección se realiza con cada ajuste del inyector PB. Activando la opción de duplicación el tiempo de inyección se prolonga al valor 2,4ms pero la inyección se realizará cada dos impulsos del  inyector PB.

Número de  cilindros: número de cilindros del vehículo.



conmutación a gas: es preciso definir las condiciones de conmutación a gas: revoluciones, temperatura del reductor, conmutación del cilindro (tiempo entre la activación del siguiente inyector de gas), retraso de llenado del reductor (tiempo entre la activación de la electroválvula y el primer impulso del inyector de gas), el tiempo de conmutación (tiempo después del cual se realizará la conmutación a gas desde el momento de giro del interruptor de encendido incluso cuando estén cumplidas las demás condiciones de conmutación).



Conmutación a gasolina: una vez alcanzada una de las condiciones se realizará la conmutación a gasolina: temperatura

mínima del gas, revoluciones mínimas, revoluciones máximas, presión mínima del gas, carga máxima del motor.



Autocalibración - El botón "Autocalibración" ejecuta la ventana de autocalibración.

Información sobre el automóvil y la instalación

En la ventana puede configurarse la información con recordación tipo: kilometraje con el que debe cambiarse el aceite, el filtro de aire, el filtro de gas. Datos del vehículo con la instalación montada. Adicionalmente, aparece la información sobre el tiempo de trabajo con PB y GLP desde el momento de montaje de la instalación. Configuración de la alarma sobre la revisión. Control de los arranques de emergencia. Con la ventana "Arranque de emergencia" marcada, es posible realizar el arranque el número de veces definido en la ventana. Si la ventana "Arranque de emergencia" no está marcada, no existen límites del número de arranques. La opción „Bloquear GLP/CNG” marcada no permite que el motor trabaje con gas en caso de haber excedido el tiempo previsto para el mantenimiento.

Procedimiento de Arranque de Emergencia:


- Girar la llave en el interruptor del encendido hasta la posición ON
- Presionar y mantener presionado el botón del conmutador LED hasta aparecer la señal sonora.
- Liberar el botón del conmutador
- Arrancar el motor



Información sobre el controlador: la ventana contiene información sobre el controlador instalado del tipo: primera conexión con el PC, primera modificación de los ajustes, última conexión con el PC, fecha de la modificación 1-5, eliminación de los errores, número de serie del controlador, código del ordenador conectado actualmente. Se registra la fecha y los eventos junto con el código del ordenador que estableció la conexión.

En la ventana hay posibilidad de configurar la corrección para secciones correspondientes del inyector. Aplicación ejemplar: se sospecha que en una de

las secciones el vehículo trabaja incorrectamente (el motor trabaja de manera irregular en el momento de conmutación gas/gasolina), intentando aumentar/reducir la corrección en las secciones correspondientes intentar configurar condiciones óptimas de trabajo. Rango de los cambios de las correcciones "por porcentaje" o "por tiempo". Es un ajuste definitivo e imprescindible en caso de, p.ej. falta de un inyector adecuado de sustitución. Este comportamiento arguye por supuesto sobre la ineficacia del inyector de gas y es preciso reemplazarlo lo antes posible. La matriz "Secuencia de inyección" permite configurar el control de los inyectores de gas. B1-B4 (inyectores de gasolina), G1-G4 (inyectores de gas). Por definición el control está configurado en B1-G1, B2- G2, B3-G3, B4-G4. Esto significa que el inyector de gasolina, p.ej. B1 está sincronizado con el trabajo del inyector de gas G1. Opción disponible adicionalmente "adelantamiento de la secuencia de inyección 180", es una estrategia lista para inyectar el gas con antelación al colector de admisión. Esta función puede ser activada sólo en caso de que la conexión de la emulación de los inyectores de gasolina esté hecha según la numeración original de los inyectores (por regla general el primer inyector está ubicado en el lado del árbol de levas). Para realizar la autocalibración esta opción debe estar desactivada, y la "conmutación del cilindro" en la pestaña de conmutación a gas debe estar en 0ms o la conmutación a gas debe realizarse con revoluciones más altas, p.ej. 1300 para evitar incorrecciones durante la conmutación de los combustibles.

 **Diagnostics:** ventana que permite realizar la prueba de funcionamiento de los elementos de ejecución, del inyector de gas, de las electroválvulas, del zumbador y de los diodos led del conmutador. La prueba debe realizarse con el motor apagado.

Indicador del nivel de gas: es preciso configurar la indicación del sensor de nivel de gas introduciendo el valor de la tensión con un depósito vacío y lleno. Valor actual de la tensión del sensor está mostrado en la ventana del monitor. Aparte de los umbrales de nivel está presentada también la lectura actual del sensor [V].

Sensibilidad de RPM: función auxiliar en caso de revoluciones en motores mal interpretadas, de tiempos cortos de inyección de gasolina, p.ej. motores semi-secuenciales. Es preciso seleccionar el valor con la barra de desplazamiento de tal manera que las revoluciones, en caso de impulsos cortos de inyección, sean interpretadas correctamente. Los impulsos de inyección por debajo del valor declarado de la barra de desplazamiento no se tomarán en consideración en el cálculo de las revoluciones.

Arranque Caliente: al marcar esta opción podemos arrancar el motor directamente con gas en caso de que éste haya sido calentado anteriormente.

Señal externa del interruptor de encendido: en caso de que en la aplicación esté presente esta opción es preciso marcar el método de conexión de la señal del interruptor de encendido. En caso de que el hilo del cableado esté conectado físicamente a la señal del interruptor de encendido es preciso marcar la opción antes mencionada

Control inteligente de postinyecciones: esta opción es útil sobre todo en los automóviles tipo Mazda (se reconoce automáticamente el tipo de trabajo y se activa el algoritmo correspondiente de control de trabajo de los inyectores de gas). Esta opción es útil también en otros automóviles con muchas postinyecciones por lo que resulta más difícil ajustar el automóvil con gas. Es imposible utilizar simultáneamente la opción "Umbral de corte de postinyecciones".

Umbral de corte de postinyecciones: este algoritmo provoca que se ignoren los tiempos de inyección inferiores de los configurados. Es imposible utilizar a la vez la opción "Control inteligente de postinyecciones".

Calentamiento de los inyectores: esta opción provoca el arranque de los inyectores de gas trabajando con gasolina y con motor frío con fin de calentarles y preparar para continuar el trabajo con gas. Esta opción debe utilizarse como extremo en caso de utilizar inyectores de gas desgastados, ensuciados, con problemas durante el funcionamiento con motor frío. Si la

aplicación del calentamiento mejora el trabajo del inyector, éste debe reemplazarse.

Vaciado de la presión: algoritmo que reduce el exceso de la presión durante la conducción con "cutoff". Es preciso definir la presión por encima de la cual empezará la reducción de la presión y frecuencia de los impulsos de los inyectores de gas. La presión de gas se reduce inyectando el gas al colector hasta reducir o finalizar el modo "cutoff". Este algoritmo tiene aplicación en caso de una calidad dudosa del reductor que durante el exceso y luego inyección de gas (p.ej. llegada a un cruce) provoca que el motor se apaga ya que se ahoga con una mezcla rica o pobre (la corrección de la presión del controlador de gas genera tiempos de inyección de gas tan cortos que resulta imposible abrir físicamente el inyector de gas.

VAG: función sobre todo útil en vehículos en los cuales, en caso de un motor frío se generan tiempos de inyección de gasolina largos (p.ej. 40ms) lo que en consecuencia provoca un tiempo mayor de gas y provoca el ahogo del motor al acelerar, tirones e incluso su parada. Es preciso ajustar, de manera empírica, el tiempo de inyección de gas adecuado (limitación de la inyección de gas), la temperatura del reductor hasta la cual la función estará activa (atención: es una temperatura emulada, es decir, estimada por el controlador) debe ajustarse de manera empírica. Ajustar las revoluciones máximas hasta las cuales la función estará activa. En caso de necesidad de un funcionamiento interrumpido de la función es preciso fijar la temperatura máxima disponible.


Autocalibración: Para realizar la Autocalibración es preciso arrancar el vehículo con gasolina y calentar el motor hasta conseguir la temperatura de trabajo de 60°C. Durante la Autocalibración es preciso desactivar todas las cargas tipo aire acondicionado, luces. Está prohibido girar el volante para que la dirección asistida no cambie la carga del motor. El vehículo debe funcionar correctamente (sin errores del motor), si fuera posible se debe verificar las correcciones de gasolina LTFT y STFT si no se apartan de la norma utilizando un escáner diagnóstico OBD. Una vez alcanzada la temperatura de trabajo del motor es preciso presionar el **Botón "Start"**: El avance de la autocalibración se mostrará en forma de una barra de avance. El controlador realizará la conmutación a gas (sucesivamente cada sección del inyector) y seleccionará el nivel del multiplicador en ralentí. Una vez realizada la autocalibración es preciso realizar la configuración del multiplicador en carretera.

Nota: En caso de que las revoluciones estén mal interpretadas (p.ej. en los motores controlados de manera semisequencial) al realizar la autocalibración se ajusta automáticamente el divisor de las revoluciones. Una vez terminada la autocalibración se realiza la lectura correcta de las revoluciones.

Nota: En caso de los motores que trabajan en el modo FullGroup es imprescindible conectar el cable del interruptor de encendido.

En la ventana de autocalibración se pueden consultar las siguientes funciones:

Todos los inyectores simultáneamente: es una función útil, etc. cuando durante la conmutación a gas durante la autocalibración el motor se apaga en el momento del siguiente arranque de los inyectores de gas.

Inicio del multiplicador actual: marcar esta opción permitirá al instalador definir cuál es el multiplicador inicial a partir del cual debe empezar la calibración (tiempo inicial de la inyección de gas). Es preciso configurar con las teclas  el valor requerido del multiplicador, utilizando adicionalmente la tecla del conmutador es preciso verificar la configuración del multiplicador (la conmutación debe ser fluida y que no provoque un cambio demasiado brusco del tiempo de inyección de gasolina, así como, debe mantener la continuidad de

la dosis adecuada del combustible lo que se puede verificar a base de la lectura de la señal de la sonda lambda o la corrección LTFT y STFT con uso del escáner OBD.

Cancelación del mapa de gasolina recogido: en caso de marcar este campo, una vez terminada la autocalibración será eliminada el mapa de gasolina guardado en el controlador.

Auto-ajuste del multiplicador: es una función que facilita el ajuste del multiplicador, es preciso definir el número de adaptaciones automáticas del multiplicador a base de los mapas recogidos. Esta función puede activarse/desactivarse en cualquier momento.

Presión de trabajo: el valor de la presión introducido automáticamente durante la autocalibración, una vez marcada la opción de edición manual.

Temperatura de gas en calibración: el valor de la temperatura de gas durante la autocalibración introducido automáticamente, posibilidad de edición manual una vez marcada la opción.

Indicador de selección de la boquilla: indicador orientativo de la corrección de las boquillas seleccionadas del inyector de gas. Cuando el indicador se encuentra en la zona del campo verde se puede considerar que la selección de las boquillas del inyector de gas es correcta. Cuando el indicador se encuentra en el lado derecho, es necesario reducir el tamaño de la boquilla a una más pequeña y, análogamente, cuando el indicador se encuentra en el lado izquierdo es preciso aumentar el tamaño de la boquilla. Adicionalmente, para visualizar el paso de selección de la boquilla es necesario indicar el tamaño actual de la boquilla.

En caso de que sea imposible realizar la autocalibración es preciso utilizar la función de calibración manual. Una vez presionado el botón "manual" se marcarán automáticamente las opciones "iniciar del multiplicador actual", "presión de trabajo" y "temp. Gas calib.". Los valores de la presión y de la

temperatura del gas se insertarán automáticamente cuando el motor esté trabajando con gas, por lo menos, 5s (aparecerá una barra de progreso verde). Estos valores pueden introducirse también manualmente. Es preciso seleccionar el valor del multiplicador manualmente con fin de que el tiempo de inyección de gasolina sea igual durante el trabajo con gas y con gasolina. Una vez alcanzado el efecto arriba descrito, la calibración puede considerarse correcta y completa.


Configuración del multiplicador

Una vez realizada la autocalibración en ralentí es preciso realizar la configuración del automóvil en carretera. Los puntos amarillos en la línea del multiplicador permiten el cambio de su nivel. Es preciso marcar el punto seleccionado y fijar la posición del multiplicador para cada punto de calibración utilizando en el teclado las flechas "arriba/ abajo". Presionando la tecla cambia la posición un punto. Con la tecla "shift" presionada, el paso de cambio es de 10 puntos. Manteniendo presionada la tecla "ctrl" y presionando la tecla de la flecha "izquierda/ derecha" se activa el siguiente punto de calibración.

Configuración a base de los mapas de gasolina y gas

Es preciso recoger detalladamente el mapa de gasolina (línea azul), es preciso seleccionar la carga de manera que el controlador pueda "memorizar" el tiempo de inyección de gasolina en el punto dado (es preciso recoger el mayor número posible de los puntos azules). Cuando el controlador decida que tiene el número de puntos suficiente, borrará el mapa.

Una vez recogido el mapa es preciso cambiar el controlador a gas y recoger el mapa análogamente como en caso de gasolina (línea verde).

En un caso perfecto los mapas deben coincidir, en caso de una desviación notable entre los mapas es preciso omitir en estos sitios el multiplicador si el mapa de gas está más arriba y de forma análoga subir los puntos si el mapa de gas está por debajo del mapa de gasolina. La corrección debe introducirse con pasos pequeños y una vez fijada la altura de los puntos borrar el mapa de gas utilizando el botón . Es preciso recoger nuevamente el mapa de gas con fin

de verificar la corrección del multiplicador, si fuera necesario repetir el proceso arriba mencionado.

Configuración a base de la función "Autoajuste del multiplicador"

Es preciso recoger detalladamente el mapa de gasolina (línea azul) y de gas (línea verde) en cada uno de los puntos de carga. Como ayuda en la recogida del mapa sirve el puesto vertical azul y verde en el lado derecho de la ventana del multiplicador. El puesto irá desapareciendo con el avance de la recogida del mapa. El marcador verde del puesto significa que en el sitio dado debe recogerse el mapa de gas y de forma análoga el marcador azul significa que en el sitio dado debe recogerse el mapa de gasolina.

Una vez recogidos los dos mapas se activa en botón "Autoajuste del multiplicador".



Es preciso presionar el botón para realizar la autoadaptación del multiplicador. El controlador, a base de las desviaciones calculadas corregirá la posición de los puntos del multiplicador. Una vez realizada la autoadaptación se borrará el mapa de gas y aparecerá un puesto verde que facilitará la indicación del campo para recoger el mapa de gas. Es necesario recoger otra vez el mapa de gas. La función de autoadaptación puede utilizarse sin límites hasta conseguir el ajuste adecuado.

Como ayuda adicional puede servir la función "de adaptación automática del multiplicador". En la ventana de autocalibración es preciso definir el número previsto de autoadaptaciones del multiplicador una vez recogido el mapa de gas. Durante el funcionamiento del algoritmo se verá el número declarado de las autoadaptaciones.




En el momento, cuando el mapa de gas haya sido "recogido", el algoritmo decidirá sobre la adaptación del multiplicador, el contador disminuirá 1 punto, el mapa de gas será cancelado y "recogido" de nuevo. Esta función será activa hasta que el contador alcance el valor 0 o a través de la desactivación realizada por el usuario.

Configuración a base de la observación de los tiempos de inyección de gasolina.

Es preciso calibrar todos los puntos del multiplicador ajustando la carga del motor de manera que el cursor esté cerca del punto ajustado. En la primera fase es preciso situarse en el punto calibrado (seleccionar la carga del automóvil de manera que se puede acelerar el automóvil blandamente) trabajando con gasolina. Una vez estabilizadas las condiciones, es preciso conmutar el controlador a gas. Observar los tiempos de gasolina sin cambiar la carga. En caso de que después de la conmutación cambie el tiempo de inyección de gasolina es preciso cambiar el multiplicador en el punto ajustado.

Si una vez realizada la conmutación se reduce el tiempo de inyección es preciso omitir en el punto dado el multiplicador varios pasos, y si el tiempo de inyección sube es preciso aumentar el multiplicador. Es preciso realizar la calibración para el mayor número posibles de puntos (excluyendo los puntos extremos y el punto alrededor de los tiempos mayores de inyección, etc. 13 ms, como mostrado en la figura, por encima del alcance correspondiente de cargas máximas del motor). La conmutación gasolina/gas en cada uno de los puntos debe realizarse hasta conseguir efectos satisfactorios, es decir, falta de cambios del tiempo de inyección después de la conmutación (está permitida una desviación mínima).

Como ayuda, se puede utilizar la función "autoselección" , la cual sigue el punto actual en la línea del multiplicador por lo que no hay necesidad de marcar el punto actual manualmente.

Configuración a base del escáner OBD y las correcciones STFT y LTFT del controlador de gasolina

Los vehículos equipados con la conexión OBD pueden configurarse utilizando el escáner OBD, observando las correcciones STFT y LTFT durante el trabajo con gas. Es preciso configurar la carga del motor de tal manera que se pueda mover alrededor del punto calibrado del multiplicador y observar las correcciones STFT

y LTFT. Total de las dos correcciones por lo general debe estar entorno de un 0%. Si la corrección STFT durante el trabajo con gas se mantiene en valores positivos es preciso subir el punto del multiplicador hasta que el total de las correcciones, etc. alcance 0%, si la corrección STFT durante el trabajo con gas se mantiene en valores negativos es preciso bajar el multiplicador hasta conseguir el total STFT y LTFT alrededor de un 0%. Es preciso realizar la calibración para el mayor número posibles de puntos de calibración (excluyendo los puntos extremos y el punto alrededor de los tiempos mayores de inyección, etc. 13 ms, como mostrado en la figura anterior, por encima del alcance correspondiente de cargas máximas del motor).

Ejemplo: Durante el trabajo con gas las correcciones respectivamente son de LTFT 3% y STFT 7%.

Es preciso subir el multiplicador (STFT 7%) hasta que la corrección empiece a oscilar alrededor de -3%.

$STFT+LTFT=0\%$. Se permiten desviaciones mínimas.

Es preciso asegurarse de que las correcciones de gasolina se comporten adecuadamente en caso del trabajo con gasolina, son inaceptables los valores de la correcciones etc. de +/-25% lo que puede significar que el motor no trabaja correctamente y la configuración resulta difícil o incluso imposible (tirones durante la conmutación, consumo aumentado del gas, etc.)

Configuración de la carga máxima

Una vez realizada la autocalibración en ralentí y configurado el multiplicador en carretera, es preciso configurar el nivel del multiplicador en el punto de trabajo de carga máxima. Es preciso configurar en el multiplicador el penúltimo punto con el tiempo de inyección de gasolina el cual corresponde al tiempo máximo posible de la inyección de gasolina durante la carga máxima. Durante una conducción tranquila es preciso pisar el pedal del acelerador hasta el tope y, observando la indicación de la sonda lambda en el programa o en el escáner OBD, fijar la mezcla adecuada, ajustando el nivel del multiplicador en el punto de la carga máxima. Si en el vehículo está instalada la sonda de tensión, es preciso

ajustar el multiplicador de tal manera que la indicación de la sonda siempre esté entorno del valor 0,8-0,9V. Si en el vehículo está instalada la sonda de corriente es preciso utilizar el escáner OBD y fijar el nivel del multiplicador de tal manera que la indicación de la sonda sea idéntica con en caso de trabajo con gasolina.

Control de revoluciones en ralentí

Una vez realizadas las acciones arriba descritas es preciso verificar la corrección del trabajo del motor en ralentí. Conmutando el controlador gas/gasolina es preciso definir la corrección del punto de trabajo en ralentí. La conmutación no se debe notar y el tiempo de inyección de gasolina después de la conmutación no debe cambiar. Si fuera necesario corregir la configuración del punto del multiplicador correspondiente al tiempo de inyección en ralentí.

Información para el usuario e instalador

Manejo del conmutador LED

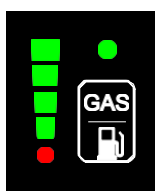


Figura 5: Vista del conmutador LED.

La centralita LED está compuesta por:



Indicador de nivel del gas: Los diodos del indicador informan al conductor sobre el nivel actual del combustible. El último diodo rojo significa "reserva" del combustible.

■ **Estado de trabajo del controlador de gas.** Cuando el diodo de estado está activo, esto significa que el motor trabaja con gas combustible. El parpadeo del diodo, una vez arrancado el motor, significa la fase de calentamiento del motor o una avería - el motor trabaja entonces con gasolina.



Botón de cambio de la alimentación. Al presionar el botón se realiza la conmutación entre los combustibles Gas/ Gasolina.

Señalización sonora:

(--- --- ---) tres señales sonoras largas repetidas tres veces - presión baja de gas, la situación puede tener lugar en caso de un nivel bajo de gas en el depósito

(--- --- --- ---) cuatro señales sonoras cortas repetidas tres veces - error del controlador de gas.

Notas de montaje

- El controlador no dispone del cable para conectar las revoluciones, las revoluciones se calculan a base de los impulsos de la inyección. En algunos casos, una vez instalado el controlador las revoluciones pueden interpretarse de manera errónea. Una vez realizada la autocalibración la indicación de las revoluciones se situará en el valor correcto.
- El controlador no requiere conectar el cable del interruptor de encendido. Después del montaje es preciso verificar si la señal del interruptor de encendido es interpretado adecuadamente. Al girar la llave en el interruptor de encendido el conmutador LED en la cabina del vehículo debe estar activo y reaccionar en el momento de presionar el botón de cambio del combustible. Una vez activado el encendido el conmutador debe apagarse (a veces al pasar incluso 1 minuto). Si el conmutador LED sigue activo es preciso conectar la señal del interruptor de encendido aprovechando el cable del cableado STAG.

Nota: En caso de los motores que trabajan en el modo FullGroup es imprescindible conectar el cable del interruptor de encendido.

- La lectura del nivel de gas utilizando el sensor WPGH es posible sólo con la electroválvula de corte activada dado que el sensor requiere alimentación. La lectura correcta es posible sólo durante el trabajo con gas o con la alimentación externa de la electroválvula.

Nota: Es preciso realizar una conexión correcta de la emulación de los inyectores de gasolina. Al realizar la emulación en el lado de alimentación de los

inyectores de gasolina, en consecuencia provocará la combustión simultánea de gas y gasolina.

En caso de detectar un fusible quemado del sistema Stag (no funcionará la centralita LED y no reaccionará al botón con el interruptor de encendido activado), es preciso dirigirse al Servicio Autorizado Stag con fin de eliminar el defecto. La conducción sin fusible en una situación extrema con carga importante del motor puede provocar un trabajo incorrecto del automóvil también con gasolina.

1.4. Formulación del problema:

¿Cómo analizar comparativamente el rendimiento de un motor con sistema DUAL, usando el Software STAG 200 EASY?

1.5 Justificación del estudio:

Técnica:

Se justifica el presente proyecto de investigación técnicamente, debido a que existe tecnología de índole informático, capaz de realizar las mediciones de las variables de funcionamiento del motor vehicular, por lo tanto si se logra conocer la tendencia de las variables, es posible determinar el rendimiento del motor que tiene sistema dual. Así mismo la vida útil del motor es un indicador que se puede determinar, si las variables de funcionamiento del motor dual, están dentro de lo establecido por el fabricante.

Científica:

Científicamente se justifica debido a que es posible determinar el rendimiento del motor, mediante el cálculo de los tiempos de inyección en los diferentes inyectores, a través de un modelo numérico, que integra las variables de funcionamiento, y que mediante una unidad de control, que utiliza un lenguaje

previamente definido, establece matemáticamente el tiempo que cada inyector permanece activado por la señal que recibe de la unidad de control.

Ambiental:

Se justifica el presente proyecto de investigación ambientalmente, debido a que si se conocen las variables de funcionamiento del motor dual, es predecible conocer los valores de las emisiones de gases de la combustión, tales como el dióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, vapor de agua y óxidos nítricos, funcionando el motor a gasolina y a GLP, a diferentes regímenes de velocidad y a diferentes niveles de carga de los vehículos.

1.6. Hipótesis:

El uso del software STAG 200 EASY, compara el rendimiento del motor Modelo 0.8L Epsilon con sistema Dual Gasolina / GLP.

1.7 Objetivos:

Objetivo general.

Realizar el Análisis comparativo del Rendimiento del consumo de combustible de un motor con sistema dual gasolina/GLP modelo 0.8l MPI épsilon calibrada con el software Stag-200 easy Hyundai eón.

Objetivos específicos.

- Describir el funcionamiento del software Stag-200 EASY, para la demostración del consumo de combustible en un motor de combustión interna, cuando utiliza gasolina y GLP.

- Realizar las pruebas del consumo de combustible (Gasolina – GLP), utilizando el software Stag200 EASY, para verificar los consumos de combustible, en función al tiempo de inyección de los inyectores.
- Analizar los resultados obtenidos de la prueba, para obtener los valores óptimos de funcionamiento tales como RPM, Presión del combustible, depresión en el múltiple de admisión, temperatura del líquido refrigerante, el porcentaje de plena carga del motor de combustión interna, y la tensión de la batería.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Variables

Variable independiente: Uso del Software STAG 200 EASY HYUNDAI EON

Variable dependiente: Análisis Comparativo del Rendimiento de un Motor con Sistema Dual Gasolina/GLP.

2.2. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
<p>Variable independiente</p> <p>Uso del Software STAG 200</p>	<p>El Software STAG 200 EASY es una herramienta que permite configurar, los diferentes mecanismos y fluidos de trabajo, así como también los valores óptimos de los parámetro óptimos, dentro del motor de combustión interna, cuando utiliza la gasolina y el GLP</p>	<p>El software realiza las mediciones de los parámetros de funcionamiento, cuando éste es conectado a la ECU del motor, utilizando un orden que monitorea los datos previamente configurados, es decir con la información de los sensores, la ECU, determina el tiempo de inyección en el motor.</p>	<p>Tiempo de Inyección.</p> <p>RPM</p> <p>Presión del GLP</p> <p>Temperatura del GLP</p> <p>Temperatura del Motor.</p>	<p>Ficha de recolección de datos con observación directa según escala de intervalo.</p>	<p>Segundos.</p> <p>KPa.</p> <p>Grados centígrados.</p>

<p>Variable Dependiente.</p> <p>Rendimiento de un Motor con Sistema Dual Gasolina/GLP.</p>	<p>El análisis comparativo del rendimiento del motor cuando utiliza gasolina y GLP, determina la cantidad óptima de combustible a inyectar, en función a las horas de funcionamiento, a los Km recorridos y a la potencia desarrollada por el motor de combustión interna.</p>	<p>El rendimiento se mide mediante la energía que ingresa con la energía que genera el motor; teniendo en cuenta que ambos combustibles tienen poderes caloríficos diferentes, lo que hace que los rendimientos se evalúen en función al tipo de combustible que utiliza (Gasolina – GLP)</p>	<p>Consumo específico por tiempo.</p> <p>Consumo específico por distancia.</p> <p>Consumo específico por potencia.</p>	<p>Recolección de datos según escala de razón.</p>	<p>Galones / Hora.</p> <p>Galones / Km</p> <p>Galones / KW.</p>
---	--	---	--	--	---

2.3. Metodología

Metodología experimental

2.4. Tipos de estudio

Aplicativo

2.5. Diseño

El diseño de la investigación es del tipo experimental en su nivel cuasi – experimental.

Es necesario contrastar nuestra información desde un antes (pre prueba) y un después (post prueba) de la adaptación del nuevo combustible, lo que quiere decir que se tendrá el mismo equipo como control de los procesos.

2.6. Población-muestra

Población.

Para el presente trabajo de investigación, la población en estudio son los vehículos que han sido convertidos al sistema GLP, con motores con cilindrada de 800 cm³, de año de fabricación desde el 2013, que realizan servicio de taxi en la ciudad de Chiclayo.

Muestra.

Los vehículos de pruebas son 3, con motor sistema dual GASOLINA/ GLP modelo 0.8L MPI EPSILON.

- a) Año de fabricación 2013.
- b) Año de fabricación 2014.
- c) Año de fabricación 2015.

2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para conocer la realidad del sector automotriz en la ciudad de Chiclayo, se realizó una encuesta que va dirigida a los propietarios de las empresas de servicios de taxi en la ciudad de Chiclayo, los cuales nos permitirán conocer la realidad actual.

En el anexo 01, se muestra el modelo de encuesta aplicado, con 10 preguntas.

2.7.1 Instrumento de recolección de datos

-Guía de análisis de documento:

Se analiza el proyecto utilizando el software EASY 200.

Se revisará los diversos manuales de los fabricantes, Normas Técnicas Peruanas, las Normas Europeas (EUROS), en cuanto a estándares de producción de gases tales como el dióxido de carbono, monóxido de carbono, combustibles no quemados, vapor de agua.

Se realiza las encuestas dirigida a los usuarios para recolectar información de la situación actual del funcionamiento de los vehículos con sistema Dual Gasolina / GLP.

2.7.2 Validez y confiabilidad

-Validez: La validez de este proyecto de investigación nos concierne a la interpretación correcta y cuidado exhaustivo del proceso metodológico de los resultados que obtenemos en el estudio del tema científico estudiando en este caso la optimizar el consumo de combustible utilizando las señales eléctricas del motor.

-Confiabilidad: Los Protocolos de Prueba que se utilizaron, son realizados de acuerdo a lo planificado, y los datos de los equipos son de confiabilidad alta, debido a que se utilizaron instrumentos calibrados.

2.8. Métodos de análisis de datos

El análisis de los datos de las encuestas realizadas, se muestran en el anexo 02. Así mismo se hace un análisis de los gráficos que emiten el software Stag 200 Easy, para lo cual previamente se establece un protocolo de mediciones, que consiste básicamente en la forma correcta de la instalación de la programación, las conexiones, y la interpretación completa de la información de los parámetros de funcionamiento del motor.

2.9 Aspectos éticos.

El investigador tiene la obligación de poner fuentes confiables de información y ser responsable con la toma de decisiones para que éstas sean consistentes con la seguridad, salud, medio ambiente y beneficio de la sociedad, ser honesto y realista al establecer conclusiones o estimaciones derivadas del análisis, los cuales son de mucha importancia para futuras investigaciones.

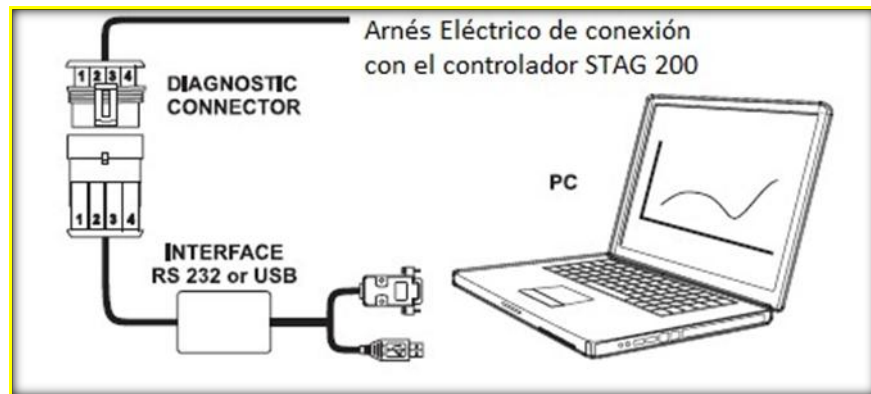
III. RESULTADOS.

3.1. Descripción del funcionamiento del software Stag-200 EASY, para la demostración del consumo de combustible en un motor de combustión interna, cuando utiliza gasolina y GLP.

Procedimiento para la calibración mediante el software stag-200 Easy Hyundai eón.

Paso 1: Conexión del software stag-200 easy de la pc hacia el auto.

Encendemos la PC, abrimos el software Stag-200 easy, luego ubicamos el conector del controlador Stag-200, conectamos el conector de la interface con el arnés eléctrico de conexión del controlador Stag-200. Y conectamos al puerto USB de la PC, luego abrimos el contacto de la chapa de contacto del vehículo, el objetivo es establecer la conexión del controlador con la PC.



Conexión con la PC

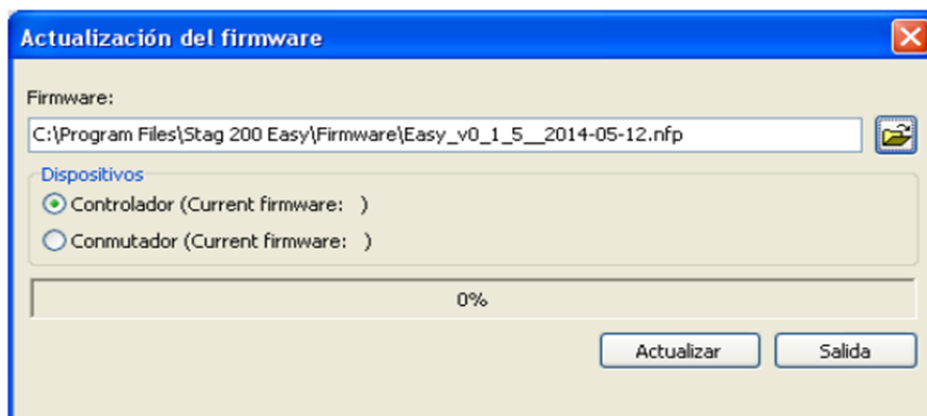
Fuente: Catalogo AC STAG S.A.C

Paso 2: Actualización del firmware.

Una vez conectado es preciso indicar la pista al archivo con el firmware y actualizar el controlador a la última versión disponible. Con el mismo archivo es preciso actualizar también el conmutador LED.

Luego, indicado el archivo presionar el botón “Actualizar”

Esta operación se realiza con el vehículo estacionado y con chapa de contacto activa esperar que la barra llegue al 100%.



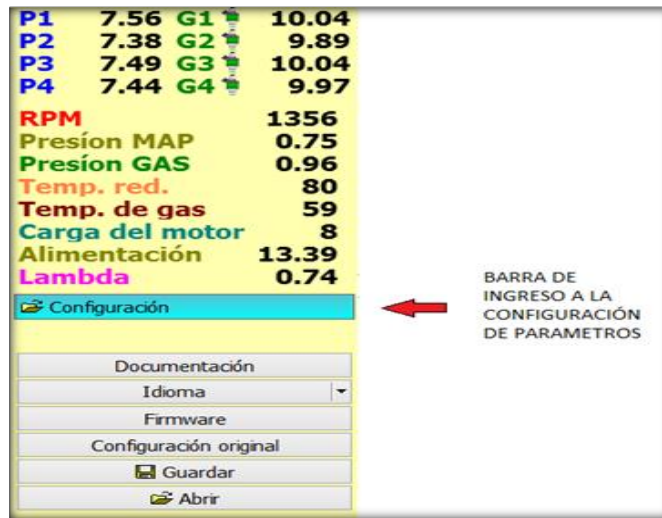
Actualización de firmware.

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.C

Paso 3: Configuración de parámetros.

Ubicamos el cursor del mouse en icono de configuración, hacemos clic y

comenzamos a seleccionar parámetros correspondientes al vehículo.



Configuración de parámetros

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.C

Procedimiento de configuración de Parámetros.

a) Seleccionar los parámetros correspondientes al sistema de gas.

Como es el tipo de riel de inyectores de gas, el sensor lambda, el tipo de sensor de temperatura del reductor, sensor de nivel de gas, tipo de motor, tipo de combustible, tipo de inyección (secuencial), numero de cilindros.



Seleccionar el tipo de riel de inyección de gas

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.C

b) Análisis de lectura de datos.

La información numérica de los datos visualizados nos permite determinar que las tomas de señales y conexiones eléctricas son correctas.

P1	2.49	G1	3.97	TIEMPOS DE INYECCIÓN DE GASOLINA
P2	2.43	G2	3.87	
P3	2.48	G3	3.95	
P4	2.48	G4	3.95	
RPM			2170	REVOLUCIONES DEL MOTOR
Presión MAP			0.28	VACÍO DEL MOTOR
Presión GAS			1.01	
Temp. red.			79	TEMPERATURA DEL REDUCTOR
Temp. de gas			61	TEMPERATURA DE GAS
Carga del motor			4	
Alimentación			13.72	TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN
Lambda			0.07	

Análisis de lectura de datos

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.C

Paso 4: Secuencia de análisis.

Visualizar lectura de los tiempos de inyección de gasolina en cada cilindro.

El rango de lectura optima varia en base a la temperatura y la estrategia de cada fabricante.

El promedio empleado por la mayoría de fabricantes, con una temperatura de trabajo de motor mayor de 80°, varía entre:

4 cilindros – 2 a 3 ms

6 Cilindros – 2.2 a 4 ms

Si observamos que el valor excede los rangos establecidos es recomendable reiniciar las correcciones creadas por el controlador de gasolina, para esto podemos emplear uno de estos métodos:

Método 1: Desconectar los bornes de conexión positivo y negativo de batería por un tiempo de 60 segundos.

Método 2: Ejecutar borrar DTC con el uso de un escáner.

Método 3: Condicionar el funcionamiento a gasolina por un periodo de un día. Lectura de RPM en estado de ralentí (mínimo) debe coincidir con el valor de RPM visualizado en el tacómetro del vehículo.

En el caso existan estrategias de post inyección que envíen valores de inyección debajo del valor asignado en la herramienta de sensibilidad, debemos de disminuir el valor de detección debajo del valor de post inyección determinado.

De esta forma evitaremos re conmutación de gas a gasolina por perdida de lectura de RPM.



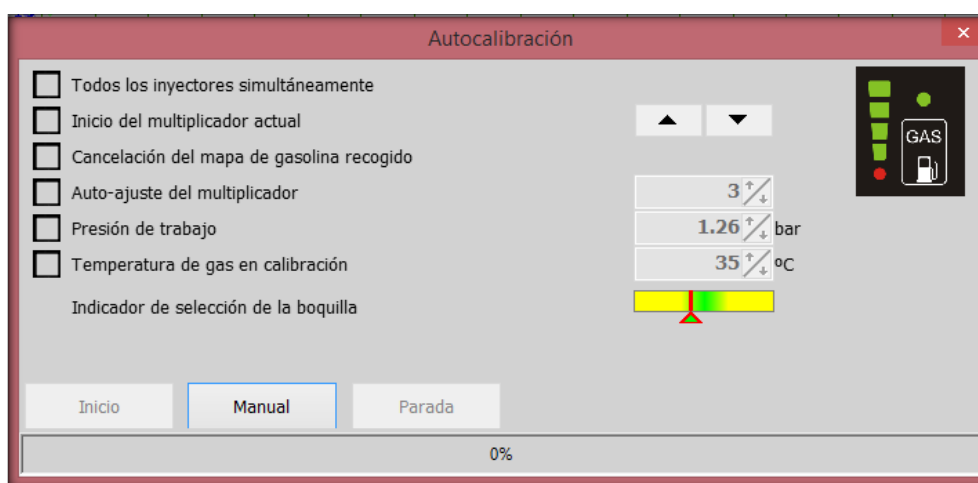
Sensibilidad de RPM

Catalogo AC STAG S.A.C

- Lectura de presión en el colector de admisión (bar).El rango de trabajo normal es de 0.25 a 0.35.
- Lectura de la temperatura del reductor, transmitida por el refrigerante del motor es condicionante para que le controlador autorice el cambio a gas y la ejecución de la auto calibración, para lo cual la temperatura debe estar por encima de 60° C.
- Lectura de la temperatura de gas, la cual tomamos después del reductor y es la que nos indica a que grado de temperatura el gas está ingresando a la admisión.

Paso 5: Auto-calibración.-

Sirve para calibrar el vehículo en ralentí (mínimo), ya con el motor caliente y la sonda lambda trabajando, podemos poner en marcha la auto-calibración. Durante la calibración el motor debe trabajar en mínimo, es preciso desactivar el aire acondicionado, las luces y no realizar movimiento del timón y luego hacemos clic en inicio y esta fase el controlador de gasolina y gas (GLP) efectúa una comparación de tiempos de inyección de gasolina y gas (GLP), RPM, de acuerdo a eso se efectúa la auto calibración en ralentí (mínimo).



Auto-calibración.

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.C

Paso 6: Analizar intersección del multiplicador.

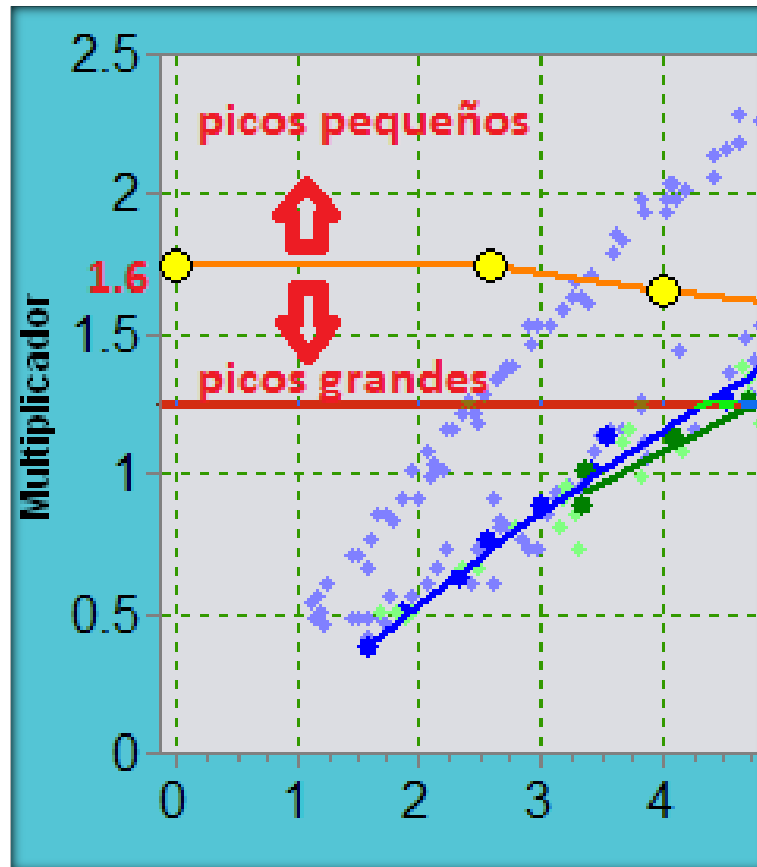
La curva del multiplicador es generada después de la auto-calibración, en base al tipo de riel de inyector empleado y los diámetros de boquillas de inyectores de gas asignados.

El valor del multiplicador asignado por la auto-calibración nos permite identificar si el diámetro del inyector dispuesto está dentro del rango correcto en el motor instalado.

A intersección de esta curva con la escala del multiplicador debe estar entre 1.4 y 1.8. Siendo 1.6 lo ideal. Para un mayor análisis correctivo, si visualizamos que la curva se intersecta por encima de 1.8, esto quiere decir que el diámetro de las

boquillas de inyección son muy pequeños.

Si visualizamos que la curva se interseca por debajo de 1.4, esto nos indica que el diámetro de las boquillas de inyección son demasiado grandes.



Intersección del multiplicador

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.C

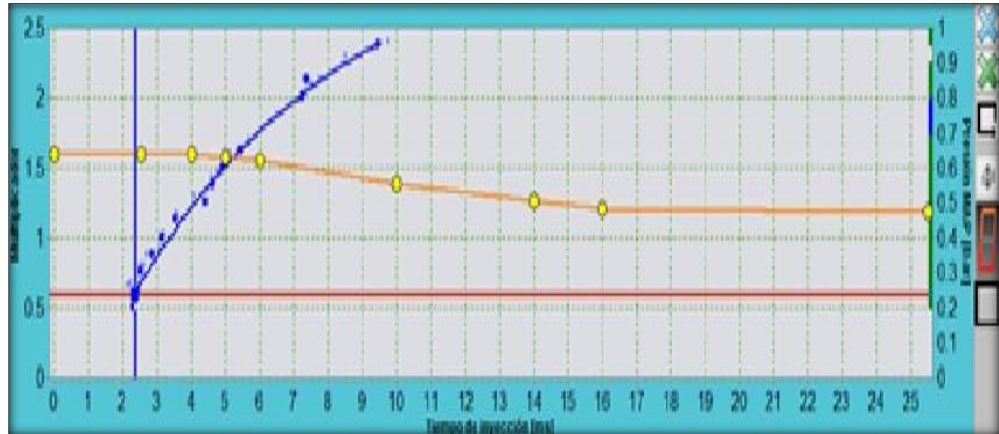
Pasó 7: Recaudar estrategia en ruta.

El objetivo de la calibración en ruta es que el controlador de gas registre la estrategia de inyección generada por el sistema de gasolina en distintas condiciones de carga.

Para esta acción es necesario recopilar inicialmente la curva de inyección de gasolina operando a gasolina y luego la curva de inyección de gas cuando operamos a gas.

Paso 8: Recopilación del mapa de gasolina (curva azul).

Procedimiento se encarga de registrar el tiempo de inyección de gasolina en base a una escala de inyección y carga del motor cuando el motor opera a gasolina, presentada mediante puntos definidos por una línea continua de color azul.

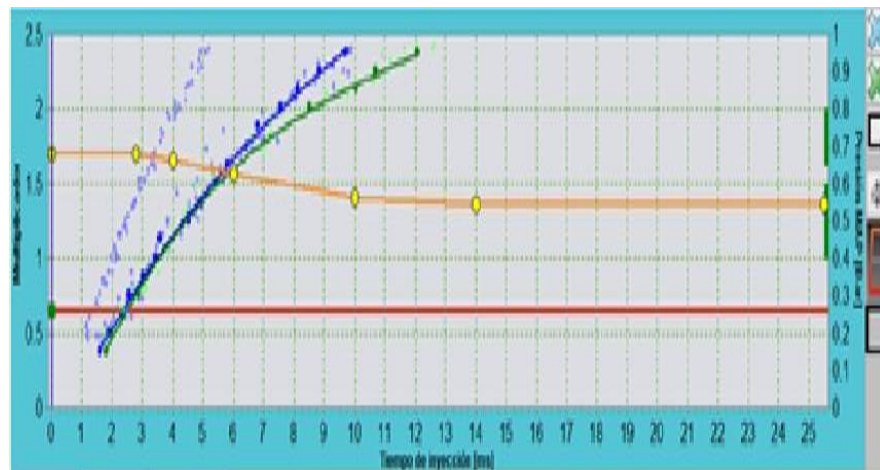


Recopilación del mapa de gasolina

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.

Pasó 9: Recopilación del mapa de gas (curva verde)

Procedimiento se encarga de registrar el tiempo de inyección de gasolina en base a una escala de inyección y carga del motor cuando el motor opera a gas, presentada mediante puntos definidos por una línea continua de color verde.

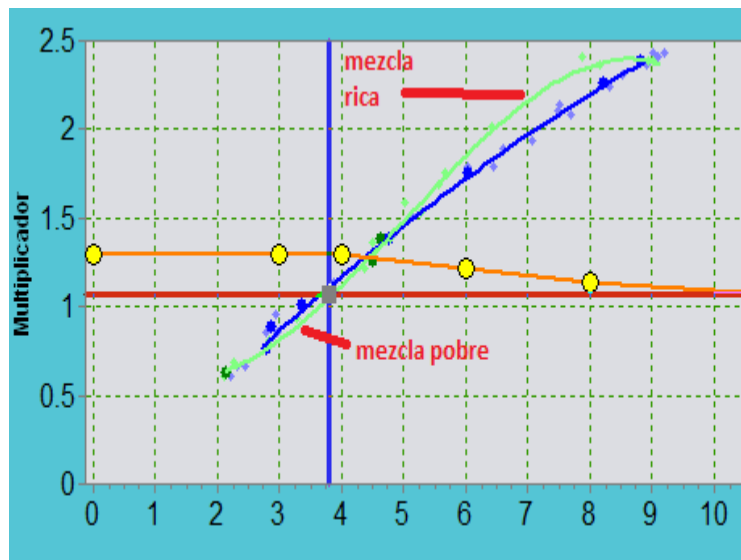


Recopilación del mapa de gas (curva verde)

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.

Paso 10: Analizar la desviación


- Una vez que el controlador haya recogido los dos mapas, es decir, el mapa de gasolina y el de gas, es posible verificar la desviación.
- Cabe mencionar que se puede llegar a un mayor análisis interpretando la desviación que tiene la curva verde tomando como referencia la curva azul.
- Esto quiere decir que si la trayectoria de la curva verde se genera por encima de la curva azul, la mezcla es rica en gas específicamente en ese rango y si se genera por debajo la mezcla es pobre específicamente en ese rango.



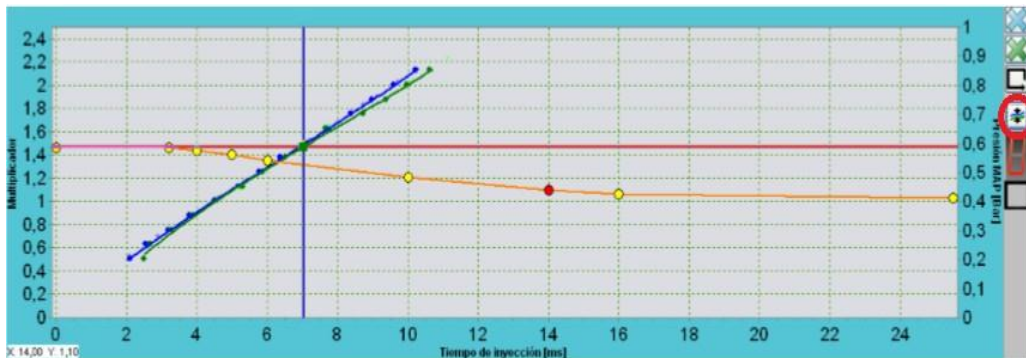
Analizar la desviación

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.

Paso 11: Activación del primer autoajuste

- Al recopilar 2/3 de las zonas sugeridas por las líneas verticales en gasolina y gas, el controlador activa la herramienta de autoajuste  del multiplicador.
- Esta operación modificara el multiplicador en base a la desviación que presenten los mapas de gasolina y gas registrados, obteniendo como resultado la intersección de las curvas y que el controlador de gas copie la estrategia del controlador de gasolina.

- Si la diferencia entre los mapas no es significativa, el multiplicador no será modificado.

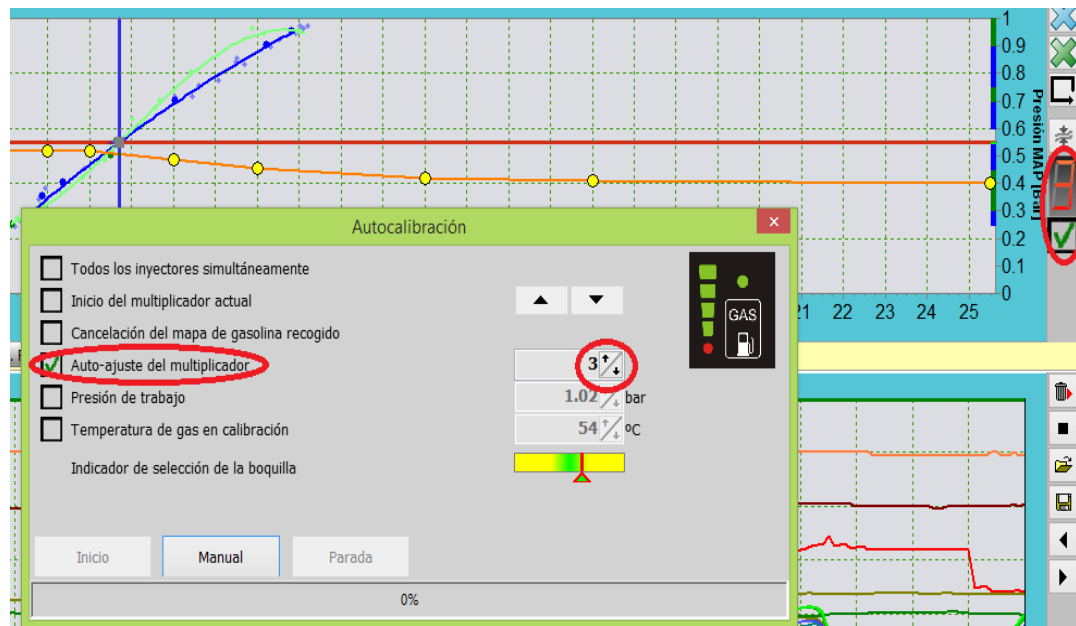


Activación del primer autoajuste

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.

Pasó 12: Activación del segundo autoajuste

- Para afinar aún más la calibración, es posible activar el contador del autoajuste.
- Esto nos permite que el controlador de gas siga corrigiendo de forma automática sin la necesidad de conexión con el software de calibración. Hasta un máximo de 9 autoajustes.
- Para activar esta herramienta se puede ir directo a la herramienta ubicada en la columna derecho del mapa del multiplicador o activar en la ventana de auto calibración, donde asignamos cuantos autoajustes realizar, según se muestra en la figura.



Activación del segundo autoajuste

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.

Opcional (ajuste manual del multiplicador)

En el caso se requiera modificar las condiciones de mezcla sin utilizar las herramientas de auto ajuste, procedemos a aplicar la siguiente secuencia:

- 1- Ejecutamos el auto calibración.
- 2- Identificamos que la curva del multiplicador se intersekte entre 1.4 y 1.8 en la escala del multiplicador, si esta condición no se cumple modificar el diámetro del inyector y la presión del gas.
- 3- Activamos el funcionamiento a gasolina y procedemos inicialmente recopilar la curva azul en distintas condiciones de carga.
- 4- Luego, procedemos a activar el funcionamiento a Gas y recopilamos la curva verde en distintas condiciones de carga.
- 5- Procedemos a analizar la desviación, la cual nos permite identificar las zonas en la trayectoria de la línea verde que se desvían en comparación con la línea de referencia azul.
- 6- Procedemos a identificar zonas de mezcla rica (zona en que la línea verde se ubica sobre la línea azul) y mezcla pobre (zona en que la línea verde se ubica

debajo de la línea azul).

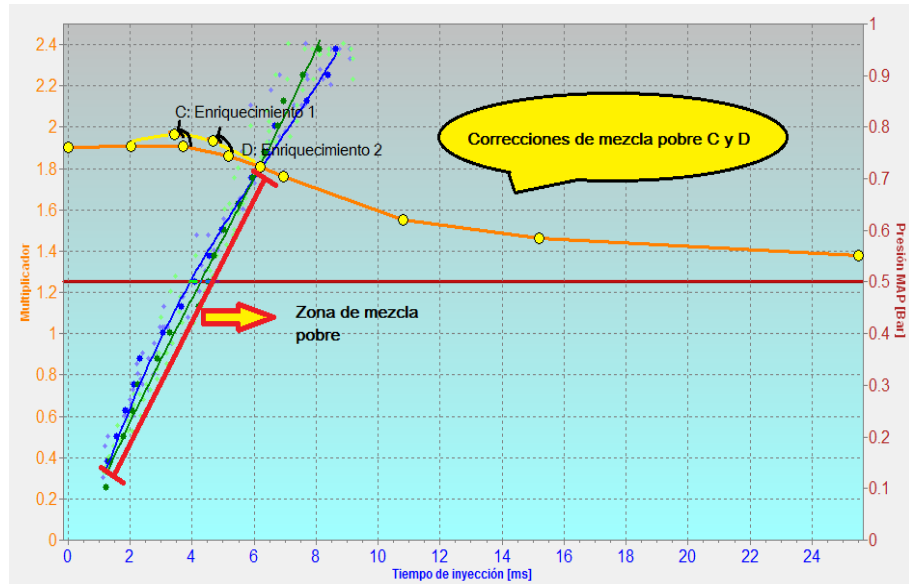
7- Empleando la línea naranja del multiplicador procedemos a modificar la mezcla, con el objetivo de ajustar la línea verde a la posición de la línea azul, de la siguiente manera:

Corrección de mezcla rica:

- Identificamos los puntos que se ubican en esta trayectoria, procedemos a activar el primer punto a reubicar posicionando el cursor del mouse y presionando el botón de la izquierda del mouse, este punto seleccionado se pinta de color rojo.
- La reubicación de cada punto es proporcional a la separación o desviación que muestra la línea verde con respecto a la línea azul.
- Con la tecla direccional hacia abajo del teclado de la PC procedemos a bajar el punto seleccionado.

Corrección de mezcla pobre:

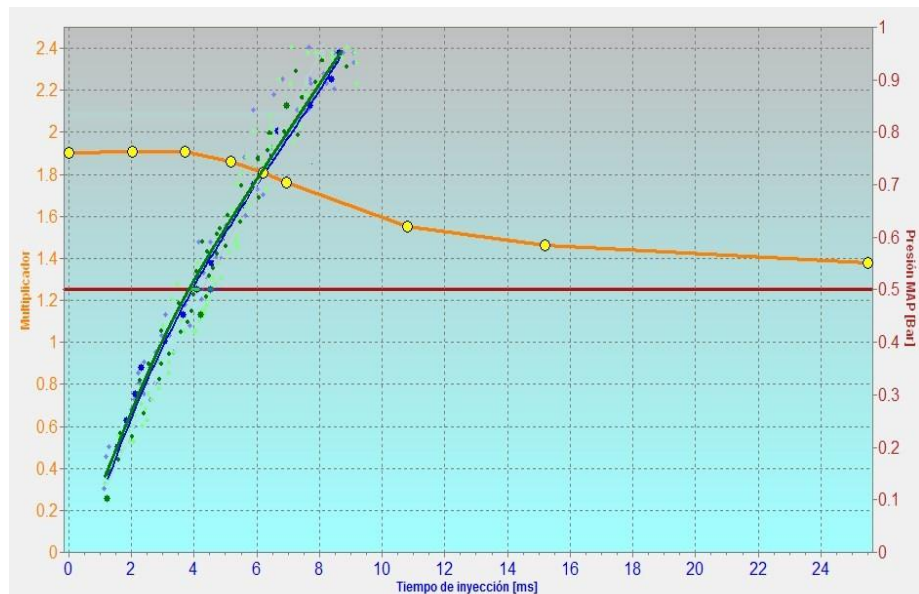
- Identificamos los puntos que se ubican en esta trayectoria, procedemos a activar el primer punto a reubicar posicionando el cursor del mouse y presionando el botón de la izquierda del mouse, este punto seleccionado se pinta de color rojo.
- La reubicación de cada punto es proporcional a la separación o desviación que muestra la línea verde con respecto a la línea azul.
- Y con la tecla direccional hacia arriba del teclado de la PC procedemos a subir el punto seleccionado.



Corrección de mezcla pobre

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.

Gráfica resultante del ajuste del multiplicador



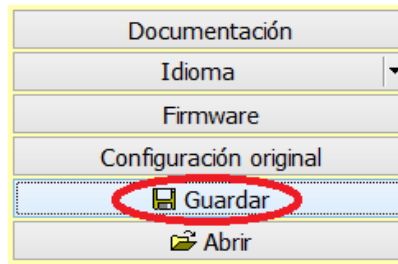
Gráfica resultante del ajuste del multiplicador

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.

Guardar la calibración

Para futuros trabajos es importante crear un banco de información. Para esto guardamos la calibración detallando todas las variantes que se presentaron desde el momento del montaje del equipo hasta la auto-calibración.

Como por ejemplo marca y modelo del vehículo, cilindrada, tipo de combustible, diámetro de boquillas de los inyectores, presión y nombre del controlador.



Guardar la calibración.

Fuente: Catalogo AC STAG S.A.

3.2. Se realizó las pruebas del consumo de combustible (Gasolina – GLP), utilizando el software Stag200 EASY, para verificar los consumos de combustible, en función al tiempo de inyección de los inyectores.

Cálculo del rendimiento de consumo combustible del motor Hyundai 0.8 L.

Para demostrar la funcionalidad y confiabilidad del sistema de alimentación de GLP, así como para determinar el consumo de combustible por unidad de recorrido, se realizaron pruebas de campo en Chiclayo (22 m.s.n.m.). Estos resultados sirvieron para comparar la rentabilidad económica de usos de GLP con la de la gasolina usada por el motor HYUNDAI EON.

Tabla 1

		ITEMS	HYUNDAI EÓN ACTIVE
Fuente. Manual del Fabricante		Fabricante	Hyundai Motor India Limited
		Ensamble Final en	Chennai - India
		Motor	814cc L3 SOHC 9V
		Diámetro por carrera (mm)	67 x 77
		Relación de Compresión	10 a 1
		Potencia Máxima	55 HP a 5500 rpm
		Torque Máximo	75 Nm a 4000 rpm
		0 - 100 km/h	19 segundos
		Velocidad Máxima	135 km/h
		Consumo en ciudad	65,4 km/gal
		Consumo en carretera/autopista	79,9 km/gal
		Largo/Ancho/Alto/Dist. Entre ejes (mm)	3495/1550/1500/2380
		Volumen Baúl	215 L
		Frenos	Discos y Tambores
		Rines y llantas	155/70 R13 de chapa con copas
	Diámetro de Giro	10 metros	

Características Técnicas del Motor Hyundai

Operaciones Previas.

Antes de realizar las pruebas de realizaron las siguientes tareas en el motor Hyundai Eón:

- Revisión del filtro de aire y se limpió.
- Calibración de la luz entre los electrodos de las bujías se fijó en 0.8 mm.
- La velocidad en ralentí se estableció entre 850- 950 rpm (con la ayuda del scanner).
- Se efectuó un diagnostico eléctrico con un scanner digital.
- Se comprobó que el sistema permite el arranque en frío y en caliente del motor de manera normal. Se efectuó la calibración en ralentí con el software Stag-200 y se efectuaron realizar la prueba de campo, en condiciones de transito

urbano. Estas pruebas fueron comparativas, y se midieron los consumos de gasolina (de 90 octanos) y de GLP por kilometraje recorrido. Se procuró mantener las mismas condiciones durante estas pruebas, es decir, el mismo conductor, carga, velocidad, etc.

Cálculo del Rendimiento de consumo de combustible GLP.

Para el cálculo del costo de consumo de combustible por unidad de recorrido se consideró el precio de gasolina de 90 octanos de 12.32 nuevos soles/ galón y el precio del GLP de 5.28 nuevos soles/ galón. Por lo que el ahorro económico (en porcentaje), dependiendo de las condiciones varía entre 30 y 36%.

Combustible	consumo	kilometraje	S/. 100 km
Gasolina	1 gal.	50	12.32
GLP	1 gal	35	5.28

Cálculos de consumo GASOLINA:

La designación empleada con frecuencia en el análisis de métodos de combustión que sirven para la cuantificación para determinar las cantidades de comburente y aire es la relación aire combustible (AC). Se expresa en una porción de masa y se limita como la relación entre masa del aire y la cantidad del combustible, de allí nace la siguiente ecuación:

$$AC = \frac{m_{aire}}{m_{combustible}}$$

La masa "m" de una sustancia se concierne con la cantidad de moles "N" mediante la relación "m=NM", M=masa molar.

La analogía aire-combustible se expresa de igual manera como la base molar en proporción directa entre el número de moles de aire y la cantidad de moles del

comburente. Es aquí en donde se emplea la primera aclaración (Cengel 2009, 768-771).

Composición del aire:

$$O_2(\text{Oxígeno}) = 21\% \text{ en números molares}$$

$$N_2(\text{nitrógeno}) = 79\% \text{ en números molares}$$

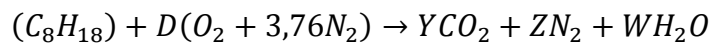
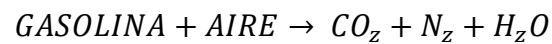
$$1 O_2 \rightarrow 0,21$$

$$1 N_2 \rightarrow 0,79$$

$$X = \frac{0,79}{0,21} = 3,76 \text{ moles de nitrógeno}$$

Composición de la gasolina:

Relación aire combustible teórico



$$C = (1 * 8) = Y$$

$$H = (1 * 18) = 2W$$

$$O = 2D = 2Y + W$$

$$N = 2(3,76D) = 2Z$$

Hallamos (Y):

$$Y = 1 * 8$$

$$Y = 8$$

Hallamos (W):

$$2W = 1 * 18 = 18$$

$$W = 9$$

Hallamos (D):

$$2D = 2Y + W$$

$$2D = 2(8) + (9)$$

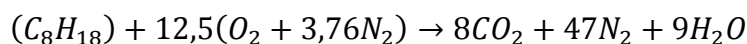
$$D = 12,5$$

Hallamos (Z):

$$2(3,76D) = 2Z$$

$$Z = 47$$

El balanceo final es:



La masa del aire es igual a la masa de oxígeno más la masa de nitrógeno, teniendo en cuenta que los pesos atómicos del C=12; O=16; N=14 Y H=1, entonces la masa del aire que reacciona con 1Kg mol de Gasolina es:

Masa del aire:

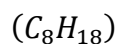
$$\text{masa del aire} = 12,5[(2 * 16Kg O_2) + (3,76 * 28Kg N_2)]$$

$$\text{masa del aire} = (25 * 16Kg O_2) + (47 * 28Kg N_2)$$

$$\text{masa del aire} = (400Kg O_2) + (1376Kg N_2)$$

$$\text{Entonces la masa del aire es: } 400 + 1376 = 1716kg \text{ de aire}$$

Masa del combustible:



$$C = (12 * 8) = 96$$

$$H = (1 * 18) = 18$$

Entonces la masa del combustible: 114 Kg de combustible.

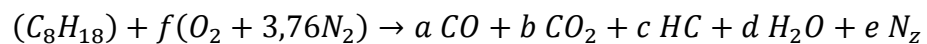
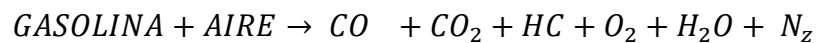
Sustituyendo

$$r_{aire/comb} = \frac{1716 \text{ kg aire}}{18 \text{ kg combustible}}$$

$$r_{aire/comb} = 15,02 \frac{\text{kg aire}}{\text{kg comb.}}$$

El resultado quiere decir que se necesita de 15,02 Kg de aire para 1 kg de combustible.

Relación aire combustible real



$$C = (1 * 8) = a + b + c =$$

$$H = (1 * 18) + c + 2d$$

$$O = 2f = a + 2b + 2d$$

$$N = 3,76 f = 2e$$

$$a = 0,1$$

$$b = 6,9$$

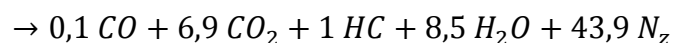
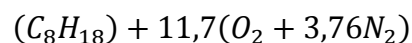
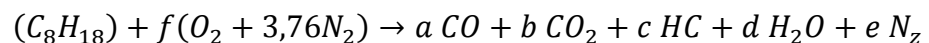
$$c = 1$$

$$d = 8,5$$

$$e = 43,99$$

$$f = 11,7$$

Por el método del tanteo tenemos los siguientes valores:



Masa del aire:

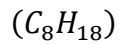
$$\text{masa del aire} = 11,7[(2 * 16\text{Kg O}_2) + (3,76 * 28\text{KgN}_2)]$$

$$\text{masa del aire} = (23,4 * 16\text{Kg O}_2) + (43,992 * 28\text{KgN}_2)$$

$$\text{masa del aire} = (374,4\text{Kg } O_2) + (1231,776\text{Kg } N_2)$$

Entonces la masa del aire es: $374,4 + 1231,776 = 1606,176\text{kg}$ de aire

Masa del combustible:



$$C = (12 * 8) = 96$$

$$H = (1 * 18) = 18$$

Entonces la masa del combustible: 114 Kg de combustible

Sustituyendo

$$r_{\text{aire/comb}} = \frac{1606,176\text{kg aire}}{114\text{ kg combustible}}$$

$$r_{\text{aire/comb}} = 14,08 \frac{\text{kg aire}}{\text{kg comb.}}$$

El resultado quiere decir que se necesita de 18,04 Kg de aire para 1 kg de combustible.

GASOLINA:

Teórico:

$$\text{Teorico} = \frac{1}{15,05} = 0,066\text{ kg comb/kg aire}$$

$$\text{Real} = \frac{1}{14,08} = 0,071\text{ kg comb/kg aire}$$

TABLA DE COMSUMO DE COMBUSTIBLE GASOLINA Y GLP EN $\frac{\text{kg aire}}{\text{kg comb.}}$

	Consumo teórico	Consumo real
Gasolina	15.05	14,08
GLP	15,52	13,10

TABLA DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE GASOLINA Y GLP EN $\frac{kg\ comb.}{kg\ aire}$

	Consumo teórico	Consumo real
Gasolina	0,066	0,071
GLP	0,064	0,076

Cálculos de consumo GLP:

La designación empleada con frecuencia en el análisis de métodos de combustión que sirven para la cuantificación para determinar las cantidades de comburente y aire es la relación aire combustible (AC). Se expresa en una porción de masa y se limita como la relación entre masa del aire y la cantidad del combustible, de allí nace la siguiente ecuación:

$$AC = \frac{m_{aire}}{m_{combustible}}$$

La masa "m" de una sustancia se concierne con la cantidad de moles "N" mediante la relación "m=NM", M=masa molar.

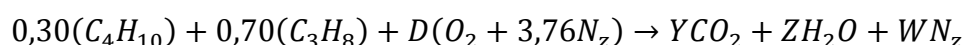
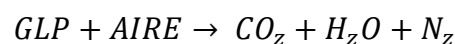
La analogía aire-combustible se expresa de igual manera como la base molar en proporción directa entre el número de moles de aire y la cantidad de moles del comburente. Es aquí en donde se emplea la primera aclaración (Cengel 2009, 768-771).

Composición del GLP:

Butano (C_4H_{10}) → 30%

Propano (C_3H_8) → 70%

Relación aire combustible teórico



$$C = (0,30 * 4) + (0,70 * 3) = Y$$

$$H = (0,30 * 10) + (0,70 * 8) = 2Z$$

$$O = 2D = 2Y + Z$$

$$N = 2(3,76D) = 2W$$

Hallamos (Y):

$$Y = 1,2 + 2,1$$

$$Y = 3,3$$

Hallamos (Z):

$$2Z = 3 + 5,6 = 8,6$$

$$Z = 4,3$$

Hallamos (D):

$$2D = 2Y + Z$$

$$2D = 2(3,3) + (4,3)$$

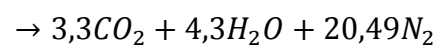
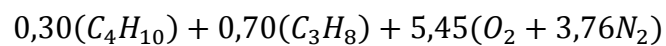
$$D = 5,45$$

Hallamos (W):

$$2(3,76D) = 2W$$

$$W = 20,49$$

El balanceo final es:



La masa del aire es igual a la masa de oxígeno más la masa de nitrógeno, teniendo en cuenta que los pesos atómicos del C=12; O=16; N=14 Y H=1, entonces la masa del aire que reacciona con 1Kg mol de GLP es:

Masa del aire:

$$\text{masa del aire} = 5,45[(1 * 32Kg O_2) + (3,76 * 28Kg N_2)]$$

$$\text{masa del aire} = (5,45 * 32Kg O_2) + (20,49 * 28Kg N_2)$$

$$\text{masa del aire} = (174,4Kg O_2) + (573,77Kg N_2)$$

Entonces la masa del aire es: $174,4 + 573,77 = 748,17kg$ de aire

Masa del combustible:

$$0,30(C_4H_{10}) + 0,70(C_3H_8)$$

$$C = (12 * 4 * 0,30) + (12 * 3 * 0,70) = 14,4 + 25,2$$

$$H = (1 * 10 * 0,30) + (1 * 8 * 0,70) = 3 + 5,6$$

Entonces la masa del combustible: 48,2 Kg de combustible

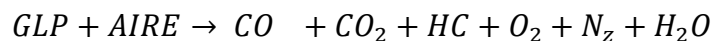
Sustituyendo

$$r_{\text{aire/comb}} = \frac{748,17kg \text{ aire}}{48,2kg \text{ combustible}}$$

$$r_{\text{aire/comb}} = 15,52 \frac{kg \text{ aire}}{kg \text{ comb.}}$$

El resultado quiere decir que se necesita de 15,52 Kg de aire para 1 kg de combustible.

Relación aire combustible real



$$0,30(C_4H_{10}) + 0,70(C_3H_8) + a(O_2 + 3,76N_z)$$

$$\rightarrow bCO + c CO_2 + d HC + e O_2 + fN_z + gH_2O$$

$$C = (0,30 * 4) + (0,70 * 3) = b + c + d$$

$$H = (0,30 * 10) + (0,70 * 8) = d + 2g$$

$$O = 2a = b + 2c + 2e + g$$

$$N = a(3,76)(2) = 2f$$

Por el método del tanteo tenemos los siguientes valores:

$$0,30(C_4H_{10}) + 0,70(C_3H_8) + 4,6(O_2 + 3,76N_2)$$

$$\rightarrow 1,2CO + 1,1CO_2 + 1HC + 1O_2 + fN_2 + 17,296H_2O + 3,8H_2O$$

Masa del aire:

$$\text{masa del aire} = 4,6[(1 * 32Kg O_2) + (3,76 * 28KgN_2)]$$

$$\text{masa del aire} = (4,6 * 32Kg O_2) + (17,296 * 28KgN_2)$$

$$\text{masa del aire} = (147,2Kg O_2) + (484,29kgN_2)$$

$$\text{Entonces la masa del aire es: } 147,2 + 484,29 = 631,49 \text{ kg de aire}$$

Masa del combustible:

$$0,30(C_4H_{10}) + 0,70(C_3H_8)$$

$$C = (12 * 4 * 0,30) + (12 * 3 * 0,70) = 14,4 + 25,2$$

$$H = (1 * 10 * 0,30) + (1 * 8 * 0,70) = 3 + 5,6$$

$$\text{Entonces la masa del combustible: } 48,2kg \text{ de combustible.}$$

Sustituyendo

$$r_{\text{aire/comb}} = \frac{631,49kg \text{ aire}}{48,2kg \text{ combustible}}$$

$$r_{\frac{\text{aire}}{\text{comb}}} = 13,10 \frac{kg \text{ aire}}{kg \text{ comb.}}$$

El resultado quiere decir que se necesita de 13,10kg de aire para 1 kg de combustible.

Consumo específico del combustible

Cantidad de gas nuevo:

$$V_{fmin} = \frac{nf \cdot Vh \cdot i \cdot n}{2} [l/min]$$

$V_{Fmin} = \text{Cantidad de gas nuevo por cilindro [l/min]}$

$V_h = \text{Cilindrada (del cilindro) [cm}^3 \text{ o l]}$

$V_H = \text{Cilindrada (del Motor) [cm}^3 \text{ o l]}$

$i = \text{numero de cilindros [cm}^3 \text{ o l]}$

$n = \text{revoluciones del motor [l/min]}$

$n_f = \text{grado de admision}$

Densidad:

$$\rho = \frac{m}{v} [\text{kg/m}^3]$$

$$v = \frac{m}{\rho} [\text{m}^3]$$

Consumo de combustible (GLP) en l/km:

Datos adicionales:

Densidad del aire = 1,28 kg/m³ = 0,00128 kg/l

Densidad del GLP.= 0,56 kg/l

Datos del vehículo:

Cilindrada del motor 800 cc = 0.8 litros

Numero de cilindros = 3

Rpm = 850

Grado de admisión: 0,75

Calculo de gas nuevo:

$$V_{fmin} = \frac{n_f \cdot V_h \cdot i \cdot n}{2} [\text{l/min}]$$

$$V_{fmin} = \frac{(0,75) \cdot (0,26) \cdot (3) \cdot (850)}{2} [\text{l/min}]$$

$$V_{fmin} = 248,6 [\text{l/min}]$$

Relación aire/combustible del vehículo a GLP:

$$r_{aire/comb} = 14,83 \frac{kg \text{ aire}}{kg \text{ comb.}}$$

$$\frac{m_{aire}}{m_{gasolina}} = 14,83 \frac{kg \text{ aire}}{kg \text{ comb.}}$$

$$\frac{m_{aire}}{m_{GLP}} = 14,83 \frac{kg \text{ aire}}{kg \text{ comb.}}$$

$$m_{aire} = 14,83 * m_{GLP}$$

Cantidad de combustible por minuto

$$V_{aire} + V_{glp} = Vf$$

$$\frac{m_{aire}}{\rho_{aire}} + \frac{m_{GLP}}{\rho_{GLP}} = Vf$$

$$\frac{14,83 * m_{GLP}}{\rho_{aire}} + \frac{m_{GLP}}{\rho_{GLP}} = 248,6 [l/min]$$

$$m_{GLP} \left(\frac{14,83}{0,00128 \left[\frac{kg}{l} \right]} + \frac{1}{0,53 \left[\frac{kg}{l} \right]} \right) = 248,6 [l/min]$$

$$m_{GLP} (11585,93 + 1,88) = 248,6 [l/min]$$

$$m_{GLP} (11587,81) [l/kg] = 248,6 [l/min]$$

$$m_{GLP} = \frac{248,6 [l/min]}{(11587,81) [l/kg]}$$

$$m_{GLP} = 0,021 \frac{[l/min]}{[l/kg]}$$

$$m_{GLP} = 0,021 \frac{kg}{min}$$

Masa del GLP en un litro:

Densidad del GLP=0,56 kg/l

$$\rho = \frac{m}{v} [kg/m^3]$$

$$\rho * v = m [kg]$$

$$0,535 * 1 = m [kg]$$

$$0,535 = m [kg]$$

Consumo del combustible en l/km:

$$0,021 \frac{kg}{min} * \frac{1l}{0,535} * \frac{60 min}{1h} = 2,35 \frac{l}{h}$$

$$\frac{2,35 \frac{l}{h}}{45 \frac{km}{h}} = 0,052 l/km$$

Se concluye que si un vehículo recorre 19,2 km el consumo del combustible es de 3,78 litros.

Consumo de combustible gasolina en gal/km:

Densidad del aire = 1,28 kg/m³ = 0,00128 kg/l

Densidad de la gasolina = 0,7kg/l

Datos del vehículo:

Cilindrada del motor 800 cc = 0.8 litros

Numero de cilindros = 3

Rpm = 850

Grado de admisión: 0,75

Calculo de gasolina nuevo:

$$V_{fmin} = \frac{nf \cdot Vh \cdot i \cdot n}{2} [l/min]$$

$$V_{fmin} = \frac{(0,75) * (0,26) * (3) * (850)}{2} [l/min]$$

$$V_{fmin} = 248,6 \text{ [l/min]}$$

Relación aire/combustible del vehículo a gasolina:

$$r_{aire/comb} = 16,9 \frac{\text{kg aire}}{\text{kg comb.}}$$

$$\frac{m_{aire}}{m_{gasolina}} = 16,9 \frac{\text{kg aire}}{\text{kg comb.}}$$

$$\frac{m_{aire}}{m_{gasolina}} = 16,9 \frac{\text{kg aire}}{\text{kg comb.}}$$

$$m_{aire} = 16,9 * m_{gasolina}$$

Cantidad de combustible por minuto

$$V_{aire} + V_{gasolina} = V_f$$

$$\frac{m_{aire}}{\rho_{aire}} + \frac{m_{gasolina}}{\rho_{gasolina}} = V_f$$

$$\frac{16,9 * m_{gasolina}}{\rho_{aire}} + \frac{m_{gasolina}}{\rho_{gasolina}} = 248,6 \text{ [l/min]}$$

$$m_{gasolina} \left(\frac{16,9}{0,00128 \left[\frac{\text{kg}}{\text{l}} \right]} + \frac{1}{0,7 \left[\frac{\text{kg}}{\text{l}} \right]} \right) = 248,6 \text{ [l/min]}$$

$$m_{gasolina} (13203,125 + 1,42) = 248,6 \text{ [l/min]}$$

$$m_{gasolina} (13204,545) \text{ [l/kg]} = 248,6 \text{ [l/min]}$$

$$m_{gasolina} = \frac{248,6 \text{ [l/min]}}{(13204,545) \text{ [l/kg]}}$$

$$m_{gasolina} = 0,019 \frac{\text{[l/min]}}{\text{[l/kg]}}$$

$$m_{gasolina} = 0,019 \frac{\text{kg}}{\text{min}}$$

Masa de la gasolina en un galón:

Densidad del gasolina=0,7 kg/l

$$\rho = \frac{m}{v} [kg/m^3]$$

$$\rho * v = m[kg]$$

$$0,7 * 3,78 = m[kg]$$

$$2,64 = m[kg]$$

Consumo del combustible en galones/km:

$$0,019 \frac{kg}{min} * \frac{1galon}{2,64 kg} * \frac{60 min}{1h} = 0,43 \frac{galones}{h}$$

$$\frac{0,43 \frac{galones}{h}}{45 \frac{km}{h}} = 0,009 galones/km$$

Se concluye que si un vehículo recorre el consumo del combustible es de 47,77 km por 1 galones.

TIEMPO DE INYECCION:

$$T_{GLP} > T_{GASOLINA}$$

GASOLINA:

DATOS:

Cilindrada del motor 800 cc = 267 cm³

Numero de cilindros = 3

Densidad del aire = 1,28 kg/m³

Densidad del combustible = 850 kg/m³

$V_{cilin} = 267 cm^3$

Relación aire/combustible del vehículo a gasolina en masa:

$$r_{aire/comb} = \frac{14,08 \text{ kg aire}}{1 \text{ kg comb. gasol.}}$$

Relación aire/combustible del vehículo a gasolina en Volumen:

$$r_{aire/comb} = \frac{14,08 \text{ kg aire}/1,28 \text{ kg/m}^3}{1 \text{ kg comb}/850 \text{ kg/m}^3}$$

$$r_{aire/comb} = \frac{9423,62 \text{ m}^3 \text{ de aire}}{1 \text{ m}^3 \text{ de comb.}}$$

$$r_{aire/comb} = \frac{9423,62 \text{ cm}^3 \text{ de aire}}{1 \text{ cm}^3 \text{ de comb.}}$$

si el volumen es $267 \text{ cm}^3 \rightarrow (V_{aire} + V_{combustible})$

$$267 \text{ cm}^3 = 9423,62 V_{combustible} + V_{combustible}$$

$$267 = 9423,62 V_{combustible}$$

$$V_{combustible} = 0.0283 \text{ cm}^3$$

$$V_{aire} = 266,97 \text{ cm}^3$$

GLP:

DATOS:

Cilindrada del motor 800 cc = 267 cm^3

Numero de cilindros = 3

Densidad del aire = $1,27 \text{ kg/m}^3$

Densidad del GLP = $0,56 \text{ kg/L} = 560 \text{ Kg/m}^3$

$V_{cilin} = 267 \text{ cm}^3$

Relación aire/combustible del vehículo a GLP en masa:

$$r_{aire/comb} = \frac{13,10 \text{ kg aire}}{1 \text{ kg de GLP}}$$

Relación aire/combustible del vehículo a gasolina en Volumen:

$$r_{aire/comb} = \frac{14,08 \text{ kg aire}/1,27 \text{ kg}/ \text{m}^3}{1 \text{ kg comb}/560 \text{ kg}/ \text{m}^3}$$

$$r_{aire/comb} = \frac{5776,37 \text{ m}^3 \text{ de aire}}{1 \text{ m}^3 \text{ de GLP.}}$$

$$r_{aire/comb} = \frac{5776,37 \text{ cm}^3 \text{ de aire}}{1 \text{ cm}^3 \text{ de comb.}}$$

si el volumen es 267cm³ → (V_{aire} + V_{combustible})

$$267 \text{ cm}^3 = 5776,37 V_{combustible} + V_{combustible}$$

$$267 = 5776,37 V_{combustible}$$

$$V_{combustible} = 0,0462 \text{ cm}^3 \text{ de GLP}$$

$$V_{aire} = 266,95 \text{ cm}^3 \text{ de GLP.}$$

TABLA:

	Aire (cm³)	Combustible(cm³)
GLP	266,95	0,0462
Gasolina	266,97	0,0283

Se concluye que el tiempo de inyección de GLP con respecto al tiempo de inyección de gasolina es:

$$\frac{0,0462}{0,0283} = 1,63 \text{ veces mas que el tiempo de inyeccion de gasolina}$$

3.3. Se analizó los resultados obtenidos de la prueba, para obtener los valores óptimos de funcionamiento tales como RPM, Presión del combustible, depresión en el múltiple de admisión, temperatura del líquido refrigerante, el porcentaje de plena carga del motor de combustión interna, y la tensión de la batería.

Los resultados obtenidos de la prueba como es la RPM del motor tiene que concordar con el valor del software por ejemplo si el valor de RPM en ralentí es de

750 revoluciones por minuto en software tiene que indicar el mismo valor de esa forma se concluye que logramos obtener el valor real para la prueba.

Presión del combustible, en el vehículo de prueba es 1.15 BAR de presión de gas debido a la cilindrada cubica.

La depresión en el múltiple de admisión, el valor optimo a utilizar 0.25 BARES DE DEPRESION.

Temperatura del líquido refrigerante, tiene que estar de acuerdo a la temperatura del refrigerante del motor es 85 °C.

El porcentaje de plena carga del motor de combustión interna, varía de acuerdo a las condiciones de operación del vehículo y se da en porcentaje %.

La tensión de la batería, es de 14.5 voltios.

IV. DISCUSIÓN

La discusión de los resultados es determinar el significado de los resultados, para su comparación con otros estudios realizados, siguiendo el mismo u otro modelo, para éste caso, en el presente trabajo de investigación se plantea realizar una comparación de los rendimiento del funcionamiento del motor que utiliza GLP, con los resultados del software STAG 200 EASY.

Los parámetros que se obtuvieron, están dentro del rango especificado por el fabricante, por decir:

a) En los tiempos de inyección en cada inyector, la variación entre ellos es pequeña es decir existe una sostenibilidad de los valores, con una amplitud desde 3,87 hasta 3,95 milisegundos.

Para la determinación de los consumos de combustible en función al tiempo de inyección, se tiene en cuenta el diámetro del inyector, debido a que con el parámetro de caudal (en mm³/s), se puede determinar el consumo de combustible en galones por hora.

El aumento o disminución del tiempo de inyección, indicará mayor o menor cantidad de combustible, sin embargo, el tiempo de inyección, depende de varias variables como son la temperatura del motor, la temperatura del GLP, la presión de GLP, el Número de RPM.

b) El número de RPM del motor, cuando utiliza gasolina y GLP, tienen divergencia debido fundamentalmente a los siguientes aspectos:

- Cuando utiliza GLP, el octanaje del combustible es superior a los 100 octanos, por lo tanto la velocidad de rotación del motor, tiende a ser mayor en un 12%.
- Cuando utiliza Gasolina, el régimen del motor, está dado por la regulación electrónica del motor; por lo cual su regulación se limita a los sensores del motor.
- El número de RPM, indica cuantas veces se realizará las inyecciones; sin embargo es preciso señalar que por ser motores de combustión interna con inyección indirecta, es decir fuera del cilindro, existe relación directa entre el número de RPM y el consumo de GLP.

c) En cuanto a los niveles de presiones del múltiple de admisión y la presión del GLP, están dentro de lo estipulado por el fabricante, sin embargo, se muestra cierta distorsión cuando la carga del vehículo se incrementa. El número de RPM del motor cuando usa GLP es de 2170 RPM, a presión invariable en el múltiple de admisión, con un valor de 0,28 mm de columna de mercurio (depresión).

d) Se evaluó asimismo la cantidad de adición de aire con el cual funciona el motor cuando utiliza GLP y gasolina; ese factor denominado lambda, indicará si la mezcla es rica o pobre. Con un valor lambda superior a 0,07 del factor lambda, siendo 1 a mezcla estequiometría.

Es conveniente, que el motor tenga hasta una 10 por ciento de exceso de aire, porque ello garantiza un consumo menor a lo estequiométrico, que hace que la regulación de la unidad de control, en cuanto al tiempo de inyección.

e) En cuanto a las temperaturas del reductor del GLP, el valor que optimiza el funcionamiento es de 79 grados centígrados, valor que está debajo de valor de la temperatura del motor que es de 82 grados.

f) La temperatura del gas al ingreso al motor es de 61 grados centígrados, ésta temperatura es la del GLP, cuando ingresa hacia el múltiple de admisión. El estado termodinámico del GLP, estará en fase gaseosa; éste cambio de fase se realizó en el vaporizador, que utiliza el refrigerante del radiador.

g) Finalmente, la tensión de la batería, es un parámetro fundamental en el funcionamiento del sistema, debido a que una variación menor al 5% de la tensión, los parámetros que envían los sensores como señales eléctricas, y en términos de tensión. El valor que registró el software fue de 13,72 Voltios la tensión de la batería.

V. CONCLUSIONES.

- **(Primer objetivo específico)** Se concluyó que el software Stag-200 EASY, para su uso en pruebas y análisis emplea una secuencia de pasos, como: detalle de ejecución de secuencia del software stag-200 Easy, actualización del firmware, configuración de parámetros, secuencia de análisis, auto-calibración, analizar intersección del multiplicador, recaudar estrategia en ruta, recopilación del mapa de gasolina (curva azul), recopilación del mapa de gas (curva verde), analizar la desviación, activación del primer autoajuste, activación del segundo autoajuste.

- **(Segundo objetivo específico)** Se ha calculado y analizado el rendimiento de un sistema de alimentación de GLP para el motor Hyundai 0.8L de cilindrada para demostrar el sistema dual es de bajo costo, que permite un trabajo económico, confiable y de bajas emisiones tóxicas del motor. La conversión de gasolina a GLP del automóvil con motor Hyundai, permite un trabajo estable y confiable del motor en los regímenes de arranque, ralentí, medianas y altas cargas, y en los regímenes transitorios del motor.
- Se concluye que si un vehículo recorre 19,2 km el consumo del combustible es de 3,78 litros en gasolina.
- Se concluye que si un vehículo recorre el consumo del combustible es de 47,77 km por 1 galones en GLP.
- **(Tercer objetivo específico)** El regulador-reductor de presión mantiene una temperatura ligeramente superior a la atmosférica, es decir, similar a las condiciones de diseño y no sufre problemas de congelamiento, obstrucción o calentamiento. La máxima velocidad, aceleración y capacidad de carga del automóvil con alimentación de GLP, con este sistema, es similar que con gasolina. Con el aumento de conversiones de vehículos de Gasolina a GLP se reducirán las emisiones de gases tóxicos al medio ambiente. Se demostró al público en general que el rendimiento en vehículos a GLP es similar al de vehículos a gasolina y que este posee muy buenos beneficios económicos.

VI. RECOMENDACIONES

- Para convertir un vehículo a GLP es necesario acudir a un centro de servicio especializado, para instalar el equipo específico ya sea de almacenamiento, un reductor, una red de cañerías, riel de inyectores o una UCE.
- Evitar el contacto de la piel con el GLP, porque se puede quemar como si haya hecho con fuego, no siendo absolutamente venenoso, se aconseja no

respirar GLP ya que posee características anestésicas y es almacenado en un tanque que está diseñado para guardarlo en estado líquido bajo presión.

- Después de instalar el equipo, por norma del fabricante, se revisan dos veces las conexiones, a fin de verificar la inexistencia de fugas en todo el sistema.
- En casos de fugas o rupturas de tanques, siempre se procederá a girar estos hasta colocar la fuga en la zona de vapor, recuerde que el GLP se almacena como líquido vapor en equilibrio, para taponear la fuga se coloca un trapo húmedo en la zona agrietada o rota.
- Nunca realice algún mantenimiento o reparación al tanque de GLP que se sospeche pudiera contener cualquier cantidad mínima de GLP.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ARIAS PAZ M. (1990) Manual de Automóviles Edición 50ª editorial Dossat S.A Ciudad Madrid España
- GERSCHLER. (2005). Tecnología del automóvil. 20va edición. Barcelona. 2005.
- BORER Max. GERSCHLER, Hellmut. GOBWEILER, Heinz (1990) Tecnología Del Automóvil GTZ.
- LABARTHE, Luis y otros. GLP y Aplicaciones. Única. 2009. España
- GRUPO DE AUTORES TÉCNICOS INSTALADORES DE SEDIGAS. Manual Para Instaladores Autorizados De Gas. 2ª edición. Perú. 2011.
- LABARTHE, Luis y otros. GLP y Aplicaciones. Única. 2009.
- <http://www.motorglp.com>
- GRUPO DE AUTORES TÉCNICOS. Manual de Conocimientos Prácticos para instaladores de gas. España. 2007.
- GRUPO DE AUTORES TÉCNICOS INSTALADORES DE SEDIGAS. Manual Para Instaladores Autorizados De Gas. 2ª edición. Perú. 2011.

- ARAPER 2013. (Asociación de Representantes Automotrices del Perú). Crecimiento de venta de autos en el PERÚ <http://araper.pe/index.php?item3=1&item4=93&item5=36> (Consultado el 17 de septiembre del 2013)
- CIES consorcio de investigación económica y social .Conversión de vehículos a gas licuado de Petróleo y limpieza del aire en el centro histórico de Trujillo. <http://cies.org.pe/analisis/57/zegarra/conversion-vehiculos-glp> (Consultado el 17 de septiembre del 2013)
- ESPIGARES, Manuel Martín. 2003. Estado del arte de uso del gas de gasificación termoquímica de biomasa (GG) en motores de combustión interna alternativos. Convenio cátedra de motores escuela técnica superior de ingenieros industriales universidad politécnica de Madrid centro de investigación energética, medioambientales y tecnológicas
- CIEMAT. – Galarza, Cristian. Tapia, Santiago. (2005). Adaptación de un sistema de combustible con la utilización de GLP a un motor de gasolina TOYOTA 5R. <https://wpc.mobis.co.kr/Login.jsp> (consultado 18 de septiembre 2013).
- PAYRI GONZALES Y MARTÍN DIAZ. 2010. Motores alternativos (España: limusa S.A.C). – Payri Gonzales y M.Muñoz.1985 .motores de combustión interna alternativos (España: graficas mar-car, S.A.C).
- RICHARD WIDMAN 2005 “El Mantenimiento de Motores de Autos Convertidos a GNC o GLP”. Boletín #18 programa de Boletines Informativos mensuales

ANEXOS



Anexo 01

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS ENCUESTA

Objetivo de la Encuesta: Conocer la realidad de la problemática del sector automotriz en cuanto al uso del GLP, como combustible en la ciudad de Chiclayo.

Lugar de Realización: Chiclayo.

Fecha: Enero – Julio 2016.

Instrucciones: Leer cuidadosamente cada pregunta y responder con la mayor sinceridad posible.

Pregunta Nº 1.

¿Usted como propietario de un vehículo cree que adaptando el sistema dual gasolina/GLP al motor incrementaría la potencia?, ¿Por qué?

Si..... No.....

Porqué:

Pregunta Nº 2.

¿Usted cree que con el sistema de adaptación de combustible de gasolina/GLP se consumiría más o menos combustible? ¿En qué porcentaje estima usted ese valor?

Si..... No.....

Porcentaje.....

Pregunta Nº 3

¿Usted nota alguna pérdida de potencia en su motor cuando funciona con el sistema dual gasolina/GLP? ¿Qué cambios significativos ha observado?

Si..... No.....

Cambios observados.....

Pregunta Nº 4

¿Usted conoce los elementos del sistema dual gasolina/GLP de su motor?

Si..... No..... Enumere los elementos

1.

2.

3.

4.

Pregunta Nº 5

¿Cree que con el sistema dual gasolina/GLP contaminara más el medio ambiente?

Si..... No..... ¿Cómo lo cuantifica?

.....

Pregunta Nº6

¿Sabía que utilizando el sistema dual gasolina/GLP hay más ahorro de combustible?

¿Por qué?

Si..... No.....

Porqué:

Pregunta Nº7

¿Tiene afinidad por los motores convertidos al sistema dual gasolina/GLP?

Si..... No.....

Porqué:

Pregunta Nº8

¿Usted cree que los técnicos de talleres que se dedican al sistema de conversión están capacitados para realizar la conversión y calibración del sistema dual gasolina/GLP?,
Cuál es su opinión al respecto

Si..... No.....

Opinión.....

Pregunta Nº 9

¿Utiliza aditivos para el sistema dual gasolina/GLP en su motor?

Si..... No.....

Porqué:

Pregunta Nº10

¿Usted sabe cómo funciona el sistema dual gasolina/GLP?

Si..... No.....

Porqué:

Anexo 2

Análisis de la Información de la Encuesta Aplicada.

Se muestra de manera detallada, la información que se ha obtenido luego de haber aplicado la encuesta, dicho análisis se realiza de manera independiente, es decir por cada pregunta realizada.

La encuesta se realizó a 100 Personas, que están ligadas al sector automotriz, específicamente al servicio de taxi, entre propietarios y conductores de los vehículos convertidos a GLP.

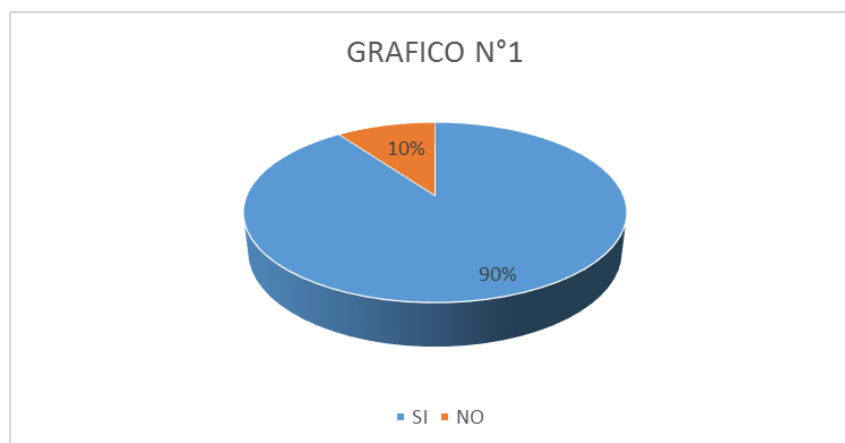
Pregunta N° 1

¿Usted como propietario de un vehículo cree que adaptando el sistema dual gasolina/GLP al motor incrementaría la potencia?

Resultado:

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	90	10
PORCENTAJE	90%	10%

Gráfica:



Análisis:

En esta pregunta consultada a 100 personas el 90% de los señores propietarios y mecánicos de talleres de vehículos nos dijeron que si incrementaría la potencia ya que el gas tiene mayor octanaje que la gasolina, nos aumentaría la potencia para

un mejor rendimiento del motor. El 10% nos dieron su opinión que no mejoraría porque es gas pierde potencia al motor.

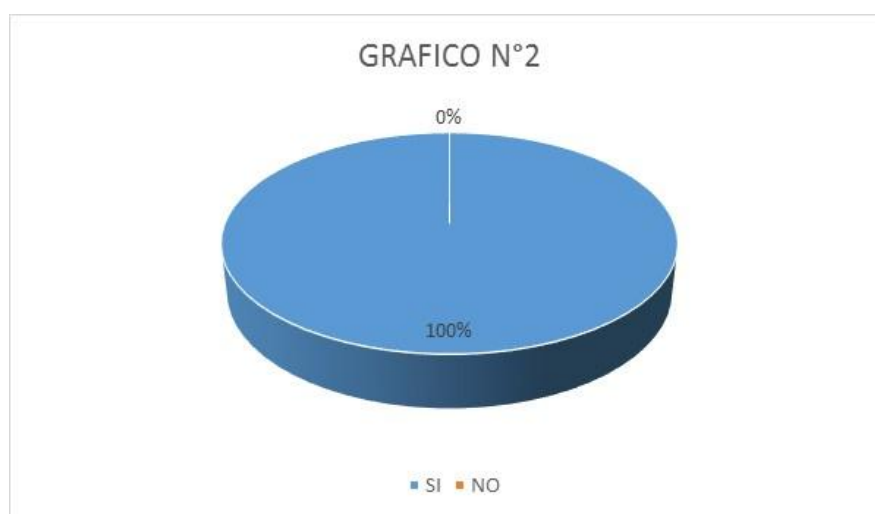
Pregunta N° 2.

¿Usted cree que con el sistema de adaptación de combustible de gasolina/GLP se consumiría más o menos combustible?

Resultado:

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	100	0
PORCENTAJE	100%	0%

Gráfica:



Análisis:

En esta pregunta el 100% está de acuerdo que con el sistema de adaptación de combustible de gasolina/GLP se consumiría más combustible.

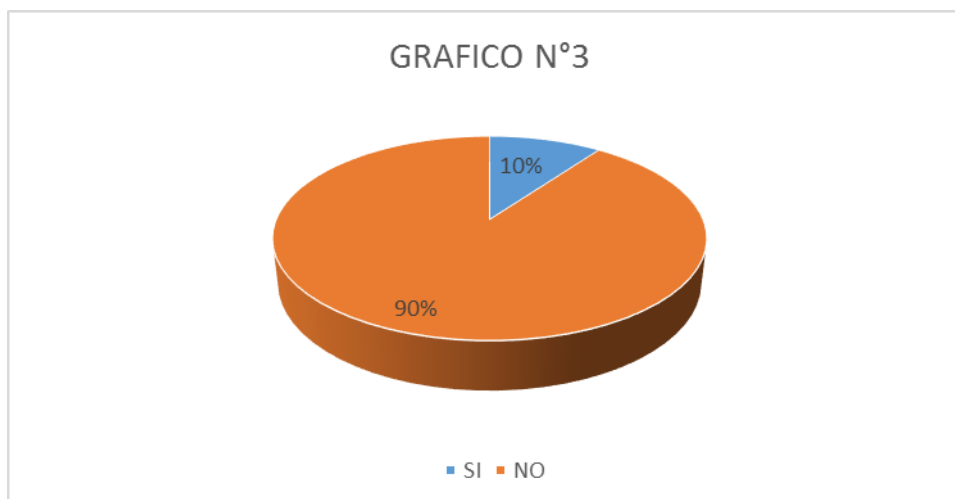
Pregunta N° 3

¿Usted nota alguna pérdida de potencia en su motor cuando funciona con el sistema dual gasolina/GLP?

Resultado:

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	10	90
PORCENTAJE	10%	90%

Gráfica:



Análisis:

El 10% de los encuestados nos dice que si hay pérdida de potencia en el motor, pero el 90% no tienen respuesta a la pregunta mencionada.

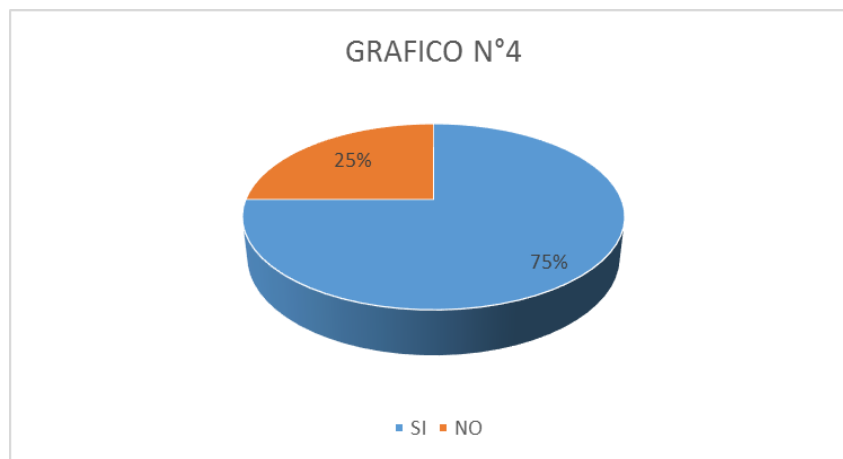
Pregunta N° 4

¿Usted conoce las partes del sistema dual gasolina/GLP de su motor?

Resultado:

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	75	25
PORCENTAJE	75%	25%

Gráfica.



Análisis:

Con lo referente a esta pregunta el 25% no tiene conocimiento de las partes del sistema dual gasolina/GLP en los automóviles, el 75% si tiene conocimiento del funcionamiento y sus partes que le conforman por pasar mayor tiempo con sus vehículos.

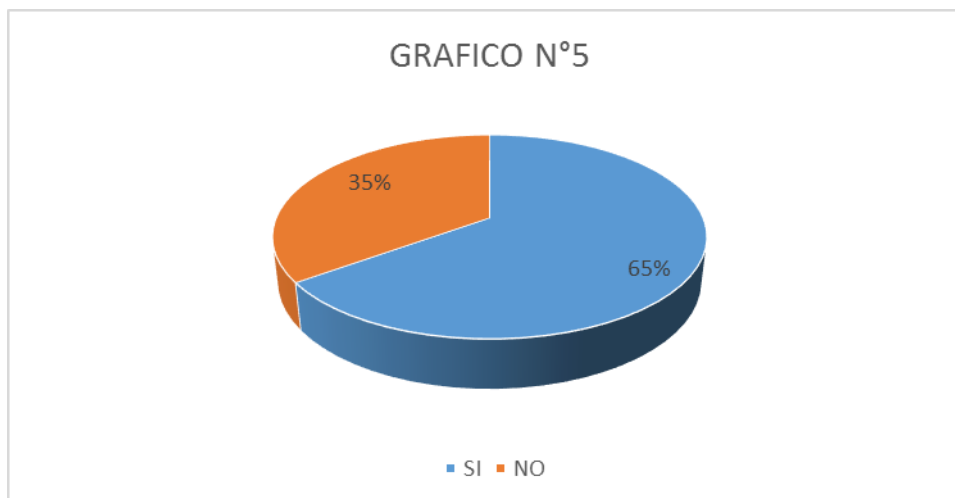
Pregunta N° 5

¿Cree que con el sistema dual gasolina/GLP contaminara más el medio ambiente?

Resultados:

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	65	35
PORCENTAJE	65%	35%

Gráfica.



Análisis

En cuanto a esta pregunta el 65% nos dicen que si hay contaminación ambiental, pero el 35% no dicen no contaminaríamos el medio ambiente porque el gas es más limpio.

Pregunta N°6

¿Sabía que utilizando el sistema dual gasolina/GLP hay más ahorro de combustible?

Resultados:

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	95	5
PORCENTAJE	95%	5%

Gráfica:



Análisis:

Con lo referente a esta pregunta el 95% conoce que si hay un ahorro de combustible en el motor, pero el 5% desconoce si hay ahorro de combustible.

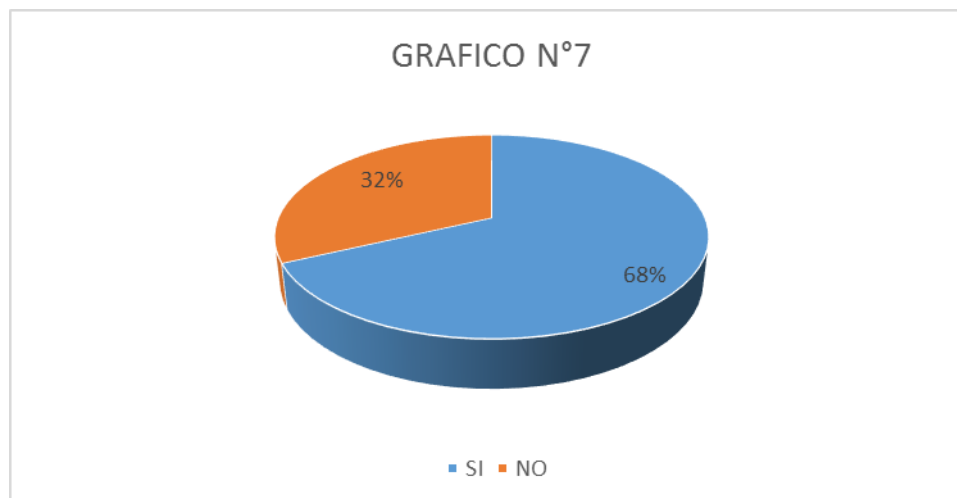
Pregunta N°7

¿Tiene afinidad por los motores convertidos al sistema dual gasolina/GLP?

Resultados.

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	68	32
PORCENTAJE	68%	32%

Gráfica



Análisis:

Con la opinión de las diferentes encuestas el 68% nos dice que si tiene afinidad por los motores instalados al sistema dual, pero el 32% nos dice que no tiene afinidad por los motores o vehículos convertidos al sistema dual gasolina/GLP.

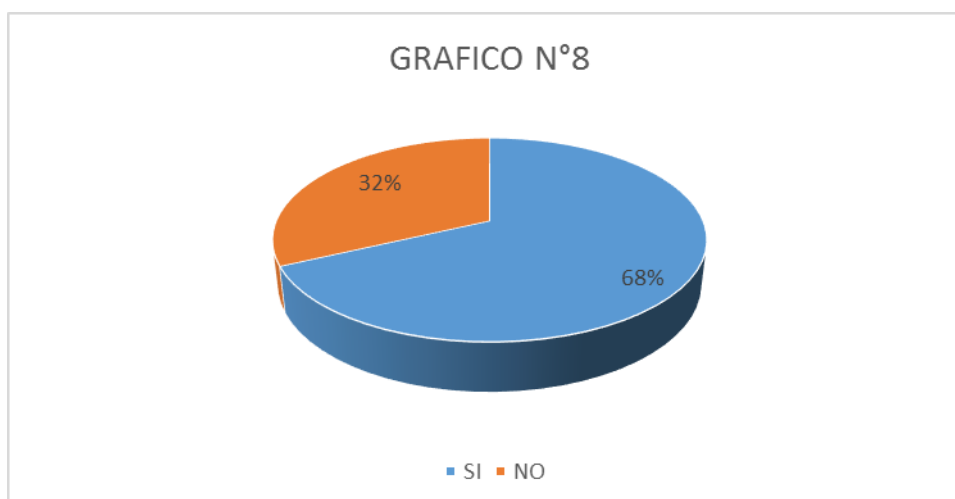
Pregunta N°8

¿Usted cree que los técnicos de talleres que se dedican al sistema de conversión están capacitados para realizar la conversión y calibración del sistema dual gasolina/GLP?

Resultados

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	68	32
PORCENTAJE	68%	32%

Gráfica.



Análisis:

En esta pregunta el 68% dicen que si conocen y si lo efectúan una buena instalación y calibración a sus vehículos, pero el 32% están en desacuerdo porque la mayoría de talleres son informales y el personal que labora es empírico.

Pregunta N° 9

¿Utiliza aditivos para el sistema dual gasolina/GLP en su motor?

Resultados:

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	0	100
PORCENTAJE	0%	100%

Gráfica.



Análisis:

En esta pregunta el 100% no utiliza aditivos en el sistema dual gasolina/GLP y desconocen de la pregunta mencionada.

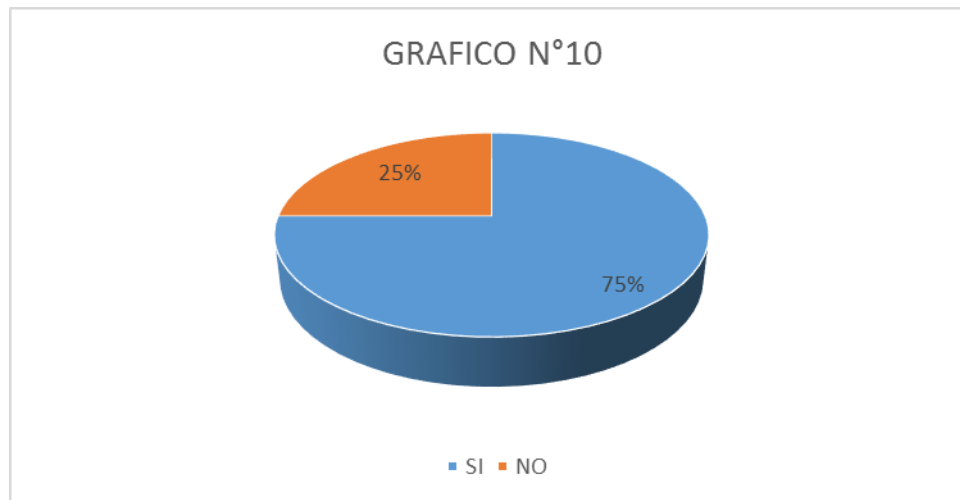
Pregunta N°10

¿Usted sabe cómo funciona el sistema dual gasolina/GLP?

Resultados.

VARIABLE	SI	NO
FRECUENCIA	75	25
PORCENTAJE	75%	25%

Gráfica



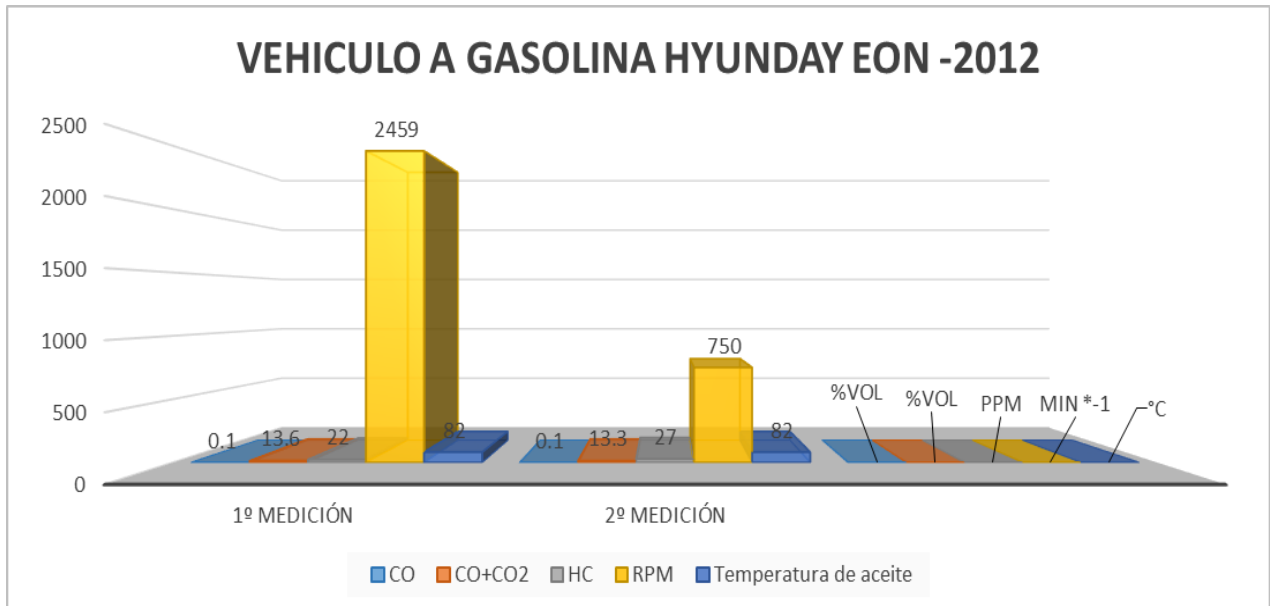
Análisis:

EL 75% afirma que si saben el funcionamiento del sistema dual, 25% no sabe cómo funciona el sistema porque el taller no instruyo en el manejo del sistema, los cuidados y recomendaciones que debe hacer.

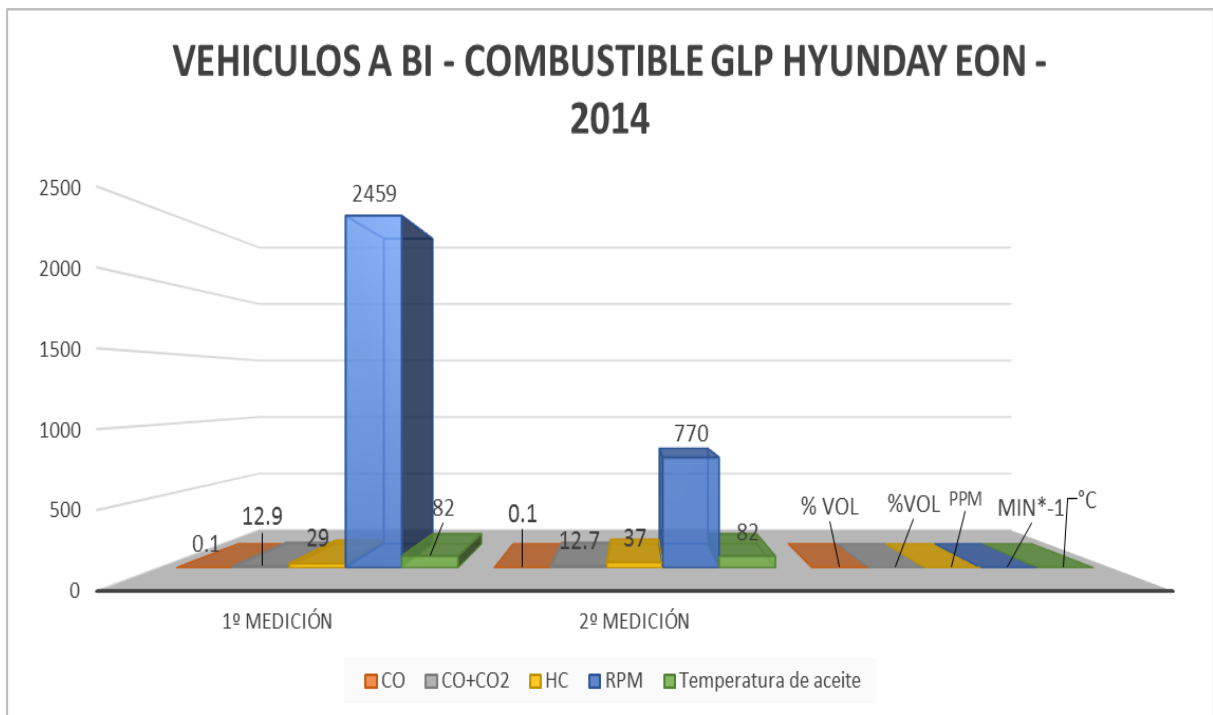
Anexo 3

RESULTADOS DE PRUEBAS DE ANALISIS DE GASES DE LOS VEHICULOS DE MUESTRA DE LA PRESENTE TESIS.

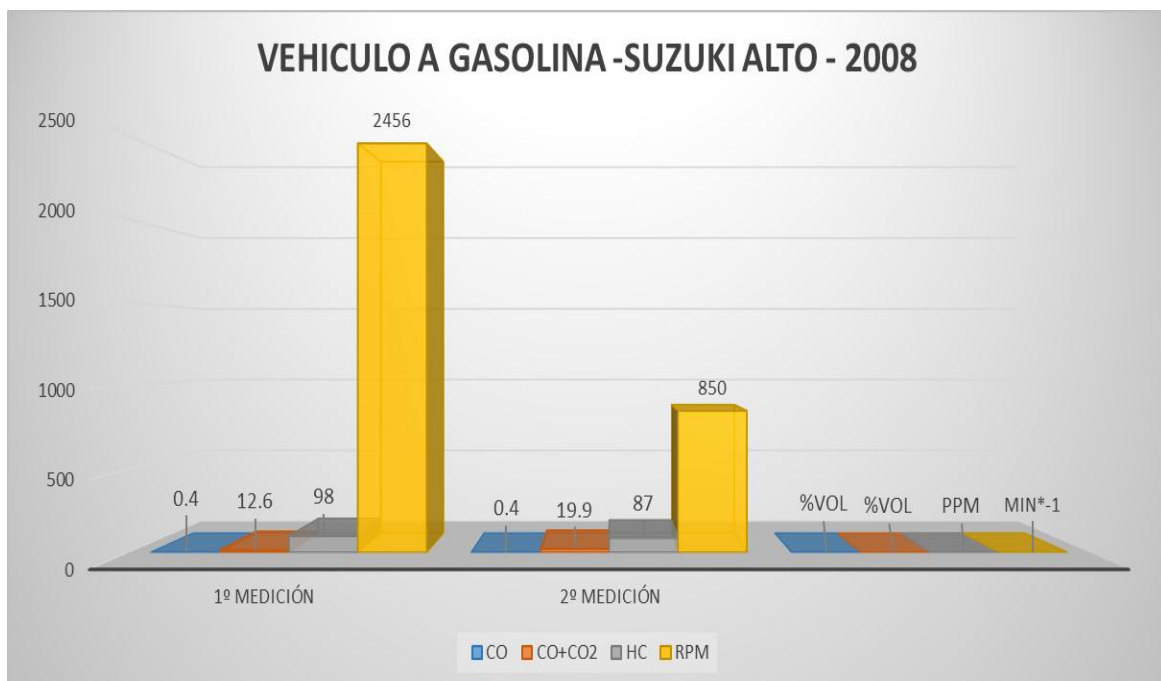
VEHÍCULOS A GASOLINA			
HYUNDAI EON 2012	1º medición	2º medición	
CO	0.1	0.1	% Vol.
CO+CO2	13.6	13.3	% Vol.
HC	22	27	ppm
RPM	2459	750	min ⁻¹
Temperatura de aceite	82	82	°C



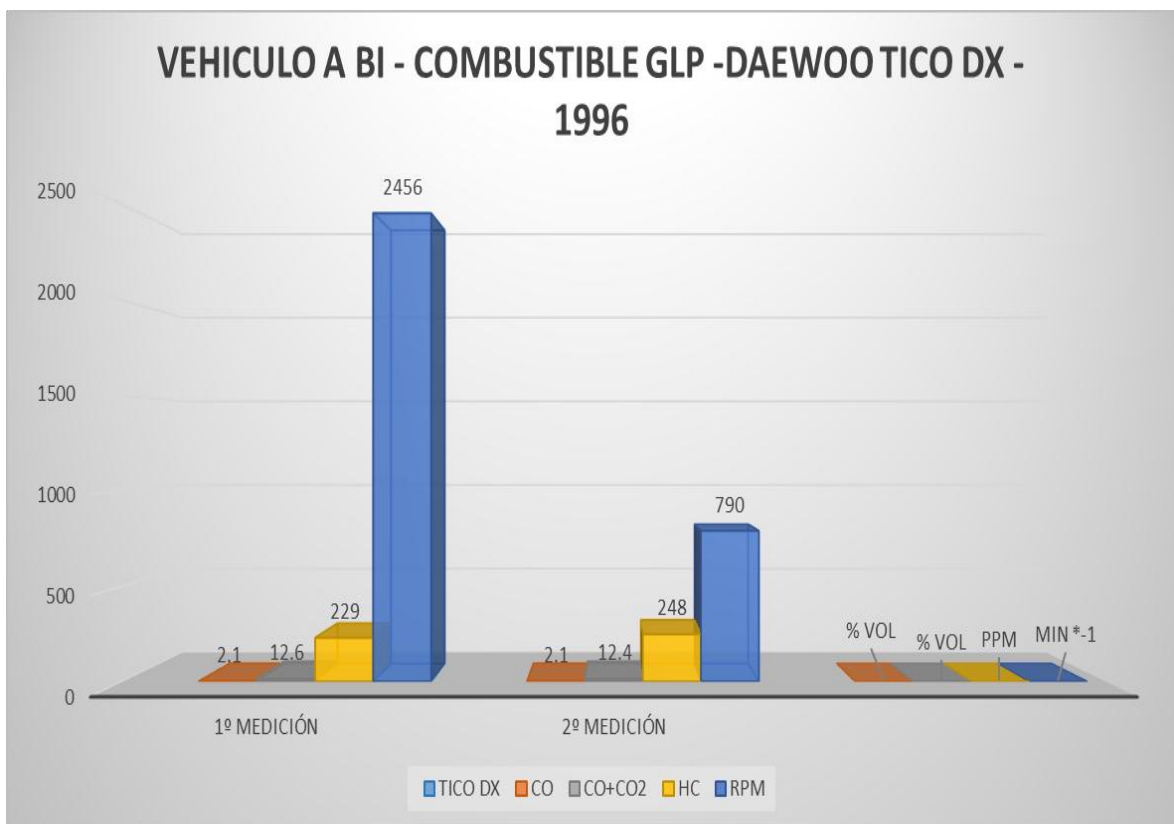
VEHÍCULOS A BI-COMBUSTIBLE GLP			
HYUNDAI EON 2014	1º medición	2º medición	
CO	0.1	0.1	% Vol.
CO+CO2	12.9	12.7	% Vol.
HC	29	37	ppm
RPM	2459	770	min ⁻¹
Temperatura de aceite	82	82	°C



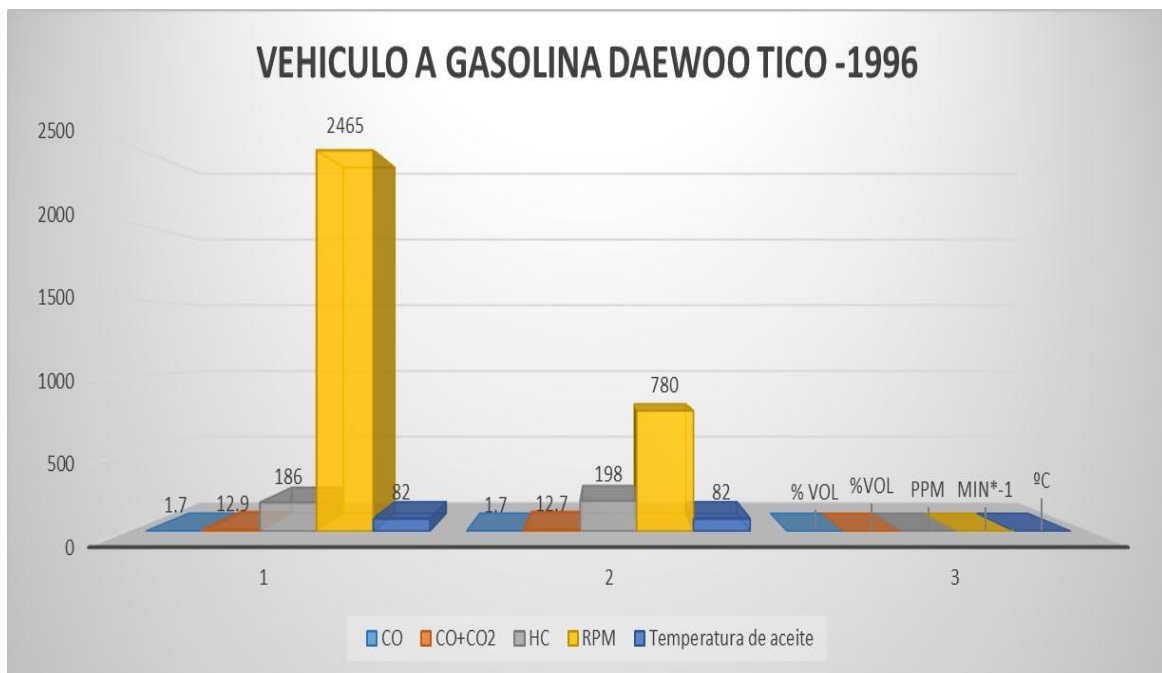
VEHÍCULOS A GASOLINA			
SUZUKI ALTO 2008	1º medición	2º medición	
CO	0.4	0.4	% Vol.
CO+CO2	12.6	19.9	% Vol.
HC	98	87	ppm
RPM	2456	850	min^-1



Vehículos a Bi-combustible GLP			
DAEWOO TICO DX 1996	1º medición	2º medición	
CO	2.1	2.1	% Vol.
CO+CO2	12.6	12.4	% Vol.
HC	229	248	ppm
RPM	2456	790	min ⁻¹



Vehículos a gasolina			
DAEWOO TICO-1996	1º medición	2º medición	
CO	1.7	1.7	% Vol.
CO+CO2	12.9	12.7	% Vol.
HC	186	198	ppm
RPM	2465	780	min ⁻¹
Temperatura de aceite	82	82	°C



Vehículos a Bi-combustible GLP			
HYUNDAI EXCEL LS 1996	1º medición	2º medición	
CO	2.5	2.5	% Vol.
CO+CO2	13.2	12.8	% Vol.
HC	286	298	ppm
RPM	2449	810	min ⁻¹
Temperatura de aceite	82	82	°C

