



**METODOLOGÍA PARA EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO
DE EQUIPOS PARA CONVERSIÓN A GAS NATURAL EN
MOTORES DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA
OBDII**

MISAEEL CRUZ RODRIGUEZ
FRANK GARCIA GIL

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.

2005

**METODOLOGÍA PARA EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO
DE EQUIPOS PARA CONVERSIÓN A GAS NATURAL EN
MOTORES DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA
OBDII**

MISAEEL CRUZ RODRIGUEZ
(Coordinador de Inspectores ICONTEC)

FRANK GARCIA GIL

**Trabajo final del Minor Mantenimiento Industrial para optar el título de
Ingeniero Mecánico**

Director
JUAN FAJARDO C.
Ing. Mecánico

Asesor
Juan Grau escobar
Gerente Taller Mekanos

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR



**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

2005

Cartagena de indias, 21 de Noviembre del 2005

Señores

COMITÉ PROYECTO DE GRADO

Facultad de Ingeniería Mecánica

La Ciudad

Distinguidos señores:

Por medio de la presente, me permito someter a su consideración la monografía titulada **“METODOLOGÍA PARA EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA CONVERSIÓN A GAS NATURAL EN MOTORES DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA OBDII”**

Certifico como Asesor que esta tesis cumple con los objetivos propuestos y que, por lo tanto, califica como requisito para optar el título de Ingeniero Mecánico.

Atentamente,

JUAN GABRIEL FAJARDO CUADRO



Cartagena de indias, 21 de Noviembre del 2005

Señores

COMITÉ PROYECTO DE GRADO

Facultad de Ingeniería Mecánica

La Ciudad

Distinguidos señores.

Por medio de la presente nos permitimos informarles que el proyecto de monografía titulado **“METODOLOGÍA PARA EL MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS PARA CONVERSIÓN A GAS NATURAL EN MOTORES DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA OBDII”** ha sido desarrollado de acuerdo a los objetivos establecidos.

Como autores del proyecto consideramos que el trabajo es satisfactorio y amerita ser presentado ante ustedes.

Cordialmente,

MISAEEL CRUZ RODRIGUEZ

FRANK GARCIA GIL



Artículo 107.

La Universidad Tecnológica de Bolívar,
se reserva el derecho de propiedad
intelectual de todos los trabajos de grado
aprobados y no pueden ser explotados
comercialmente sin su autorización.

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias D. T. y C. 21 de Noviembre del 2005



A Dios, por que nunca me abandonó por mas duro que fuera el camino y siempre me ayudó a levantarme por mas grande que fuera el tropiezo.

A mi padre, porque siempre creyó en mi y nunca desfalleció en su esfuerzo por realizarme como profesional, te agradezco mucho tu apoyo, sin ti este logro nunca hubiese sido posible. Muchas gracias.

A mi madre, por su apoyo espiritual y sabios consejos, siempre estuviste ahí a lo largo de este camino brindandome una palabra de aliento.

FRANK GARCIA GIL



A Dios por guiarme en todo momento y no dejarme desfallecer en este duro recorrido de la vida.

A mis padres por su apoyo incondicional, entrega y sacrificio por estar ahí en todos momentos

.

A mis hermanos y novia por su apoyo y no dejarme renunciar por muy duro que pareciera. Gracias.

MISAEEL CRUZ RODRIGUEZ



AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a:

JUAN FAJARDO CUADRO, Director del proyecto, gracias por su colaboración en todo momento.

JUAN GRAU ESOBAR, por su interés en sacar adelante este proyecto y su oportuna colaboración.

TALLER MEKANOS, por facilitarnos sus instalaciones para realizar este estudio.

JUAN CAMILO CRUZ, por su colaboración.

ALT 64, por facilitarnos sus equipos informáticos.

A todos muchas gracias, sin ustedes esto no hubiese sido posible.



TABLA DE CONTENIDO

x

	Pag.
LISTA DE TABLAS	
LISTA DE FIGURAS	
CAPITULO 1	1
Introducción	1
1.1 Objetivo General	3
1.2 Objetivos Específicos	3
CAPITULO 2	4
GENERALIDADES DEL GNC	4
2.1 Que es el Gas Natural	4
2.2 Propiedades del Gas Natural	5
2.2.1 Densidad de Vapor	5
2.2.2 Temperatura de Encendido	5
2.2.3 Números de Octanos	5
2.2.4 Relación de Compresión	5
2.2.5 Toxicidad	5
2.2.6 Relación Aire Combustible	5
2.2.7 Presión de Almacenamiento	5
2.2.8 Inflamabilidad	6
2.2.9 Avance de Encendido	6
2.2.10 Tiempo de Encendido	6
2.3 Ventajas y Desventajas	6
2.3.1 Ventajas del GNCV	6
2.3.2 Desventajas del GNCV	8
CAPITULO 3	9
FALLAS DE MOTORES CONVERTIDOS A GNCV	9
3.1 Causa de Falla	9
3.2 Explosiones por Admisión en Motores Convertidos a GNCV	9
3.2.1 Solución de Problema	10



3.3	Falla de las Válvulas de Motores a Gas	xi2
	CAPITULO 4	20
	SISTEMA DE DIAGNOSTICO DE SEGUNDA GENERACION	20
4.1	Que es el OBDII	20
	CAPITULO 5	23
	EQUIPOS DE CONVERSION	23
5.1	Equipos de Segunda Generación	23
5.2	Kit de Conversión	23
5.2.1	Regulador	23
5.2.2	Valvula de Llenado	25
5.2.3	Conmutador de Nivel	25
5.2.4	Tubería de Alta Presión	26
5.2.5	Bolsa de Accesorios	26
5.3	Otros Componentes	26
5.3.1	Valvula del Cilindro	26
5.3.2	Dispositivo de Avance	27
5.3.3	Simulador de Inyectores	27
5.3.4	Mezclador	27
5.3.5	Simulador de Sonda Lamda	28
	CAPITULO 6	31
	METODOLOGIA PARA EL MONTAJE DE EQUIPOS DE CONVERSION A GAS NATURAL PARA LA FORD TRITON 8V	31
6.1	Recepción y Control del Vehiculo	31
6.2	Control de Estado de Encendido	31
6.3	Control de Chasis y Zonas de Fijación	32
6.4	Montaje de la Valvula de Llenado	32
6.4.1	Elección del Lugar	32
6.4.2	Montaje del Reductor	33
6.4.2.1	Elección del Lugar	33
6.4.2.2	Conexión de la Calefacción	33



6.4.2.3	Posición Relativa del Regulador	34
6.5	Conexión de la Tubería	35
6.6	Montaje del Mezclador	35
6.6.1	Mezclador Para GNC	35
6.7	Posición Relativa de la Valvula de Potencia	35
6.8	Circuito Eléctrico de Inyección Electrónica	36
6.9	Unidad de Control Landa	38
6.10	Unidad Microprocesadora	38
6.11	Sensor de Sonda Landa	39
6.12	Instalación de Valvula de Cilindro	40
6.13	Instalación de Cilindro	40
	CAPITULO 7	42
	NORMATIVIDAD PARA INSTALACION DE EQUIPOS DE GAS NATURAL	42
	CAPITULO 8	50
	CRITICIDAD EN LOS EQUIPOS	50
	CAPITULO 9	54
	DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE CONVERSIÓN A GNCV MONTADO EN UN FORD TRITON 8V	54
9.1	Mantenimiento en los Equipos Críticos	54
9.2	Mantenimiento en Cilindro	54
9.3	Herraje	55
9.4	Valvula de Cilindro y Llenado	56
9.5	Tubería de Alta Presión	56
9.6	Regulador de Alta Presión	56
9.7	Manómetro y Conmutador	56
9.8	Otros Controles	57
	CAPITULO 10	58
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
	ANEXOS	59
	REFERENCIAS	60



LISTA DE TABLAS

	xiii
	Pag.
Tabla 1.1 Emisiones Contaminantes Promedio de Combustibles	2
Tabla 2.1 Composición Química de los Diferentes Combustibles	4
Tabla 3.1 Composición Química de los Materiales de las Válvulas	12
Tabla 3.2 dureza en las diferentes Zonas de las Válvulas de Escapes	14
Tabla 8.1 Criticidad en los Equipos	50



LISTA DE FIGURAS

	xiv
	Pag.
Figura 2.1 Estructura Molecular del Metano	4
Figura 2.2 Ubicación de los cilindros en los Automóviles	8
Figura 3.1 Grafica del Tiempo de Combustión	12
Figura 3.2 Zona de Analizadas en las Válvulas de Escape	12
Figura 3.3 Perfil de dureza tomado en la cabeza de la válvula	15
Figura 3.4 Ubicación de las grietas en la cabeza de la válvula	15
Figura 3.5. Distribución en la cabeza de la valvula. (Larson et al., 1987)	16
Figura 3.6. Concentración de esfuerzos en la cabeza de una valvula de escape (Sitkei, 1973)	17
Figura 3.7. Microestructura de la muestra V1 cerca de la superficie superior.	17
Figura 3.8. Microestructura de la muestra V1 cerca de la superficie inferior.	18
Figura 5.1. Ubicación de los elementos del kit de conversión en un automóvil.	23
Figura 5.2. Reductor de alta presión	24
Figura 5.3. Primera etapa del reductor de alta presión	24
Figura 5.4. Segunda etapa del reductor de alta presión	24
Figura 5.5. Tercera etapa del reductor de presión	25
Figura 5.6. Válvula de llenado	25
Figura 5.7. Conmutador	25
Figura 5.8. Tubería de alta presión	26
Figura 5.9. Bolsa de accesorios	26
Figura 5.10. Válvula de cilindro	26
Figura 5.11. Dispositivo de avance	27
Figura 5.12. Simulador de inyectores	27
Figura 5.13. Mezclador	27
Figura 5.14. Flujo de aire por el mezclador	28
Figura 5.15 Simulador de sonda lamda	28
Figura 5.16. Ubicación del sensor de oxigeno	29



Figura 5.17. Circuito eléctrico de lazo cerrado	30
Figura 6.1. Control de bujía y cables de encendido	31
Figura 6.2. Válvula de llenado	32
Figura 6.3. Ubicación en la Ford Triton	32
Figura 6.4. Lugar de fijación	33
Figura 6.5. Posición relativa del vehículo	34
Figura 6.6 Conexión de la tubería de GNC	35
Figura 6.7 Montaje del mezclador	35
Figura 6.8 Circuito eléctrico del emulador de inyectores.	37
Figura 6.9. Esquema eléctrico de lazo cerrado	38
Figura 6.10. Sensor de oxígeno	39
Figura 6.11. Preparación de la válvula del cilindro	40
Figura 6.12. Ubicación de la válvula del cilindro	40
Figura 6.13. Ajuste de la válvula del cilindro	40
Figura 6.14. Ubicación de los cilindros	41
Figura 6.15. Ubicación e los cilindros en la Ford Triton	41
Figura 9.1 Limpieza del cilindro	54
Figura 9.2. Pintura del cilindro	54
Figura 9.2. Pintura del cilindro	55
Figura 9.4. Herraje	56

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Los factores de influencia para el uso de gas natural pueden variar de un país a otro. En Nueva Zelanda, Indonesia y Argentina entre otros, se utiliza para reducir las importaciones de gasolina.

las políticas de independencia energética de muchas naciones, la toma de conciencia y los efectos negativos que representan la contaminación atmosférica producida por el transporte vial, constituye los principales motivos para su utilización y en consecuencia del desarrollo tecnológico de las instalaciones para su implementación.

Brasil, busca a través de su utilización reducir los costos de transporte público, Europa occidental y países industriales requiere reducir la contaminación atmosférica.

En 1986 **Promigas** aprovechando la infraestructura existente de transporte decide llevar los beneficios del gas natural a los sectores de transporte urbano, por lo tanto, decide dar el impulso inicial para la construcción de la primera EDS y la conversión de los primeros vehículos para que operen con este combustible en Colombia.

Durante los primeros años del proyecto, se desarrollaron básicamente las actividades de ensayo y pruebas de diferentes tecnologías aplicadas tanto a las EDS como a los equipos de conversión instalados en los vehículos.

En Colombia una de las conclusiones que llego ministro de Minas y Energía, Luís Ernesto Mejía, al concluir el primer año de Gobierno es que todo el transporte público de personas, en centros urbanos debe hacerse a gas natural (GNCV).

Eso significa que los transmilenios que el Ejecutivo financie y apoye en un futuro deben operar con gas natural.



Unas de las principales ventajas de utilizar GNCV es que contamina mucho menos que cualquier otro combustible, debido que su fórmula química es CH_4 (metano) menos contenido de carbono del metano se refleja en una combustión mas limpia.

Es cada vez más extendida la concientización de la necesidad del uso de combustibles y sistemas alternativos (hidrógeno, GLP – gas licuado del petróleo-, híbrido, bio-diesel, GNCV (metano) /etanol) en el transporte urbano y especialmente, en aquellos segmentos que son controlables por las autoridades, como es el caso del transporte público (autobuses, taxis y otros vehículos de servicio público) en los centros urbanos.

La importancia del gas natural en el aspecto ecológico, está dada por la considerable merma en las emisiones contaminantes, siendo el combustible fósil de menor impacto ambiental, tal como se muestra en la tabla 1.1, donde se **comparan promedio** de emisiones de cada combustible respecto de la nafta (gasolina), a la que se toma como referencia.

Combustible	CO	HC	Nox	PbO	C6H6	Particulado
Gasolina	100	100	100	100	100	100
Gasolina s/plomo	28	10	25	No	50	No
Gas Oil	10	10	75	No	50	100
GLP	15	60	30	No	8	No
GNC	7	5	37	No	8	No

Tabla 1.1 Emisiones Contaminantes Promedio

(*) Valores adimensionales por tratarse de índices relativos

Fuente: 20 the. World Gas Conference Proceedings, Copenhagen 1997.



El GNCV es inherentemente seguro, puesto que se utilizan estrictas normas de seguridad para homologar cada uno de los elementos constitutivos de los “Kits” de conversión y se verifica el cumplimiento de las rígidas normativas que regulan la construcción y funcionamiento de las estaciones de expendio.

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseño de una Metodología para el Montaje y Mantenimiento de Equipos Para Conversión a Gas Natural en Motores de Inyección Electrónica de Gasolina OBDII.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Exploración bibliográfica sobre principios de funcionamiento de equipos de conversión para motores con tecnología OBDII.
2. Desarrollo de Metodología para el Montaje de Equipos Para Conversión a Gas Natural en Motores de Inyección Electrónica de Gasolina OBDII
3. Determinación de la criticidad del equipo de conversión a GNCV montado en un FORD TRITON 8V
4. Desarrollo de Metodología para el mantenimiento del equipo de conversión a GNCV montado en un FORD TRITON 8V
5. Establecer cuales son las normas que rigen el montaje de equipos para conversión a gas natural.



CAPITULO 2

GENERALIDADES DE GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR

QUÉ ES EL GAS NATURAL

Definición:

El gas natural es un hidrocarburo de origen fósil compuesto principalmente por metano y otros componentes mas pesados, que se extrae de la tierra en forma similar al petróleo y que se conduce a los centros urbanos mediante sistemas de tuberías de transporte y distribución.

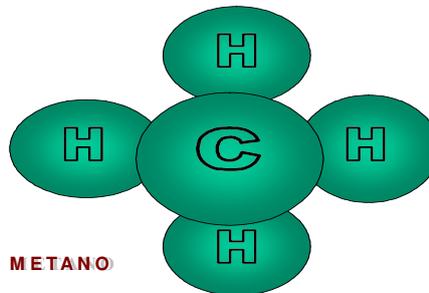


Figura 2.1. Estructura Molecular del Metano

2.1 ¿QUÉ ES EL GAS NATURAL COMPRIMIDO VEHICULAR (GNCV)?

El Gas Natural Comprimido Vehicular (GNCV) es Gas Natural que se comprime hasta 200 bar. (3000 psi) con el objeto de ser almacenado en cilindros y servir como combustible para aplicaciones automotrices.

Esto se debe a que el Gas Natural posee una baja cantidad de energía por unidad de volumen, por lo que se hace necesario almacenar grandes cantidades para proveer autonomía al vehículo que lo utiliza como combustible.

Fórmula Química:

GNCV	CH ₄
GLP	C ₃ H ₈
GASOLINA	C ₇ H ₁₆
El GNCV	es el más simple y liviano de los hidrocarburos

Tabla 2.1 Composición Química de los diferentes Combustibles



2.2 Propiedades del gas natural

Las principales características de gas natural comprimido vehicular (GNCV) son:

2.2.1 Densidad del Vapor:

El GNCV es más liviano que el aire y en caso de una eventual fuga, se disipa con mayor facilidad en la atmósfera que los vapores de la gasolina.

2.2.2 Temperatura de Encendido:

Para encender el Gas Natural Comprimido se requiere el doble de la temperatura que es necesaria para encender la gasolina, alrededor de 700°C.

2.2.3 Número de Octano:

Debido al alto índice de octano (elevado índice de metano) del GNCV, tiene alta resistencia al autoencendido, por lo tanto el conjunto móvil del motor NO estará sometido a sobrecargas de presión causantes de desgastes prematuros o rompimiento de piezas.

2.2.4 Relación de compresión:

Los motores con relación de compresión (R_c) alta presentan un mejor desempeño en la operación con GNCV.

2.2.5 Toxicidad:

NO es tóxico al ser inhalado, aunque puede ocasionar sofocación en concentraciones altas.

2.2.6 Relación Aire/Combustible:

La relación aire/combustible es la cantidad de aire y de gas necesaria para lograr una combustión.

En proporciones correctas se llama relación estequiométrica.

Se requiere más aire para quemar una libra de gas natural que el requerido para quemar una libra de gasolina.

2.2.7 Presión de Almacenamiento:

Debido a que el Gas Natural tiene una baja cantidad de energía por unidad de volumen se hace necesario comprimirlo para obtener un rendimiento (autonomía) similar al de la gasolina.

La alta presión del gas en los cilindros proporciona una “alta densidad de energía almacenada”.

2.2.8 Inflamabilidad:

El metano, principal componente del GNCV, debido a su estructura molecular tetraédrica con un hidrógeno en cada vértice, es mucho más estable que la gasolina, y por tanto es más difícil romperla.

2.2.9 Avance del encendido:

La fase inicial de la combustión del GNCV tiene una mayor duración (del orden del doble) que la correspondiente en los motores a gasolina o diesel.

Esto se traduce en un *tiempo de retraso mayor* (período de desarrollo del frente de llama).

Si no se adelanta el avance del encendido, pueden producirse serios daños de fatiga térmica en la cámara de combustión (válvula, asientos, guías y conjunto pistón-anillos).

2.2.10 Tiempo de encendido:

Un combustible con velocidad de llama lenta, deberá ser encendido con más anticipación para ser quemado completamente y alcanzar la presión de combustión máxima.

2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UTILIZAR GNCV

2.3.1 Ventajas de Utilizar GNCV:

El Gas Natural, es el combustible fósil menos contaminante que existe. Teniendo en cuenta que en un país como Colombia, al comparar la contaminación por fuentes móviles (vehículos) y fuentes fijas (industrias), las primeras aportan el 70% y las segundas el 30%, un programa de GNCV, contribuirá a reducir significativamente la contaminación ambiental.

El principal componente de GNCV es el metano (85-95%). Debido a esta simplicidad de la molécula, tiende a emitir mínimas cantidades de material particulado.

El menor contenido de carbono se refleja en una combustión más “limpia”.

NO posee componentes tóxicos y su contenido de azufre es muy bajo. Tiene las menores emisiones de CO₂ en su combustión.

Beneficios Representados en Ahorro de Combustible:

El ahorro real en costos de combustible en los proyectos de gas natural vehicular está entre el 50 y 60 % con respecto a la gasolina.

Relación de Sustitución:

2.83 m3 GNCV = 1 Galón Gasolina



Valor “Galón” GNCV = \$ 800.00 x 2.83 = \$ 2.264.00

Valor Galón gasolina = \$ 5.600.00

Ahorro = 59,57%

La vida útil del motor a largo plazo:

Se cree que a largo plazo un motor convertido a GNCV sufrirá daños, ya que sus materiales fueron diseñados para trabajar con gasolina y no con gas. La verdad sobre esto es exactamente lo contrario: se ha comprobado ampliamente que un motor que utiliza gas se conserva mucho mejor que un motor idéntico que utilice gasolina y puede alargar su vida útil hasta en un 50 %.

Esto obedece a que la combustión es más completa, lo que significa que el aceite no se contamina con los hidrocarburos no quemados, (que pasan a través de los anillos) como sucede en un motor trabajando con gasolina y en el caso de mezcla rica el aceite llega a diluirse y pierde sus propiedades lubricantes y refrigerantes.

Intervalos del cambio de aceite de motor:

Debido a que el metano contiene menos carbonos en su estructura molecular (CH_4) que el de la gasolina (C_7H_{16}) la contaminación del aceite es menor. Por esta razón se emplea el aceite recomendado por el fabricante del vehículo con un intervalo de kilometraje hasta dos veces mayor al especificado por el mismo.

Beneficios derivados del aumento de la vida útil del motor

Conserva en mejor estado y por más tiempo el aceite, las bujías, el sistema de escape, en general los conjuntos móvil y estático del motor como consecuencia de una combustión más “limpia” y completa.

Para aquellos vehículos que se les debe reparar (mecanizar y ajustar) el motor y cambiar asientos de válvulas y vayan a operar con GNCV, es indispensable el uso de aleaciones especiales en los asientos, en el lado de escape, las cuales se deben



caracterizar por tener una buena capacidad de disipación del calor y una buena resistencia al desgaste.

Aadicionalmente se deben instalar válvulas de buena calidad (origen reconocido), o de sodio que permiten una mejor transferencia de calor, logrando un mayor tiempo de vida útil de las mismas.

2.3.2 Desventajas De Utilizar GNCV:

Potencia:

La pérdida de potencia en un motor convertido a gas es de un 8 a un 15%, equivalente a la que ocasiona el desplazarse con un ocupante adicional y/o la operación del acondicionador de aire, según el tipo de vehículo.

Cilindros De Almacenamientos:

Unos de los principales inconvenientes de los clientes es el peso y la ubicación del tanque e almacenamientos de gncv (figura 2.2), ya que este ocupa gran espacio de los automóvil ya sea e el baúl, estaca o simplemente fijados al chasis.

Los cilindros tienen un peso promedio que va desde 65 kilos hasta 110 kilos.

En la figura 2.2 vemos un tanque de 65 litros que se utilizan normalmente para automóviles.



Figura 2.2. Ubicación de cilindro para automóviles.

CAPITULO 3

FALLA EN MOTORES CONVERTIDOS A GNCV.

3.1 Causas de fallas más comunes se deben a:

- Encendido defectuoso o débil.
- Avance de encendido incorrecto.
- Mala calefacción
- Mala regulación
- Filtro de aire

3.2 Explosiones Por Admisión En Motores Convertidos (Ford Triton 8V y Ford Explorer):

Algunos motores luego de ser convertidos a GNC con equipos de segunda y tercera generación suelen presentar explosiones por la admisión, especialmente en condiciones de aceleración y específicamente en la transición entre mariposa cerrada y aceleración con el motor a bajas revoluciones.

Con la utilización cada vez mayor de múltiples plásticos de admisión, estos suelen romperse como consecuencias de estas explosiones.

Las explosiones se suelen producir por un mal encendido de la mezcla aire-gas dentro del cilindro.

Este mal encendido hace que la combustión se desarrolle lentamente. Al ser lento el proceso de encendido y combustión, cuando la válvula de admisión se abre luego de la carrera de escape y comienzo de admisión (Balanceo), esta mezcla aún en proceso de encendido y combustión, enciende la mezcla aire-gas que se encuentra en el múltiple de admisión y en la manguera de aire.

Las causas de un mal encendido de la mezcla aire –gas dentro del cilindro suelen deberse a un encendido atrasado, una mezcla pobre o un deficiente sistema de encendido. Esto también se ve agravado en algunos motores en virtud de su diseño de culata y el cruce del árbol levas, como así también por la gestión del encendido que realiza el PCM.

En general estas son las causas más comunes de este inconveniente y es muy importante realizar procedimientos correctos para evitar o minimizar los riesgos de que esto ocurra.

3.2.1 Soluciones al problema.

La mezcla aire-gas es mucho más aislante dialécticamente que la mezcla aire-gasolina.

Por este motivo es necesaria una mayor tensión de encendido entre los electrodos del las bujías para conseguir que se produzca la chispa.

Al ser más aislante el medio, mayor es la tensión de encendido y mayor la de mantenimiento. Se entiende por tensión de mantenimiento aquella que hace posible que la corriente siga fluyendo entre los electrodos de las bujías luego de producida la ruptura. Esto perjudica al tiempo de quemado o de mantenimiento de chispa.

Dado que la tensión de encendido siempre debe ser mayor cuando el motor funciona a gas, la energía almacenada en la bobina podrá hacer que este fenómeno de paso de corriente o de continuidad de la chispa, sea de menor duración.

En otras palabras, al solicitarle a la bobina una tensión mayor y un esfuerzo mayor, esta podrá mantenerlo por menor tiempo.

Como consecuencia de lo dicho, el tiempo de quemado (Tiempo que “la Chispa” sigue fluyendo entre electrodos de la bujía) disminuye.

Debemos garantizar un tiempo de quemado de entre 1,2 a 2 ms de duración en todo momento para asegurar un buen encendido.

Como se dijo, cuando el motor funciona a GNC, el tiempo de quemado disminuye. Se debe buscar la forma de seguir manteniendo un buen tiempo de quemado funcionando a GNC.

Para que esto sea posible se debe realizar lo siguiente:

- Siempre colocar bujías nuevas al instalar un equipo de GNC.
En motores a inyección electrónica use bujías con resistor de las marcas NGK, Bosch o ND porque tienen baja resistencia. (aprox. 5 kilohms).
- Calibrar la luz de bujías en 0,80 mm, al disminuir la luz entre electrodos, la tensión necesaria para que la chispa esté presente es menor, consiguientemente con la energía disponible en la bobina se obtendrá un mayor tiempo de quemado.
- Medir la resistencia de todos los cables de bujías, no debe haber ninguno cortado y es aconsejable que los valores de resistencia medidos no pasen de 15 Kohms. Lo ideal es que la resistencia de la bujía más la resistencia del cable correspondiente esté comprendida entre 8000 y 15000 ohms. Esto por cada conjunto cable y bujía.

Resistencia del cable + Resistencia Bujía = Aprox. A 10000 ohms (10 Kohms)

- Controlar tapa de distribuidor, rotor y carbón central de la misma.
- Medir el cable de bobina a distribuidor (si tiene) y verificar que su resistencia esté dentro de los rangos anteriormente dichos.
- Ya en marcha se debe verificar con osciloscopio el tiempo de quemado y línea de chispa. El tiempo de quemado debe estar comprendido entre 1,2 mseg y 1,7 mseg. En marcha lenta. Al acelerar el tiempo de quemado no debe disminuir a menos de 1 mseg.
- Para ajustar correctamente el reductor en motores sin catalizador ni sonda de oxígeno será necesario disponer de un analizador de gases de escape de tal forma de obtener a 900 RPM un CO = 1% y a un régimen de 3000 RPM constantes un CO=0,5%.

En caso de utilizar la misma sonda de oxígeno como indicador se debe conseguir un valor constante de 0,60 a 0,85 voltios a 900 RPM a 3000 RPM en régimen de giro estable.

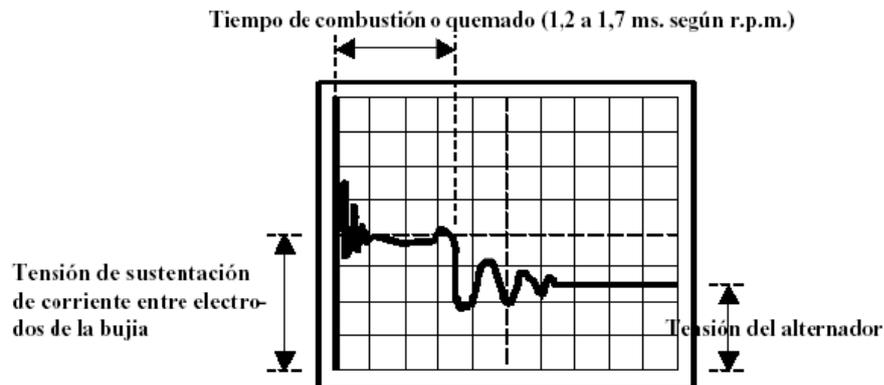


Figura 3.1. Grafica del tiempo de combustión

3.3 Falla de Válvula

La válvula de escape analizada fue utilizada en un motor alimentado previamente con gasolina y luego con GNC en modo bicomcombustible. La válvula presenta una serie de grietas superficiales que se supone fueron promovidas por la fatiga térmica.

El análisis de composición química (tabla 3.1) del material de la válvula se realizó con un microscopio electrónico de barrido.

%NI	%Cr	%FE	%TI	%AI
73.3	16.07	7.12	2.23	1.22

Tabla 3.1. Composición química del material de la válvula (porcentaje en peso)

En el primer ensayo se realizó una prueba de dureza vickers (HV) (ASTME – 384, 1981), con una carga de 62.5 kgf y tomando entre 3 y 5 datos para cada zona analizada por válvulas.

Ensayo de dureza

La toma de durezas se efectuó en diferentes zonas de la válvula. En la figura 3.1 se muestra la ubicación de estas zonas en la válvula.

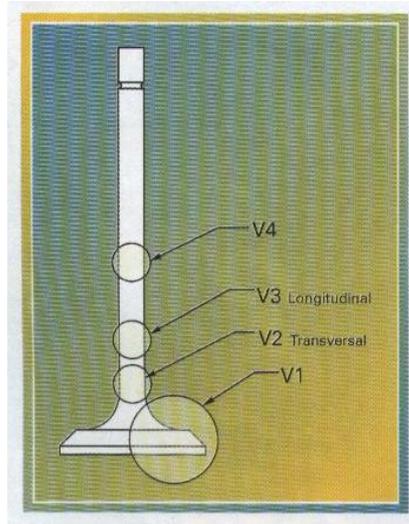


Figura 3.1. Zonas analizadas en las válvulas de escape

Por otro lado, se tomó un perfil de durezas transversal a la cabeza de la válvula. Dada la pequeña área para tomar las durezas, no fue posible aplicar la misma prueba de dureza anterior (Vickers); por lo tanto, los valores obtenidos no son comparables con los hallados en el primer ensayo. En este ensayo se realizó una prueba de durezas Brinell (HB) con una carga de 62.5 kgt.

El perfil de durezas fue obtenido para conocer la variación de la dureza a medida que se pasa de una superficie a otra, o sea, de la que está en contacto directo (superior) hasta lo que lo está indirectamente (inferior) con los gases de escape en el motor.

Estas superficies se observan en la figura 3.2 donde también se muestra el sentido en que fue tomado el perfil de durezas.

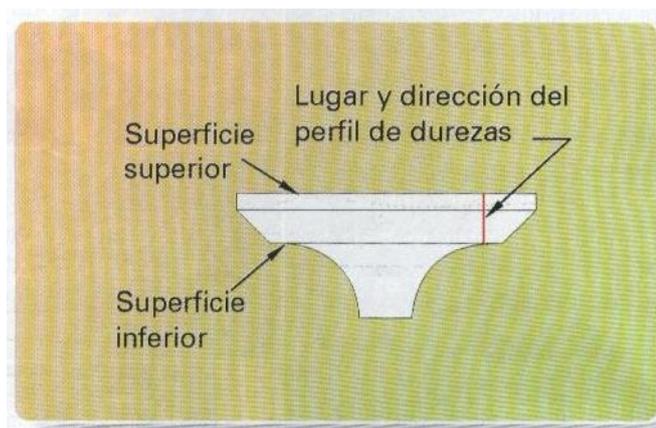


Figura 3.2. Dirección de perfil de durezas tomado en la cabeza de la Válvula.

Observación visual

La observación visual de la válvula se llevo a cabo por medio de un microscopio estereoscópico Leica GZ6. Tal observación sirvió para ver la ubicación y el tamaño de grietas en la válvula de escape.

Observación metalografica

Para la observación Metalográfica se utilizo un microscopio PM3. La preparación de las probetas para esta observación consistió en un pulido mecánico, hasta diamante de 2 micras. Luego las probetas se atacaron con un reactivo químico.

Resultados

En la tabla, 2 pueden observar los valores de dureza obtenidos para las diferentes zonas de la válvula de escape.

Muestra	Durezas (HV)
V1	352
V2	394
V3	445
V4	460

Tabla 3.2. Dureza en las diferentes zonas de las Válvula de escape

De estas durezas se pueden concluir que hay una gran diferencia entre las microestructuras de diferentes lugares de la válvula. Precisamente, la dureza disminuye a medida que nos acercamos a la cabeza de esta; esto corresponde seguramente aun aumento de la temperatura de trabajo en este mismo sentido, que podría estar modificando las características microestructurales.

Por otro lado, se presenta una diferencia de dureza entre la muestra transversal (V2) y longitudinal (V3), aunque se debe tener en cuenta esta última está más alejada de la cabeza de la válvula.

La muestra V4 presenta una mayor dureza que la de las otras muestras, reflejando que la temperatura de trabajo en este lugar no llevo aun cambio microestructural.

El perfil de durezas en la cabeza de la Válvula es mostrado en la figura donde se observa como a medida que se incrementa la distancia desde la superficie superior, va aumentando la dureza; pero luego, al acercarnos a la superficie interior la dureza comienza a disminuir.

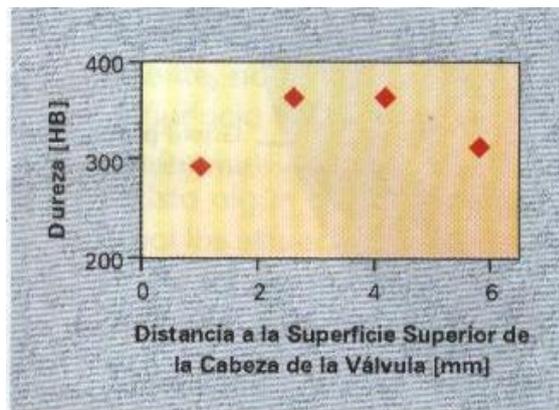


Figura 3.3. Perfil de dureza tomado en la cabeza de la válvula

En la cabeza de la válvula se encontraron grietas distribuidas a lo largo de todo el perímetro y propagadas en dirección radial; en la figura 3.4 se muestra unas de estas grietas.

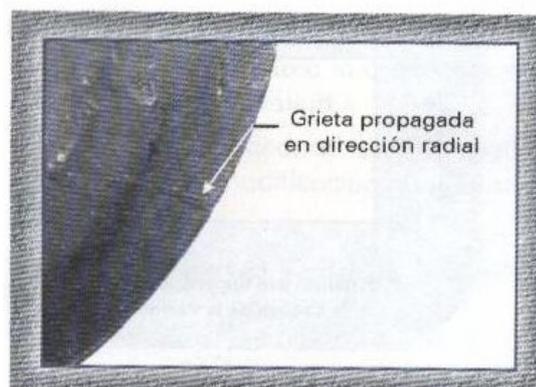


Figura 3.4. Ubicación de las grietas en la cabeza de la válvula

Como fuentes de la nucleación y propagación de estas grietas podrían tenerse 3 opciones: carga mecánica, corrosión y fatiga térmica.

La carga mecánica es producida por la presión máxima en la cámara de combustión, la cual puede variar entre 3 MPa y 6 MPa en los MEP (Heywood, 1998). Lo anterior sumado a la geometría de la válvula, da como resultado la distribución de esfuerzos mostrada en la figura 3.5.

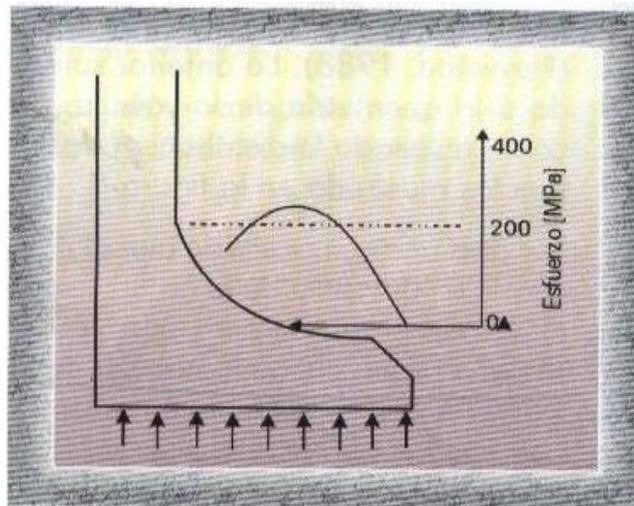


Figura 3.5. Distribución en la cabeza de la válvula. (Larson et al., 1987)

Por otra parte, a pesar de que al descubrir la superficie de la grieta se encontró un grado de corrosión similar al de la superficie de la cabeza de la válvula, no hay ningún indicio de una nucleación de grietas por acción química. Además, la distribución de las grietas hace pensar en una falla uniforme en la cabeza de la válvula y no en un fenómeno localizado como es la corrosión (ASM Handbook, 1987).

La fatiga térmica en la válvula se presenta por el calentamiento de esta, por su contacto con los gases de escape, y su enfriamiento por medio del sistema de refrigeración. Esto sucede en cada ciclo, donde se produce un gradiente de temperatura en la válvula aproximadamente 750C (Sitkei, 1973); podría ser la causa del agrietamiento.

Así, solo la carga mecánica o la fatiga térmica puede ser la causa de la falla de la válvula.

Por otro lado, de acuerdo con la concentración de esfuerzo en la cabeza de la válvula mostrado en la figura las grietas se iniciaron donde existe una alta concentración de esfuerzos y donde probablemente la nucleación de la grieta fue causada por una combinación de fatiga térmica y carga mecánica.

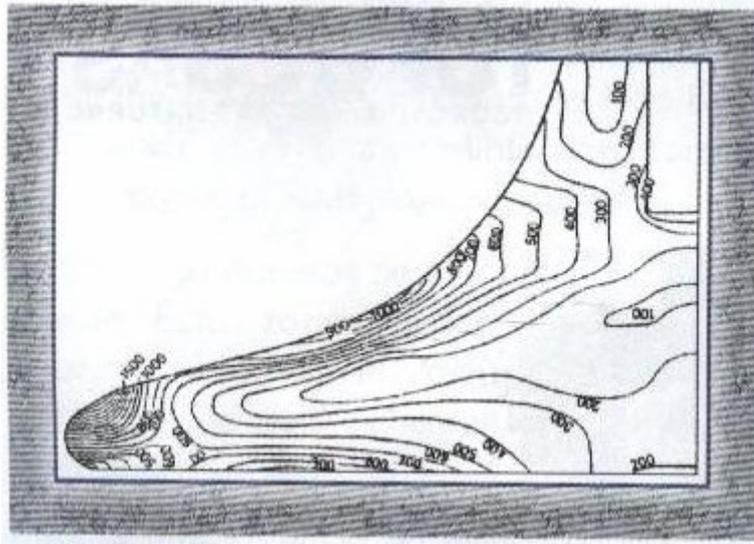


Figura 3.6. Concentración de esfuerzos en la cabeza de una válvula de escape (Sitkei, 1973)

Metalografía

En la figura 3.7 se observa la microestructura correspondiente a la cabeza de la válvula (V1), en la parte más cercana a la superficie expuesta directamente a los gases de escape (superficie superior), la cual presenta un grano de gran tamaño con respecto a los que están a su alrededor. Esto es llamado crecimiento anormal del grano (Hu).



Figura 3.7. Microestructura de la muestra V1 cerca de la superficie superior.

Toda la microestructura ubicada en la parte superior de la cabeza de la válvula, la cual seguramente soporta las temperaturas más altas de trabajo de toda la pieza, presenta igualmente a este fenómeno.

Por otro lado, la microestructura de la parte central e inferior de la cabeza de la válvula presenta una estructura más homogénea, aunque mantiene un crecimiento anormal de grano en menor proporción. Esto se puede observar en la figura 3.8.



Figura 3.8. Microestructura de la muestra V1 cerca de la superficie inferior.

En las demás zonas de la válvula V2, V3 y V4, no se observa este fenómeno tan claramente, seguramente por las menores temperaturas a las que están sometidas.

Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos, si se puede definir que el agrietamiento observado en la superficie de la cabeza de la válvula es causado por la pérdida de resistencia del material al presentar un crecimiento de grano que, en este caso, es anormal. El crecimiento de grano anormal se presenta cuando luego de que una microestructura ha alcanzado un tamaño de grano estable, se aumenta la temperatura por encima de un valor determinado y algunos granos crecen a una tasa mayor que la de sus granos vecinos.

Por lo tanto, la falla de la válvula de escape es producida por la inestabilidad térmica del material, debido a las altas temperaturas de la operación que a su vez dependen del proceso de combustión en el motor alimentado con GNC y a su capacidad para remover el calor. Se ha planteado que las temperaturas de operación de las válvulas de escape están en un intervalo de 600 a 800^oC, para un motor alimentado con gasolina, por lo que es el caso de GNC estas temperaturas deben ser mayores.

El material de la válvula es una aleación (base níquel) utilizada usualmente para aplicaciones a altas temperaturas, presentando un mejor comportamiento que los aceros inoxidable y de baja alineación .

Conclusiones

Con la disminución del tiempo de retraso y de la etapa de quemado rápido }, en el proceso de combustión de un motor alimentado con GNC, es posible bajar las temperaturas de operación en los componentes del motor.

Una mayor estabilidad térmica de la microestructura de la válvula de escape, en una aleación de níquel, puede ser alcanzada con mayores contenidos de aislantes como vanadio, Molibdeno y Tungsteno.

CAPITULO 4

SISTEMAS DE DIAGNOSTICO DE SEGUNDA GENERACION

4.1 QUE ES EL OBD II?

Reglamentado en los EEUU a partir de 1996, el OBDII establece los patrones de emisiones de gases para vehículos y es un sistema que apunta a la detección de inconvenientes en un motor que puedan originar un aumento en las emisiones de gases de escape.

En la actualidad, la mayoría de los vehículos están adoptando esta tecnología.

El CARB (Consejo de Recursos Ambientales de California) comenzó a regular el OBD On Board Diagnostics) en vehículos vendidos en California a partir de 1988.

El OBD I requería el monitoreo de: El sistema de medición de combustible, el sistema EGR (Exhaust Gas Recirculation) y mediciones adicionales relacionadas con componentes eléctricos.

Una lámpara indicadora de malfuncionamiento (MIL) fue requerida para alertar al conductor de cualquier falla. Junto con el MIL, el OBD I necesitó también del almacenamiento de Códigos de diagnóstico de fallas (DTC), identificando de tal forma el área defectuosa en forma específica.

Con las nuevas enmiendas al Decreto sobre Aire Limpio de 1990, el CARB desarrolló nuevas regulaciones para la segunda generación de Diagnósticos de Abordo: OBD II.

Esto también instó al EPA a perfeccionar sus requerimientos para el OBD II.

El EPA permite que los fabricantes certifiquen, hasta 1999, con las regulaciones del OBD II dictadas por la CARB. Para 1996, todo tipo de automóviles, camiones, camionetas y motores vendidos en los Estados Unidos debían cumplir con las normas del OBD II.

Evolución del OBD:

OBD I: El OBD I comenzó a funcionar en California, con el modelo del año 1988. Los standards federales del OBD I fueron requeridos en 1994 y monitoreaban los siguientes sistemas:

* Medición de combustible

- * Recirculación de gases de combustión (EGR)
- * Emisiones adicionales, relacionadas a componentes eléctricos.

A los vehículos se les exigió que una lámpara indicadora de malfuncionamiento (MIL) se encendiera para alertar al conductor sobre cualquier falla detectada; y a los códigos de diagnóstico de fallas también se les requirió almacenar información identificando las áreas específicas con fallas.

Los sistemas OBD I no detectan muchos problemas relacionados con la emisión de gases, como fallas en el convertidor catalítico o en el fuego perdido.

Para cuando se detecta que un componente realmente falla y el MIL se ilumina, ya el vehículo pudo haber estado produciendo emisiones excesivas por algún tiempo. El MIL pudo también no haberse encendido, ya que este sistema no está diseñado para detectar ciertas fallas.

OBD II: Después de la enmienda de 1990 sobre Aire Puro, la CARB desarrollo pautas para el OBD II, que tuvieron efecto a partir de 1996 (figura 2 y 3). A continuación se detalla la lista de requerimientos trazada para el OBD II:

- * Se encenderá la lámpara indicadora de mal función (MIL) si las emisiones HC, CO o NO_x exceden ciertos límites; normalmente 1.5 veces el nivel permitido por el Procedimiento de Testeo Federal.
- * El uso de una computadora a bordo para monitorear las condiciones de los componentes electrónicos y para encender la luz del MIL si los componentes fallan o si los niveles de emisión exceden los límites permitidos.

OBD I vs OBD II

- | | |
|----------|--|
| OBD I : | <ul style="list-style-type: none">* Los monitoreos han sido diseñados para detectar fallas eléctricas en el sistema y en los componentes.* La luz del MIL se apagará si el problema de emisiones se corrige por sí solo. |
| OBD II : | <ul style="list-style-type: none">* Monitorea la performance de los sistemas de emisión y de los componentes, como así también las fallas eléctricas; y almacena información (DATA) para su uso posterior.* El MIL se mantiene encendido hasta que hayan pasado 3 ciclos de conducción consecutivos, sin que el problema reincida.* La memoria es despejada luego de 40 arranques en frío. Si se trata del monitoreo de combustible se necesitan 80 arranques en frío. |

OBD I : MONITOREOS REQUERIDOS (California 1988, Federal 1994)

- * Sensor de oxígeno
- * Sistema EGR

- * Sistema de reparto de combustible
- * PCM

OBD II : MONITOREOS REQUERIDOS (Federal 1996)

- * Eficiencia del catalizador
- * Fuego perdido (Misfire)
- * Control de combustible
- * Respuesta del sensor de oxígeno
- * Calefactor del sensor de oxígeno
- * Detallado de componentes
- * Emisiones evaporativas
- * Sistema de aire secundario (si esta equipado)
- * EGR

CAPITULO 5

EQUIPOS DE CONVERSION

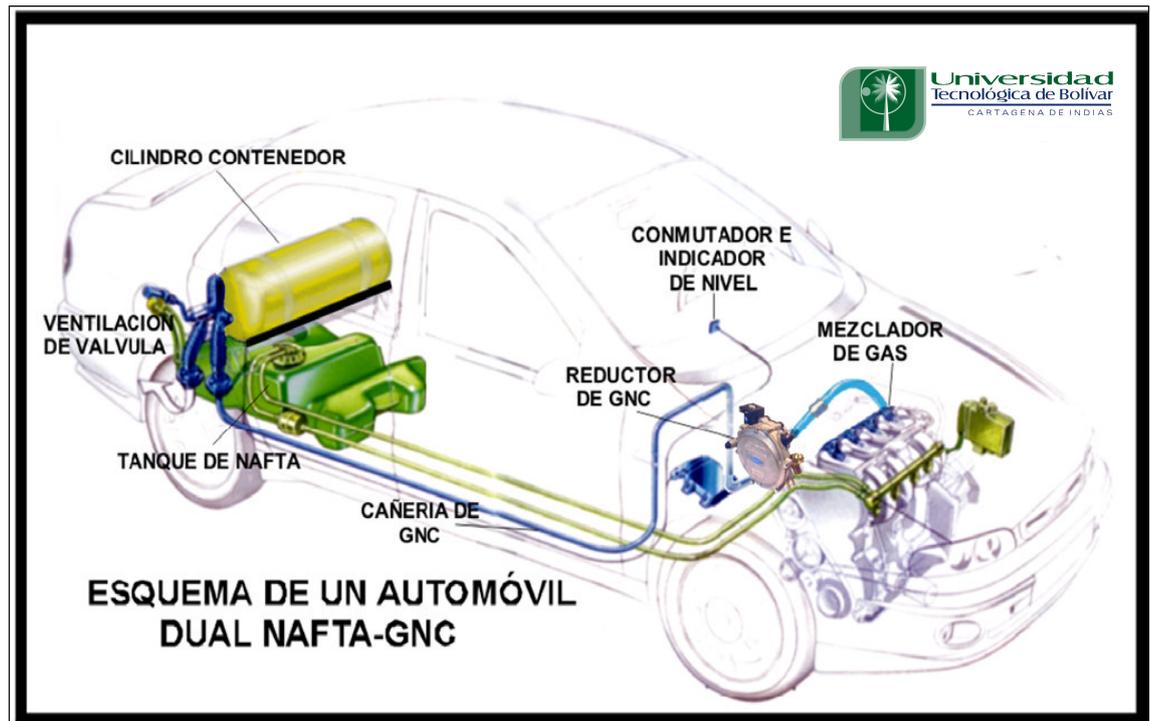


Figura 5.1. Ubicación de los elementos del kit de conversión en un automóvil.

5.1 Equipo de Segunda Generación:

Actual mente en Colombia se esta aplicando este tipo de tecnología para la instalación de vehículos de sistema de inyección electrónica (OBD II). La cual suministra combustible en forma mecánica en un sistema de control cerrado. La cual costa de los siguientes componentes.

5.2 Kit de conversión

El Kit de Conversión es un conjunto de elementos que se instalan de una forma compatible y funcional en el vehículo a convertido. En la figura PPPP se muestra la ubicación mas usual para un automóvil mediano, aunque existen otros tipos de vehículos, las cuestiones particulares de ubicación de cada elemento serán

decididas por el instalador basado en los tratados individuales que se definen en el presente manual, y la normativa correspondiente.

5.2.1 Reductor O Regulador

Dispositivo que permite bajar la presión, en etapas sucesivas hasta la presión de aspiración del motor (figura 5.2).



Figura 5.2. Reductor de alta presión

Reductor de Presión - Primera Etapa

Reduce la presión del gas de 200 bar. (máx.) a 4 bar (figura 5.3).

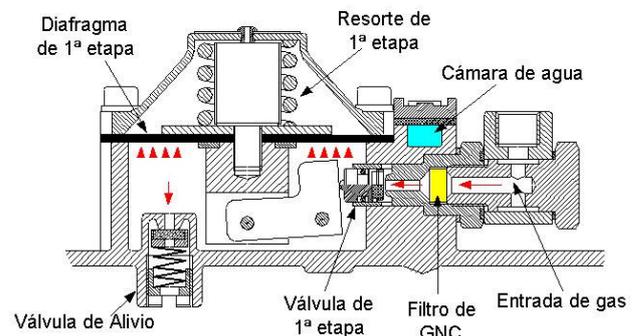


Figura 5.3. Primera etapa del reductor de alta presión

Reductor de Presión - Segunda Etapa

Reduce la presión de 4 bar. (1ª etapa) a 1.5 bar (figura 5.4).

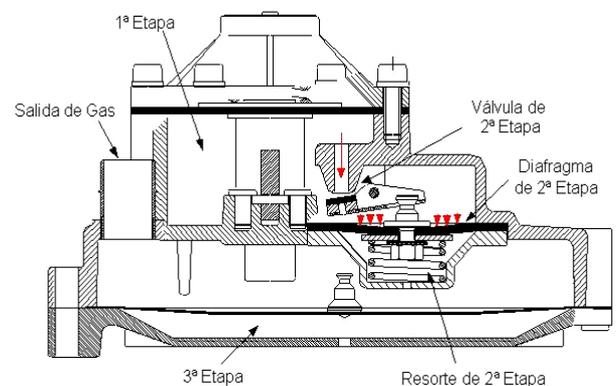


Figura 5.4. Segunda etapa del reductor de alta presión

Reductor de Presión - Tercera Etapa

La Electro válvula cierra totalmente el paso de gas hacia el motor.

La tercera etapa modula la cantidad de gas entregada al mezclador, en función de la depresión generada en este.

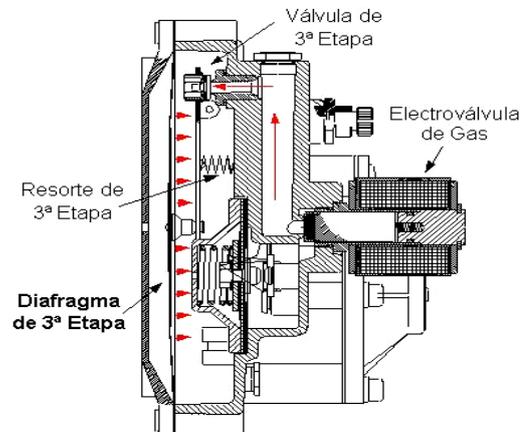


Figura 5.5. Tercera etapa del reductor de presión

5.2.2 Válvula De Llenado o válvula de carga

Incluye un acople rápido para el abastecimiento de combustible (GNC). Válvula manual para bloquear el pasaje de gas hacia el regulador. No necesita mantenimiento ni cambio de partes interiores (figura 5.6).



Figura 5.6. Válvula de llenado

5.2.3 Llave Conmutadora De Combustible

Ubicado muy cerca del panel de instrumentos para que pueda ser fácilmente alcanzado y visto por el conductor, el selector de combustible es el dispositivo que permite elegir el combustible que se va a suministrar al motor (figura 5.7).



Figura 5.7. Conmutador

En el caso del conmutador para vehículo con inyección de gasolina, no existen diferentes posiciones, solo un pulsador, el cuál cuando es presionado, cambia a gas (si el vehículo está funcionando con gasolina) o a gasolina (si el vehículo se encuentra a gas).

Para indicar el nivel de combustible se dispone de luces indicadoras (4) que se van apagando en la medida en que el combustible lo haga, llegando a encenderse una roja, para indicar que se está solamente con la reserva de combustible GNCV.

5.2.4 Tubería de alta presión o Caño de Alta Presión

Tubo de acero de \varnothing exterior 6mm (figura 5.8).
Resiste presiones muy superiores a 200 bares.
Permite la comunicación entre el cilindro y los componentes del vano motor (válvula, reductor)



Figura 5.8. Tubería de alta presión

5.2.5 Bolsa De Accesorios

Elementos de fijación y accesorios para la instalación de los diferentes componentes el kit de conversión (figura 5.9).



Figura 5.9. Bolsa de accesorios

5.3 Otros Componentes De Instalación:

5.3.1 Válvula De Cilindro

El Cilindro, enrosca directamente al cuello del mismo (figura 5.10). Cuenta con una mariposa que permite accionar un cierre rápido de 90°, con las letras A para posición abierta y F para posición cerrada.

La válvula se enrosca al cilindro y luego éste se posiciona de tal forma que la mariposa de la válvula de cierre se sitúe en la zona de fácil manipulación con la tapa del baúl abierta. Está provista de:

- Un dispositivo de alivio de presión que permite aliviar el GNC almacenado, en caso de una sobre presión o incendio del vehículo
- Un mecanismo de control de exceso de flujo que Impide que la totalidad de GNCV almacenado en el cilindro sea descargado a la atmósfera al ocurrir una fuga por la ruptura de la tubería de alta presión

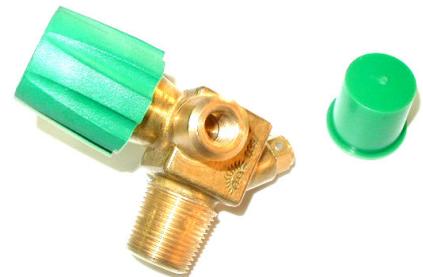


Figura 5.10. Válvula de cilindro

5.3.2 Dispositivo De Avance o variador de avance

Debido a que la mezcla aire – gas enciende más "lentamente" que la de aire – gasolina (tiene menor velocidad de llama), es necesario modificar el comportamiento del sistema de encendido original del motor cuando pasa a trabajar con gas, por medio de un variador de avance para que la chispa ocurra anticipadamente con respecto al punto original.



Figura 5.11. Dispositivo de avance

El variador electrónico de avance, es un dispositivo capaz de modificar el punto de ignición original, calculado para un perfecto funcionamiento del vehículo a gasolina, para adecuarlo al gas (figura 5.11).

5.3.3 Simulador De Inyectores

En los vehículos con inyección de combustible, con modulo de control para gobernar la entrega de combustible, si se suspende el suministro el sistema lo puede considerar como un problema (figura 5.12).



Figura 5.12. Simulador de inyectores

Ya que cuando se opera con gas, se debe suspender el suministro de combustible gasolina, se dispone de un emulador de inyectores, que corta el suministro de pulsos eléctricos a los inyectores, haciéndole creer al módulo de control electrónico que éstos siguen inyectando combustible, para que no se genere ningún inconveniente.

5.3.4 Mezclador

Permite realizar la mezcla entre el aire y el combustible, suministrado por el regulador (figura 5.13). Se diseña especialmente para cada tipo de motor.



Figura 5.13. Mezclador

La "linealidad" es la capacidad del mezclador de dosificar gas y aire en proporciones justas en cada situación de funcionamiento del motor.

No todos los diseños de mezclador son perfectamente lineales, influyendo en gran medida en el desempeño con GNC.

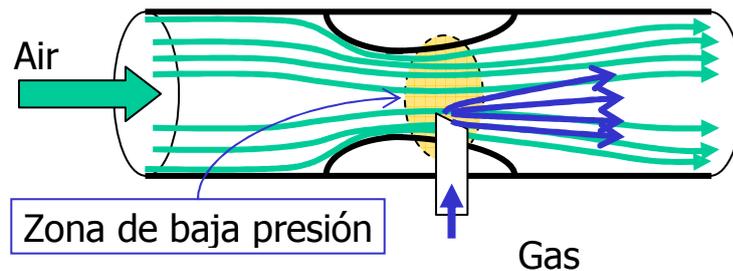


Figura 5.14. Flujo de aire por el mezclador

5.3.5 Simulador de sonda lambda

Debido a los cada vez más severos límites de emisión impuestos a las casa productoras de automóviles se ha introducido un nuevo sistema de diagnóstico que ya existía en los Estados Unidos, bajo el nombre de OBDII (On - Borrad - Diagnostic - de segunda generación), que en Europa lleva el nombre de EOBD (European - On - Board - Diagnostic) (figura 5.15).



Figura 5.15 Simulador de sonda lambda

Estos sistemas tienen el mismo principio de funcionamiento aunque utilizan un estándar de comunicación diferente. Ellos se basan en la información recibida por la sonda lambda, colocada antes del catalizador (es decir, junto al motor) y por aquella colocada después del catalizador con el fin de controlar la eficiencia del mismo catalizador y reducir al mínimo la emisión de los gases contaminantes.

Por esta razón, los vehículos con motores de 4 cilindros, dotados del sistema de diagnóstico EOBD o OBDII, tendrán 2 sondas lambda, mientras que para los motores de 6, 8 o 10 cilindros se podrán tener opciones diferentes. En efecto, encontramos un mínimo de 2 sondas lambda y un máximo de 4, según el número de catalizadores instalados y a la geometría de los colectores de descarga do vehículo (figura 5.16):

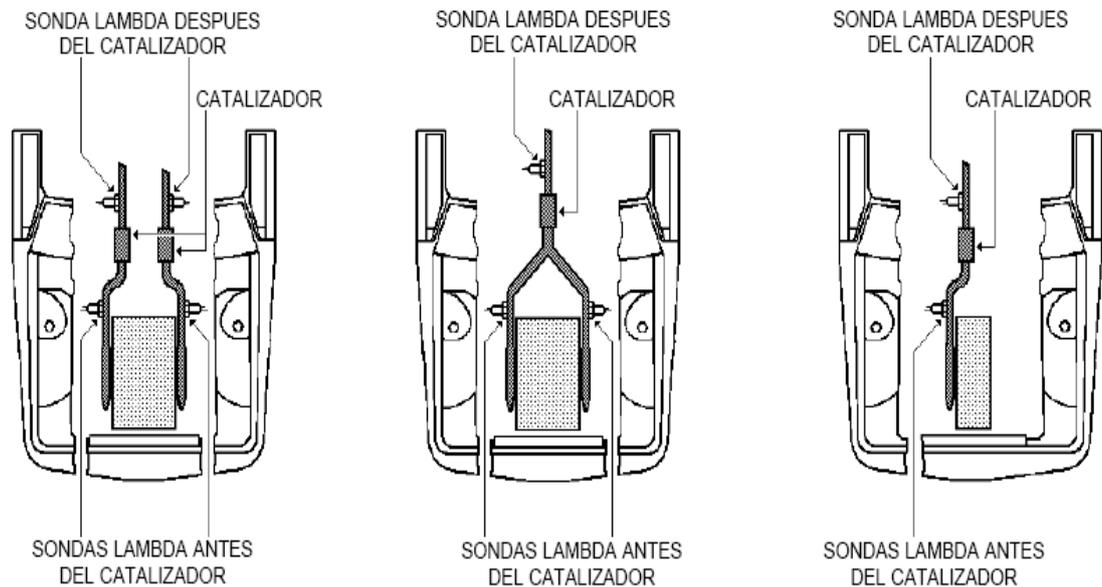


Figura 5.16. Ubicación del sensor de oxígeno

En los vehículos transformados a gas, estos sistemas diagnósticos pueden memorizar una alteración de los parámetros de carburación (con consecuente malfuncionamiento del vehículo) y/o el encendido de la luz piloto de “avería motor”.

“avería motor”. En este caso será necesario verificar la carburación del vehículo a gas. Si fuese necesario un diagnóstico del sistema de inyección gasolina del vehículo, ésta tendrá que ser conmutada GASOLINA.

Los emuladores OBDII - μ FIX se conectan durante el funcionamiento a gas y se desconectan durante el funcionamiento a gasolina, restableciendo automáticamente las conexiones de la instalación eléctrica original del coche; esto también en caso de avería de la planta eléctrica del gas, permitiendo, de tal forma, al usuario utilizar el coche a gasolina y alcanzar un punto de asistencia para las verificaciones del caso.

5.3.6 Circuito De Lazo Cerrado O Regulador De Mezcla

Este equipo se compone de un sistema electrónico que actúa de acuerdo con la información que recibe del sensor de O₂ (sonda Lambda, figura 5.17), corrigiendo la cantidad de gas que es suministrada al motor en condiciones de trabajo por

medio de un MOTOR PASO A PASO, de manera que el valor porcentual de O₂ en los gases de escape fluctúe entre 0,5 y 1,0 %, que es lo mismo que una "RELACIÓN LAMBDA " = 0,86 / 0,88" (mezcla aire - gas ideal).

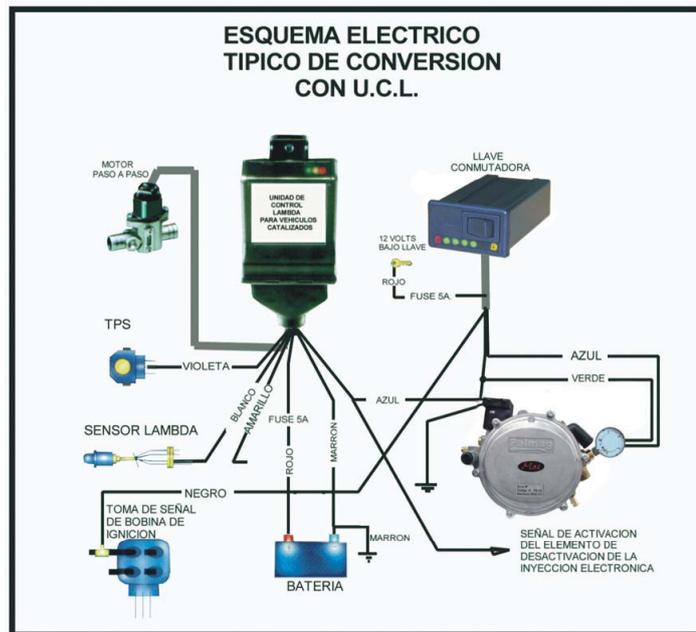


Figura 5.17. Circuito eléctrico de lazo cerrado

CAPITULO 6

METODOLOGÍA PARA EL MONTAJE DE EQUIPOS PARA CONVERSIÓN A GAS NATURAL EN MOTORES DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE UNA FORD TRITON 8V



Para realizar un buen montaje del sistema de conversión a gas en una Ford Triton se deben realizar en su orden, los pasos descritos a continuación:

6.1 RECEPCIÓN Y CONTROL DEL VEHÍCULO

CONTROL VISUAL DEL ESTADO EXTERNO DE LA CARROCERÍA:

La conveniencia de notar al propietario los daños y/o defectos del vehículo, antes del ingreso al taller, evitando de esta forma discusiones o dudas sobre golpes o rayones que pudieran aparecer en el momento de la entrega.

6.2 CONTROL DEL ESTADO DEL ENCENDIDO, BATERÍA Y SISTEMA ELÉCTRICO:

Es necesario verificar los sistemas que luego influirán en el buen desempeño del vehículo convertido, tema que en el acto de acordar la conversión, debió ser informado al usuario para asegurar los mejores resultados de la conversión a GNC.

El SISTEMA DE ENCENDIDO deberá estar en buenas condiciones de mantenimiento,

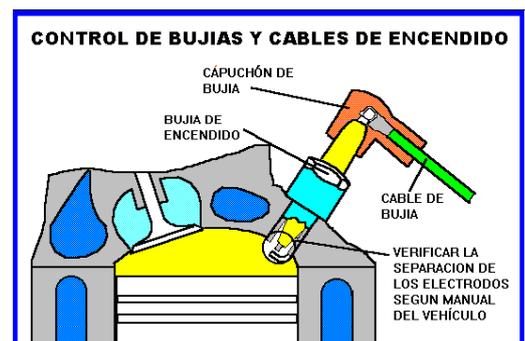


Figura 6.1. Control de bujía y cables de encendido

los cables de alta tensión sin síntomas de fugas, los capuchones de los terminales en buenas condiciones sin grietas ni envejecimiento, si alguna de estas condiciones no se cumple, reemplazar el JUEGO DE CABLES DE BUJÍA completo. Utilizar el mismo criterio con la inspección de las bujías si se observan los electrodos desgastados.

6.3 CONTROL DEL CHASIS Y ZONA DE FIJACIÓN DE LOS CILINDROS:

Es imprescindible que las zonas en donde se efectuará la fijación de los cilindros de GNC, (baúl, caja, chasis) se encuentren íntegras, libres de corrosión y fisuras, debido a que deberá soportar el esfuerzo producido por el / los cilindros, mientras el vehículo transita.

MONTAJE

6.4 MONTAJE DE LA VÁLVULA DE LLENADO

6.4.1 ELECCIÓN DEL LUGAR DE FIJACIÓN:

El lugar donde se instale la válvula de carga (figura 6.2), deberá cumplir los siguientes requisitos:

-Estar lo mas alejada posible de la batería, puentes de conexión eléctrica, y lugares con los que se pudiera ocasionar un cortocircuito

en la operación de recarga (figura 6.3).

-Elegir un panel, ó elemento de fijación que sea fijo a la carrocería, que no tenga movimiento relativo con el chasis, y que ofrezca una rigidez coherente con el esfuerzo de introducción y extracción del pico de carga.

-Es importante que la ubicación ofrezca comodidad

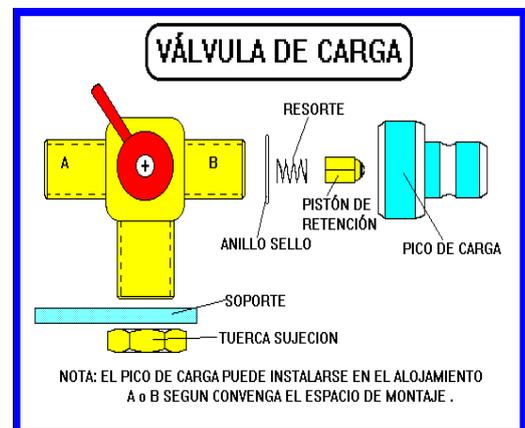


Figura 6.2. Válvula de llenado



Figura 6.3. Ubicación en la Ford Triton

para la localización y acceso

en la operación de recarga de combustible.

- El accionamiento de la palanca de cierre debe quedar liberado y visible de forma de poder efectuar la interrupción del flujo de gas sin dificultades.

Proceder a la fijación de la misma por medio del soporte y 2 tuercas y tornillos de M8 y luego efectuar las conexiones correspondientes a los cilindros y el reductor.

6.4.2 MONTAJE DEL REDUCTOR

6.4.2.1 ELECCIÓN DEL LUGAR DE FIJACIÓN:

El lugar donde se instale el reductor (figura 6.4), deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Estar dentro del compartimiento de motor pero nunca fijado a este, no superar la altura del radiador para evitar acumulación de aire en la cámara de agua del reductor y tener calefacción deficiente.



Figura 6.4. Lugar de fijación

-Estar lo mas alejado de zonas expuestas a corrientes de aire intensas generadas por el tránsito del vehículo a altas velocidades, que puedan descompensar el balance de presiones del reductor, y producir fallas de funcionamiento.

-Elegir un panel, ó elemento de fijación que sea fijo a la carrocería, que no tenga movimiento relativo con el chasis, y que ofrezca rigidez suficiente, para soportar el peso del mismo.

-Es importante que la ubicación ofrezca comodidad para el acceso a los tornillos de regulación de marcha mínima y sensibilidad.

Efectuar la fijación mediante el soporte provisto (o soporte especial de similar rigidez), y 2 tuercas y tornillos de M10.

6.4.2.2 CONEXIÓN DE LA CALEFACCIÓN:

Efectuar la conexión de las mangueras de agua para calefaccionar el reductor cuidando que el ruteo hasta el motor absorba los movimientos relativos entre este y la carrocería, y no exista posibilidad de enganche con partes móviles, varillajes, ventilador, correas etc.

Tomar fluido con las conexiones "T " de derivación, de un circuito en donde la circulación no se interrumpa por la válvula termostática del motor o el grifo de control del calefactor. Luego completar el fluido refrigerante perdido en la operación y en la puesta en marcha verificar que no existan fugas y el reductor aumente su temperatura inmediatamente, sino fuese así, buscar otro conducto de agua que ofrezca caudal continuo de fluido caliente de la tapa de cilindros del motor.

VERIFICAR QUE EL LIQUIDO DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR TENGA INHIBIDOR DE CORROSION, PARA EVITAR FUTUROS PROBLEMAS DE CORROSION DEL REDUCTOR.

6.4.2.3 POSICIÓN RELATIVA AL VEHÍCULO:

Es importante respetar la orientación del reductor según la figura (posición vertical, paralelo al eje de movimiento del vehículo) (figura .5), para evitar variaciones de caudal por aceleraciones ó frenadas bruscas, la inercia de la membrana de 3ra etapa producirá movimientos que descompensarán temporalmente

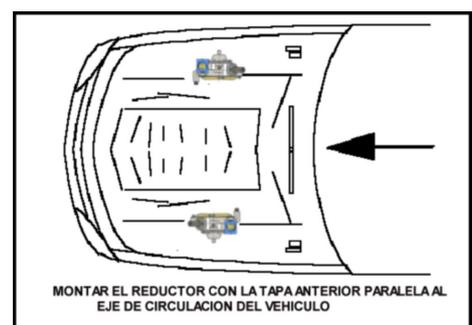


Figura 6.5. Posición relativa del vehículo

la regulación en marcha lenta.

No es aconsejable el montaje en posición horizontal debido a que los movimientos bruscos del vehículo por las imperfecciones del camino, generaran un funcionamiento errático del reductor en marcha lenta.

6.5 CONEXIÓN DE LA TUBERÍA DE GNC:

Efectuar la conexión de la tubería de GNC a la válvula de carga efectuando una espira para absorber las vibraciones y pequeños movimientos relativos entre ambos elementos (figura 6.6).



Figura 6.6 Conexión de la tubería de GNC

6.6 MONTAJE DEL MEZCLADOR

6.6.1 MEZCLADOR PARA GNC

DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO:

El mezclador es el elemento encargado de conseguir la correcta mezcla del gas con el aire, se instala en el sistema de admisión aguas arriba de la mariposa estranguladora, y aguas abajo del filtro de aire, tratando de efectuar el mínimo de modificaciones (figura 6.7).

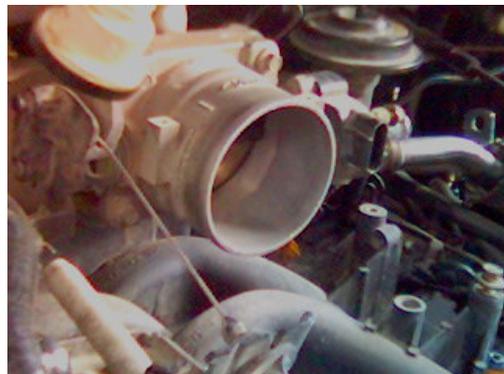


Figura 6.7 Montaje del mezclador

La gran variedad de modelos de motores,

carburadores, filtros de aire y elementos conexos al sistema de admisión, hace que exista gran cantidad de modelos diferentes de mezcladores.

6.7 POSICIÓN RELATIVA DE LA VALVULA DE POTENCIA.

Este elemento obra de ATENUADOR de caudal del reductor de manera de obtener una proporcionalidad entre la variación de la aspiración del motor y la cantidad de gas entregado, se coloca a $2/3$ de distancia al mezclador del largo de la manguera. Se ha comprobado que esa posición proporciona una relación de

mezcla uniforme en todos los regímenes del motor (esto es explicable ya que en el estudio de comportamiento DINÁMICO de una tubería con ESTRECHAMIENTO DE SECCIÓN BRUSCO el resultado de la curva de CAUDAL /PRESIÓN varía según la posición relativa de dicho estrechamiento por cuestiones de inercia acumulada en el tramo mas largo). Debido a que la longitud de la tubería de unión del reductor al mezclador varía según el modelo de vehículo, el posicionado se expresa en fracción del largo total.

6.8 CIRCUITO ELECTRICO DE VEHÍCULOS CON SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA

En este tipo de motores el suministro de gasolina es efectuado por un SISTEMA DE INYECCIÓN que dosifica la cantidad de combustible adecuada a cada situación de carga y régimen del motor , valiéndose de una serie de sensores que informan a la U.E.C. (unidad electrónica de control) de esta situación para calcular la duración del tiempo de apertura del / los inyectores y así suministrar una alimentación optima que ha mejorado en mucho el nivel de emisiones contaminantes y el rendimiento de los motores .

Generalmente la U.E.C. comanda el sistema de encendido, de donde toma la lectura de R.P.M. y así determinar la frecuencia de trabajo de los inyectores, a su vez monitorea varios parámetros de funcionamiento del motor: temperatura de agua, nivel de O₂ en los gases de escape, depresión en el múltiple de admisión y el sistema de generación eléctrica.

Para interrumpir el suministro de GASOLINA en estos motores es necesario cortar la alimentación eléctrica (+) positiva al / los inyectores ya que el pulso de inyección lo efectúa la U.E.C. por (-) negativo (masa), en la mayoría de los motores con inyección MULTIPUNTO es necesario intercalar en el circuito de inyectores, un EMULADOR DE INYECCIÓN el cual reemplaza el consumo eléctrico del grupo de inyectores para evitar que por falta de aquellos la U.E.C. detenga el encendido por FALLA DE INYECTORES o INDIQUE " CHECK ENGINE " en el tablero de instrumentos.

En la figura 6.8 se muestra un circuito completo de un vehículo con INYECCIÓN MULTIPUNTO DE 4 CILINDROS " con el "VARIADOR DE AVANCE"

incorporado, debido a que los motores con esta tecnología no poseen forma de cambiar el AVANCE AL ENCENDIDO en forma manual, RESULTA INDISPENSABLE incorporar este elemento para poder efectuar la variación del anticipo de encendido de unos 8 a 12 ° adicionales con GAS según el tipo de motor que se ha convertido. Existen diferentes tipos de variadores para todos los modelos de sistemas de encendido, los mismos se proveen con las instrucciones de conexión y afinado.

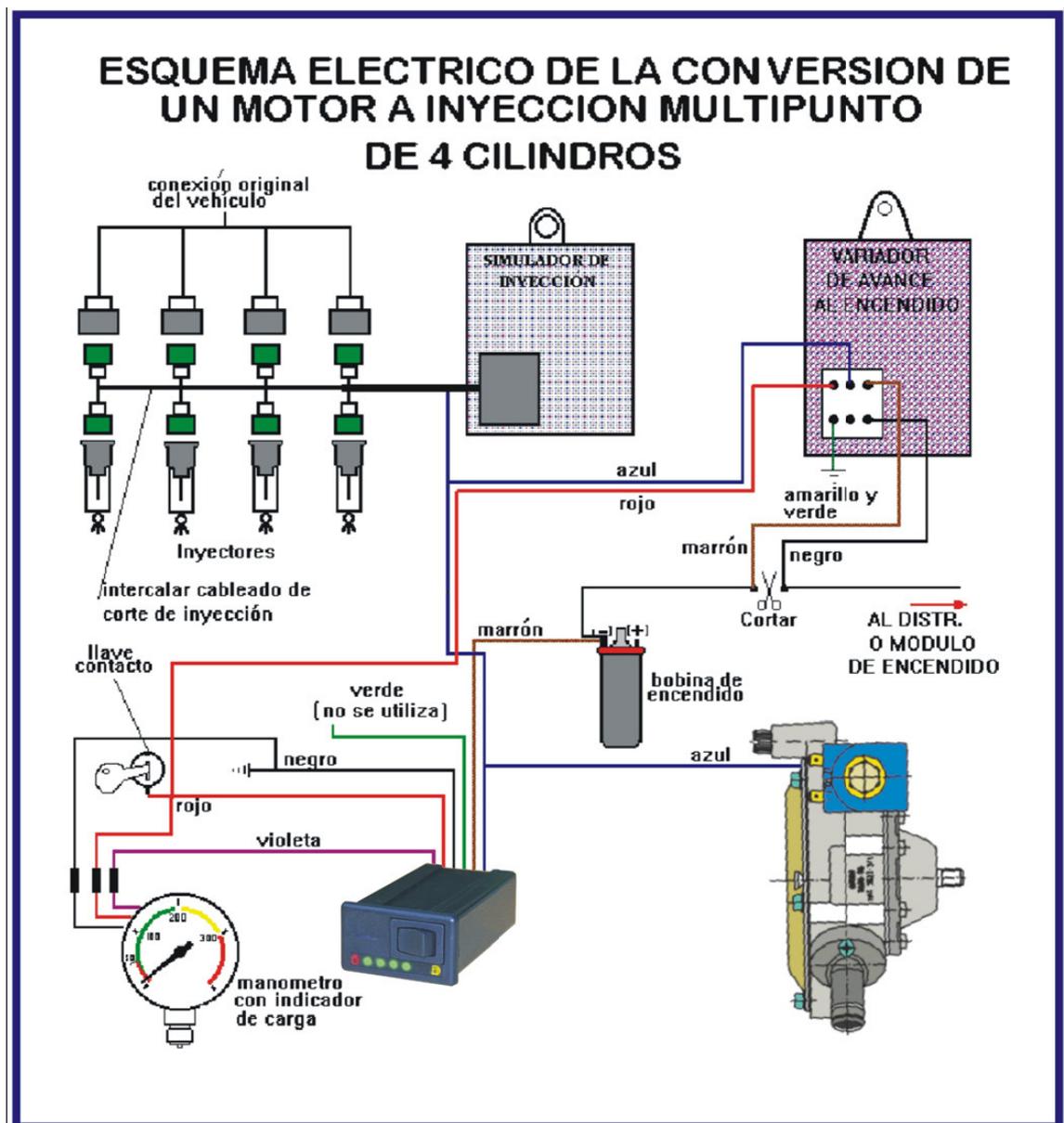


Figura 6.8 Circuito eléctrico del emulador de inyectores.

(*Para los vehículos 8 V se colocan dos simuladores de inyectores en serie de cuatro canales.

6.9 UNIDAD DE CONTROL LAMBDA

Este sistema es un inteligente aliado de la lucha contra la contaminación ambiental, y el consumo excesivo de combustible en los motores CICLO OTTO, que funcionan con GNC.

El principio de funcionamiento está basado en la propiedad de medir la cantidad de O_2 (Oxígeno) de el " SENSOR LAMBDA " (figura 6.9), en los gases de escape del motor que controla, en base a ese parámetro, cambia la cantidad de combustible en la mezcla, y permanentemente oscila dentro de rangos preestablecidos manteniendo en todo momento " LA RELACIÓN DE MEZCLA CORRECTA".

Su mayor ventaja, radica en que asegura un régimen de emisiones y consumo específico constante, independientemente de las condiciones atmosféricas, estado del filtro de aire del vehículo, y el nivel de presión del sistema de GNC.



Figura 6.9. Esquema eléctrico de lazo cerrado

6.10 UNIDAD MICROPROCESADORA:

Este equipo se compone de un sistema electrónico que actúa de acuerdo con la información que recibe del sensor de O_2 (sonda Lambda), corrigiendo la cantidad de gas que es suministrada al motor en condiciones de trabajo por medio de un

MOTOR PASO A PASO, de manera que el valor porcentual de O₂ en los gases de escape fluctúe entre 0,5 y 1,0 %, que es lo mismo que una "RELACIÓN LAMBDA " = 0,86 / 0,88" (mezcla aire - gas ideal).

El equipo viene programado de fábrica en MODO AUTOAPRENDIZAJE, lo que permite compaginar la calibración en forma automática. También adicionalmente se puede programar en forma anticipada o sobre el vehículo mediante la interfase serial LOV-U2 que se provee como accesorio opcional, la que permite conectarlo a un computador personal y por medio de un sencillo SOFTWARE, establecer parámetros de funcionamiento en forma detallada.

6.11 SENSOR O SONDA LAMBDA:

El sensor Lambda se compone de un CUERPO, que contiene una unidad cerámica capaz de emitir señales eléctricas proporcionales a la cantidad de oxígeno que atraviese los orificios del BULBO SENSOR, las que podrán ser colectadas por el terminal SEÑAL DE OXIGENO (figura 6.10). La UNIDAD CERÁMICA comienza a trabajar por encima de los 300 ° C., y la

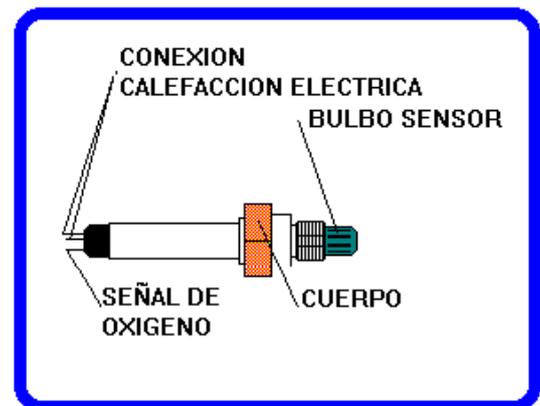


Figura 6.10. Sensor de oxígeno

señal que genera puede variar entre 0,1 V. a

0,9 V., dependiendo de la cantidad de oxígeno de los gases de escape. La capacidad de medición de rangos de relación de mezcla es pequeña, ($\lambda = 1 \pm 15\%$).

La señal de tensión será baja (0,1-0,3 V.) con mezcla pobre - relativo porcentaje alto de O₂ - , la señal será alta (0,6-0,9 V.) con mezcla rica - relativo porcentaje bajo de O₂ - , y con mezcla estequiométrica ($\lambda = 1$) la señal será una sucesión de ondulaciones que darán un promedio de 0,5 V. que amplificada en la U.E.C. es la condición de control del sistema de combustible estabilizada , que se retroalimenta manteniendo un nivel de RELACIÓN LAMBDA = 0,97 - 1,04 en forma constante .

6.12 INSTALACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE CILINDRO

Aplicar sobre la rosca de la válvula una capa de 15 vueltas de cinta de teflón arrolladas en sentido horario tal como se muestra en la figura 6.11, y una pequeña cantidad de sellador anaeróbico para roscas de alta presión, el teflón evitará que exista arrastre metálico entre la válvula y el cilindro obrando como sellador, y el sellador anaeróbico además de lubricar las piezas para un torqueo real, asegura la ausencia de fugas entre ambas piezas.

Para efectuar el montaje de las válvulas en los cilindros se procede de la siguiente forma:

Fijar el cilindro en el " SOPORTE DE TORQUEO " firmemente.

Verificar que el alojamiento roscado de la válvula se encuentre limpio y sin imperfecciones (figura 6.12).

Roscar la válvula al cilindro y ajustar a un torque de 15 mkg. (figura 6.13) valiéndose de una llave especial según muestra la figura.

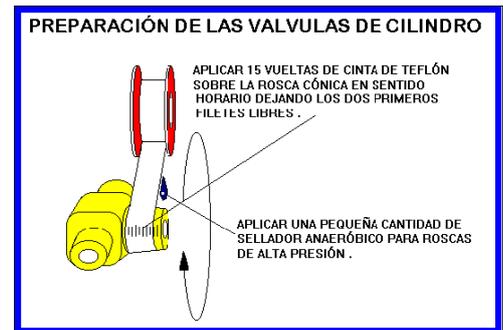


Figura 6.11. Preparación de la válvula del cilindro



Figura 6.12. Ubicación de la válvula del cilindro

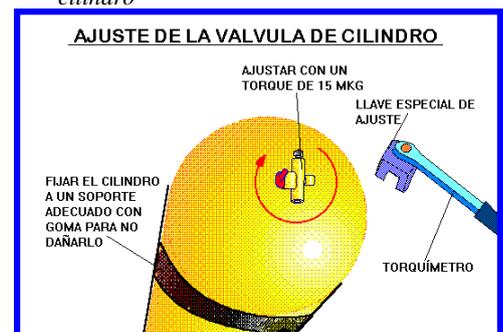


Figura 6.13. Ajuste de la válvula del cilindro

6.13 INSTALACIÓN DE LOS CILINDROS

Los cilindros de GNC se montan en el vehículo por medio de soportes de distintos tipos, según el modelo de vehículo a convertir; cantidad y, el lugar en donde se instalen.

La zona elegida para instalar los tornillos del soporte deberá ofrecer, suficiente rigidez, para lograr una firme vinculación del conjunto al chasis, y además existen las siguientes normas en lo referente a ubicación de los mismos (figura 6.14):

Los cilindros de GNC no podrán ser instalados sobre el techo del vehículo ni dentro del compartimiento del motor.

El anclaje del cilindro el vehículo debe soportar un esfuerzo igual a 20 veces su peso en dirección longitudinal y 8 veces en cualquier otra dirección.

Para recipientes de 110 kg. de peso se deberá fijar con dos flejes de 30 mm de

ancho mínimo (figura 6.15) y un espesor que le confiera una resistencia de 90 mm^2 de sección. Los bulones de fijación deberán ser de 10 mm.

En vehículos utilitarios donde los cilindros se ubiquen bajo el chasis deberá existir un despeje al suelo de 225 mm. MÍNIMO con carga máxima.

En vehículos donde los cilindros ser instalen

en el baúl, los mismos no deberán ubicarse cerca del panel trasero (cola del vehículo).

Cada unidad de cilindros deberá vincularse al chasis, con al menos 4 tornillos de 10 mm de diámetro.

El soporte y los zunchos deberán tener almohadillas de goma para que no exista contacto metálico entre soporte y cilindro.

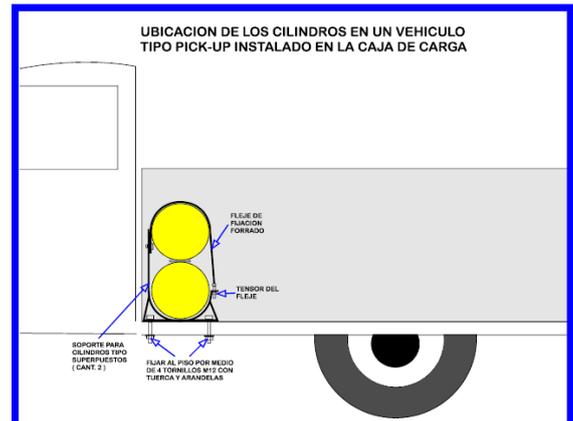


Figura 6.14. Ubicación de los cilindros



Figura 6.15. Ubicación e los cilindros en la Ford Triton

CAPITULO 7

NORMATIVIDAD

7.1 NORMATIVIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE EQUIPOS A GAS NATURAL

RESOLUCION NUMERO 8-0582 DE ABRIL 8 DE 1996

Por la cual se reglamenta el almacenamiento, manejo y distribución del gas natural Comprimido (GNC) para uso en vehículos automotores, la conversión de los mismos y se delegan unas funciones.

EL MINISTRO DE MINAS Y ENERGIA

En ejercicio de sus facultades legales y en especial las que le confieren los Decretos 1056 de 1953 y 2119 de 1992, resuelve:

ARTICULO 88. A todos los cilindros de GNC instalados se les deberá efectuar una revisión periódica anual contada a partir de la fecha de instalación en el vehículo, y una obligatoria cada cinco (5) años, siendo la primera a partir de los cinco (5) años de la fecha de fabricación del cilindro, con el fin de verificar el adecuado cumplimiento de los requisitos técnicos mínimos para su seguro y adecuado funcionamiento, de tal manera que puedan ser puestos nuevamente en servicio.

PARAGRAFO 1. Para dar cumplimiento a lo establecido en el presente artículo, los Talleres de Conversión deberán desmontar el o los cilindros instalados en el vehículo en cualquiera de los siguientes casos:

- a. Por cumplimiento del periodo de cinco (5) años definido en éste artículo;
- b. Cuando durante la revisión anual se detecten signos de corrosión, abolladuras, picaduras, fisuras, daños por fuego o calor, puntos de soldadura, desgastes del cuerpo del cilindro debido a la incidencia de agentes externos, o aquellos que a criterio del personal calificado del Taller de Conversión comprometan la seguridad del cilindro.

PARAGRAFO 2. Una vez definida la necesidad de desmonte del o de los cilindros, éstos serán enviados a un establecimiento que efectúe las siguientes pruebas:

- Control de identificación del cilindro;
- Retiro de la válvula y barrido con gas inerte;
- Limpieza interna y externa;

- Inspección visual interna y Externa;
- Control de roscas;
- Control de funcionamiento de la válvula;
- Control de peso;
- Medición de espesores;
- Prueba Hidrostática;
- Secado del Cilindro;
- Marcado de nueva identificación;
- Pintura.

También serán remitidos a estos establecimientos, aquellos cilindros que cumplan dos (2) años de almacenados en bodega sin utilización alguna.

PARAGRAFO 3. Los cilindros desmontados por las razones expuestas este artículo, sólo podrán ser instalados nuevamente si el establecimiento que efectuó las pruebas así lo acredite

ARTICULO 92. Los talleres deberán montar el Equipo de Conversión siguiendo las instrucciones establecidas en el manual de montaje entregado por los distribuidores de los equipos.

Previamente inspeccionarán el estado del vehículo, para efectos de realizar el montaje sin inconvenientes. Realizado el montaje y verificados todos los aspectos de seguridad que las normas vigentes exigen, el Taller expedirá a nombre del propietario del vehículo una garantía por el trabajo de montaje que complementa la garantía otorgada por el fabricante o distribuidor de los equipos. Además, el Taller deberá entregar las calcomanías, placas, certificados y el manual de instrucción, operación y mantenimiento suministrado por el fabricante o distribuidor.

ARTICULO 97. Los cilindros para GNC a instalar en el vehículo deberán cumplir con lo siguiente:

- a. Estar contruidos para operar a una presión normal de 200 bar.
- b. Una vez instalados, no ser modificados ni alterados;
- c. Un recipiente para GNC no deberá ser instalado dentro del compartimiento del motor;
- d. Un recipiente para GNC deberá ser instalado:
 - En forma permanente y con anclaje adecuado, a efectos de evitar su desplazamiento, resbalamiento o rotación;

- De tal modo que no se produzcan esfuerzos indebidos sobre el recipiente ni sobre los accesorios vinculados a él;
- De manera que evite un debilitamiento significativo de la estructura del vehículo; si a criterio del personal calificado del Taller de Conversión fuese necesario reforzar aquella, deberán adicionarse los elementos requeridos, en el sitio y con las características que éste indique;
- De modo que la fuerza necesaria para separar el recipiente del vehículo no sea menor que ocho (8) veces el peso del cilindro lleno en cualquier dirección;

- El método de sostener el cilindro no debe causar tensión o desgaste sobre la superficie de éste;
- El método para montar el cilindro no debe debilitar la estructura del vehículo y se debe añadir un refuerzo, si es necesario. Una luz de no menos de 0.005 metros debe ser dejada entre el cilindro y la estructura del vehículo.

ARTICULO 98. Los requisitos mencionados en el artículo anterior se estimarán cumplidos, si el montaje se ajusta a lo siguiente:

- a. Para cilindros de hasta 110 kilogramos de peso, estar fijados al vehículo con dos soportes como mínimo, que tengan no menos de 0.03 metros de ancho y un espesor que le confiera una resistencia equivalente a la de una barra de acero común de 0.00009 metros cuadrados de sección. Los tornillos a utilizar serán de 0.012 metros de diámetro.
- b. Para cilindros demás de 110 kilogramos de peso, estar fijados al vehículo con dos soportes como mínimo, que tengan no menos de 0.045 metros de ancho y un espesor que le confiera una resistencia equivalente a la de una barra de acero común de 0.000225 metros cuadrados de sección. Los tornillos a utilizar serán de 0.012 metros de diámetro.
- c. Cuando se utilicen más de dos soportes, el área total de la sección de los mismos será por lo menos igual a la de dos soportes de los antes especificados.
- d. En la ausencia de pruebas o donde los cálculos no se pueden hacer, se deben aplicar los siguientes requerimientos:
 - Debe haber por lo menos cuatro puntos de unión entre el cilindro y la estructura del vehículo. Los espacios entre éstos deben ser suficientes para asegurar la estabilidad del cilindro.
 - Cuando el cilindro se ancla a una lámina de metal, ésta debe ser reforzada con una lámina con no menos de 0.0036 metros cuadrados de Área y 0.0025 metros de espesor.

- Cuando el pasador del anclaje pasa a través de una sección hueca, ésta se debe asegurar con el fin de prevenir un colapso cuando el vehículo esté bajo carga.
- Los pasadores de los anclajes (herrajes) deben tener un diámetro no menor a los que se muestran en la Tabla 4 y deben tener una resistencia mínima a la tracción de 120 KPSI:

TABLA 4
DIMENSIONES PARA LA UNION (MONTAJE)

TAMANO CILINDRO DIMENSIONES DE LAS DIAMETRO DE LOS
(CAPACIDAD AGUA) BANDAS PASADORES
LITROS TAMANO MINIMO TAMANO MINIMO

(mm) (mm)

0 - 100 30 X 3 12

100 - 150 50 X 6 12

MAS DE 150 DISEÑO ESPECÍFICO -

- Cuando se usen abrazaderas para sujetar el cilindro, deben ser instaladas por lo menos dos por cilindro y las dimensiones no deben ser menores que las que aparecen en la Tabla 4. Estas abrazaderas deban ser colocadas y ajustadas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Para prevenir la posibilidad de corrosión en las superficies de contacto entre la abrazadera y el cilindro, se debe proveer de una banda de caucho como aislamiento entre éstas. Una protección similar se le debe dar al cilindro cuando éste descansa sobre otros objetos metálicos.

ARTICULO 99. Cuando un cilindro esté localizado dentro de un compartimiento que esté diseñado, o puede ser usado para el transporte de pasajeros, el extremo del cilindro que contiene la válvula y demás accesorios, deberá encerrarse dentro de un dispositivo que permita desalojar el gas hacia el exterior del vehículo cuando exista una fuga de combustible.

ARTICULO 100. Un cilindro localizado en el exterior del vehículo deberá cumplir con lo siguiente:

- a. No proyectarse por sobre el punto más alto del vehículo;
- b. No proyectarse por delante del eje delantero;
- c. No proyectarse por fuera de los costados del vehículo;

- d. Tener las válvulas y conexiones del cilindro protegidas contra daños debidos a contactos con objetos estacionarios, objetos sueltos en las vías u objetos lanzados por las llantas del vehículo;
- e. Estar ubicado por lo menos a 0.1 metros del sistema de gases de escape;
- f. No afectar negativamente las características de manejo del vehículo.

ARTICULO 101. Cuando un cilindro sea instalado entre los ejes del vehículo, la distancia mínima al suelo, considerando al vehículo cargado con la máxima carga establecida, tomada desde el cilindro o desde su soporte, el que estuviese más bajo, no debe ser menor de 0.3 metros.

ARTICULO 102. Cuando un cilindro esta instalado detrás del eje trasero y por debajo de la estructura, la distancia mínima al suelo, considerando al vehículo cargado con la máxima carga establecida, tomada desde el cilindro o desde su soporte, el que estuviese más bajo, no debe ser menor de 0.5 metros.

ARTICULO 103. Todo cilindro de acero para GNC, en función de su longitud, tendrá en uno de sus extremos, un dispositivo de seguridad para alivio de presión del tipo combinado: disco de estallido por presión de 340 ± 34 bar. y tapón fusible para que funda a $100^{\circ}\text{C} \pm 4$ C.

ARTICULO 104. Todo sistema de combustible con GNC deberá estar equipado con un manómetro que indique la presión de almacenamiento. El manómetro se ubicara próximo a la válvula de Llenado de modo que resulte visible durante la operación de tanqueo. No se admitirán tuberías de alta presión dentro de la cabina. Todo indicador de carga que se coloque dentro de la cabina deberá ser un instrumento repetidor accionado eléctricamente.

ARTICULO 105. El sistema de llenado del cilindro en el vehículo, deberá estar equipado con una válvula de retención, la que evitará el flujo de retorno del gas, desde el cilindro a la conexión de llenado.

ARTICULO 106. Las tuberías que conectan los cilindros de almacenamiento de GNC entre sí y a estos con los reductores de presión (primera etapa de reducción), serán fabricadas en acero y diseñadas para una presión normal de trabajo de 200 bar.

PARAGRAFO. Sólo está permitido utilizar en la instalación del equipo de conversión accesorios de acero y bronce forjado en las uniones de los cilindros y líneas de alta presión

ARTICULO 107. Después de la primera etapa de reducción, deberán instalarse tuberías, mangueras y accesorios que hayan sido fabricados para soportar hasta cinco veces la presión de trabajo.

Deberán ser del tamaño adecuado para efectos de proveer el flujo de gas requerido conforme a las características del vehículo en el que se implemente el sistema. Los materiales utilizados en la fabricación, deberán ser resistentes a la acción química del gas y a las condiciones de operación.

Los accesorios montados directamente en los cilindros deberán ser de un material compatible electroquímicamente con el del cilindro de GNC.

Las tuberías y accesorios deberán estar limpios y libres de recortes, residuos de la operación de fileteado, escamas u otro tipo de suciedad o defecto.

ARTICULO 108. Las tuberías y accesorios deberán ser montados en forma segura y soportados para compensar vibraciones por medio de abrazaderas de metal, protegidos por galvanizado u otro sistema o tratamiento equivalente. Podrán estar amarrados por bandas de nylon u otro producto de idéntica resistencia y reacción neutra. La distancia entre piezas de amarre no será mayor de 0.6 metros.

ARTICULO 109. Las tuberías para la conducción de GNC deberán seguir el recorrido práctico más corto entre los cilindros y el reductor, compatible con su flexibilidad. Deberán estar protegidas contra daños o roturas debido a choques y esfuerzos excesivos o desgaste por rozamiento y deberán ser encamisadas cuando resulte necesario.

ARTICULO 110. Las tuberías para la conducción de GNC no estarán ubicadas en canales que contengan la tubería de gases de escape y los materiales serán resistentes a la corrosión o deberán tener un tratamiento adecuado que garantice su eficaz comportamiento en medios corrosivos.

ARTICULO 111. En el montaje de los Equipos de Conversión queda prohibido:

- a. Realizar conexiones en lugares poco accesibles;
- b. Ubicar tuberías donde pueda acumularse gas, por pérdidas no detectadas;
- c. Utilizar materiales diferentes al bronce o al acero;
- d. Utilizar acoples rápidos;
- e. El curvado de tuberías cuando éste las debilite;
- f. Realizar empalmes utilizando niples cerrados o muy próximos unos de otros;
9. Realizar cortes en la estructura, reduciendo su resistencia, con el propósito de instalar tuberías o mangueras y desviándolas del objetivo para el cual fueron diseñadas;
- h. Reparar defectos en la línea que canaliza el GNC. Todo elemento con fallas deberá ser reemplazado.

ARTICULO 112. Las válvulas de cierre manual, los selectores para combustible, las válvulas solenoides, las válvulas de retención, la de llenado, las de cierre automático, los reguladores de presión y el mezclador / carburador, empleados como componentes del sistema de carburación con GNC, deberán cumplir con los requisitos especificados por las normas de fabricación nacionales si existiesen o internacionales aplicables para el manejo de GNC.

ARTICULO 113. Debe instalarse una válvula de cierre manual en un lugar que permita aislar el cilindro o cilindros del resto del sistema y deberá estar protegida contra golpes y choques.

Igualmente debe instalarse otra válvula después de la de cierre manual, con el fin de que automáticamente evite el flujo de gas al carburador cuando el motor cese de funcionar o no esté conectado el encendido.

ARTICULO 114. Cuando se trate de vehículos duales, el medio para seleccionar el combustible deberá instalarse tan próximo como resulte práctico; al punto de inyección. Para operarlo deberá ser de fácil acceso desde el asiento del conductor.

Para estos vehículos deberá instalarse en la línea de gasolina, una válvula accionada eléctricamente, que cierre evitando el flujo de líquido al carburador cuando la línea de éste haya sido conectada para el suministro con GNC.

ARTICULO 115. Debe instalarse un regulador de presión en forma segura y en un lugar de fácil acceso, el cual debe estar protegido contra golpes y excesivo calor y aislado de equipos e instalaciones eléctricas.

ARTICULO 116. Realizado el montaje del equipo completo, se efectuará una verificación por prueba neumática empleando aire comprimido o un gas inerte hasta la salida del regulador, con el fin de comprobar si existen fugas a través de las conexiones en el tramo de alta presión. En el tramo de baja presión se realizará la verificación al doble de la presión regulada.

La primera prueba se podrá realizar a una presión menor de 200 bar., confirmando durante la carga inicial con gas, el hermetismo de las juntas y uniones.

PARAGRAFO. El Taller de Conversión será responsable de los eventuales daños que pudiera ocasionar un incorrecto montaje del equipo para GNC.

ARTICULO 117. Verificado el hermetismo de las conexiones, el personal calificado del Taller procederá a cargar el o los cilindros con GNC, previa purga del aire en el sistema con gas inerte.

CAPITULO X

SANCIONES PARA LOS TALLERES

ARTICULO 129. independientemente de las acciones legales a que haya lugar, los Talleres de Conversión de GNC que infrinjan las normas sobre el funcionamiento del servicio público contempladas en esta resolución, o las observaciones de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía sobre el particular, estarán sujetas a las siguientes sanciones, de conformidad con la naturaleza, efecto, modalidad y gravedad del hecho y con fundamento en los respectivos antecedentes:

1. Amonestación. Consiste en el llamado de atención escrito que se le formulará al infractor, con la advertencia que una nueva falta le ocasionara la aplicación de una sanción de mayor entidad. Se impone ante la violación de las obligaciones señaladas en esta resolución y siempre que el hecho no constituya trasgresión de mayor gravedad a juicio de la Alcaldía o del Ministerio de Minas y Energía.

CAPITULO 8

CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

Para determinar la criticidad de los equipos hemos empleado la tabla 8.1, la cual fue desarrollada en EE.UU. en el año 1960, la cual usa una combinación de trabajo y tipos de equipo para calcular la prioridad.

Su manejo es muy sencillo, se toman cada uno de los elementos críticos de un sistema y se le da un valor en la columna de tipo de trabajo (según sea su criticidad), igualmente se hace con la columna de tipo de equipo.

Luego de asignarle los valores de las 2 columnas, se realiza el producto de estos valores; entonces, el valor más alto sería el equipo más crítico y el de menos valor el menos crítico.

Criticidad De Los Equipos

	<u>Tipo de Trabajo</u>	<u>Tipo de Equipo</u>	
5	Preocupación Genuina de Seguridad (El trabajo donde el fracaso del equipo ha causado daño a un personal crítico o riesgo de seguridad de producto.)	Seguridad (Equipo planteando un riesgo a la seguridad de personal o el producto. Ej. En una carnicería, u otra fábrica de alimento donde la contaminación podría ser un problema; lesiones personales)	5
4	Fracaso de Planta Crítica (El trabajo donde el fracaso de equipo ha causado o tiene el potencial para causar tiempo de indisponibilidad principal o problemas de calidad.)	Utilidades y Clase A un Equipo Crítico (Las utilidades o el equipo podrían causar una parada, la total o cierre de cadena de montaje principal, donde ninguna reserva está disponible.)	4
3	La revisión o Mantenimiento Preventivo (El mantenimiento programado y la revisión de requerido ser hecho durante la producción para asegurar que la salida de producción y la calidad son mantenidas y apoyadas.)	Utilidades y Clase B Equipo Crítico (Como encima, donde la reserva está disponible, o equipo donde el cierre de cadenas de montaje secundarias sería efectuado, o material crítico que maneja el equipo.)	3
2	Rutina Mantenimiento (Mantenimiento rutinario preventivo, mantenimiento programado sobre equipo de respaldo seguridad, revisiones de seguridad rutinarias o trabajo de mejora.)	Clase C Equipo Crítico (La producción y el material que maneja el equipo donde el respaldo de seguridad está disponible. También equipo de oficina, Ej. computadoras.)	2
1	Gobierno de la casa (Pintura, mantenimiento de servicio, deberes de gobierno de la casa generales.)	Edificios y Local (Mantenimiento a edificios, servicios, restaurantes, tierras, decoración, etc.)	1

Tabla 8.1. Criticidad de los equipos

A continuación presentamos los elementos mas importantes en el kit de conversión para una FORD TRITON 8V.



Cilindro de Almacenaje de GNC



Simulador De Inyectores



Simulador de Sonda Landa



Regulador o Reductor



Llave Conmutadora De Combustible



Accesorios



Válvula de Llenado



Válvula del Cilindro



Tubería de alta presión o Caño de Alta Presión



Manómetro



Mezclador

	Tipo de Trabajo	Tipo de Equipo	Total	Criticidad
	5	5	25	5
	4	4	16	4
	3	4	12	2
	4	5	20	4
	4	4	16	3
	3	4	12	2
	2	2	4	1
	5	4	20	4
	2	2	4	1
	2	2	4	1
	4	2	8	2

Como podemos darnos cuenta, el que obtuvo el mayor valor fue el Cilindro de almacenaje de GNC, ya que este es el que porta el combustible del proceso; si llegase a fallar las consecuencias serian catastróficas para los ocupantes del vehiculo como para el conglomerado en general.

Luego le siguen la Tubería de alta presión y los manómetros, llegando así a los simuladores, donde su criticidad no tiene grandes consecuencias como los anteriores.

CAPITULO 9

DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA EL MANTENIMIENTO DEL EQUIPO DE CONVERSIÓN A GNCV MONTADO EN UN FORD TRITON 8V

9.1 Mantenimiento de Equipos Críticos

Deben definirse los equipos que son importantes para dar servicios al cliente y que necesiten un mantenimiento preventivo para evitar la parada de los mismos.

La ley exige un control anual y otro quinquenal para cualquier equipo, por lo que se recomienda que en la revisión periódica hay que aprovechar de verificar los anclajes de los cilindros; los venteos del equipo; las mangueras de calefacción; la tubería de alta presión de gas y posibles pérdidas.

9.2 Mantenimiento De Cilindros:

Anualmente el cilindro. Debe desmontarse verificación visual del estado del mismo.

Lavado y pintado



Figura 9.1 Limpieza del cilindro



Figura 9.2. Pintura del cilindro

Es importante estos dos pasos ya que garantizan que el cilindro no posea ningún punto de corrosión. Figuras 9.1 y 9.2

Al cilindro en el montaje se le deben colocar unas bandas de cintas para evitar el resbalamiento y la acumulación de agua entre el caucho de herraje y el cilindro (figura 9.3).

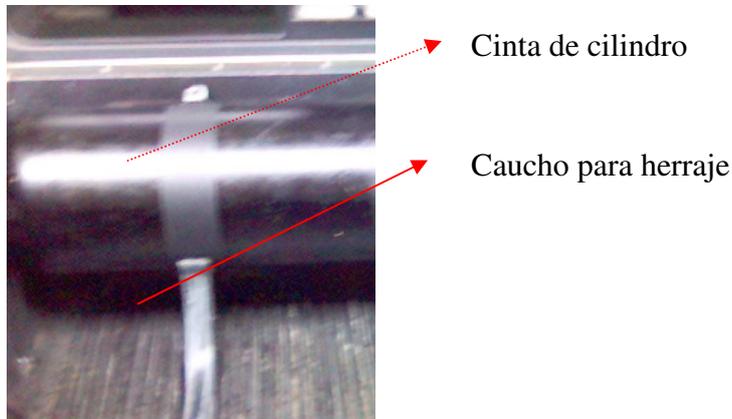


Figura 9.3. Bandas para el cilindro

Explosión del cilindro: No existen registros de explosiones espontáneas. Por lo general, estos casos se dan al realizar la recarga de combustibles en vehículos que sufrieron modificaciones por talleres no autorizados, o bien por talleres habilitados con una forma de trabajo negligente (por ejemplo reparar en vez de cambiar un cilindro rechazado). Todas las estaciones de recarga de GNC tienen como límite una presión de carga de 200 bar., mientras que la presión que puede almacenar el cilindro, por seguridad, es de 350 bar. Por este motivo, no debería explotar un cilindro al recibir la recarga de combustible.

9.3 Herraje

Elemento de fijación del cilindro este se debe revisarse anualmente se debe verificar el estado, que no tenga puntos de corrosión, que este bien fijados y que en este lugar no tenga debilidades ya que por lo regular se fija directamente al chasis



Tornillo de fijación deben ser de
 $\frac{1}{2}$ pul grado 5

Figura 9.4. Herraje

Los puntos más críticos resultan ser los anclajes de la cuna a la carrocería del vehículo. Si éstos no soportan las fuerzas producidas por un impacto, es muy probable que el tubo se desprenda, pudiendo producir el aplastamiento de los ocupantes del vehículo y traer aparejado graves lesiones.

9.4 Válvulas de cilindro y de llenado

No necesita mantenimiento ni cambio de partes interiores, en caso de fuga en el mantenimiento anula la válvula se debe cambiar por completo

9.5 Tubería de alta presión

No existen registros de explosión espontáneas de la misma, se verifica fuga por los extremos de la tubería, si la tubería tiene corrosión se debe cambiar por completo.

9.6 Regulador de alta presión

El mantenimiento de este se debe realizar cada 2 años ya que la principal falla es la acumulación de aceites en la primera y segunda etapa, estos aceites vienen de los compresores de las estaciones de servicio.

El mantenimiento comprende el desarme lavado y armado del regulador.

9.7 Manómetro e indicador de nivel

Por ley la resolución 8-0582 DE ABRIL 8 DE 1996, estos componentes deben funcionar en el vehículo ya que permiten verificar la presión real de cilindro en el momento del tanqueo o en el vehículo en movimiento.

En caso de falla de estos elementos se deberán cambiar.

9.8 Otros controles

Para obtener un resultado óptimo funcionando a GNC, recomendamos realizar periódicamente los siguientes controles:

Filtro de aire

El filtro de aire debe mantenerse en perfectas condiciones de uso, ya que un filtro sucio, restringe el pasaje de aire, enriqueciendo la mezcla, lo que provoca un mayor consumo, una marcha irregular y un difícil arranque.

Sistema de encendido

Revise y mantenga en perfectas condiciones de funcionamiento todos los elementos que constituyen el sistema de encendido. Reemplace lo necesario, de esta forma asegurará un excelente funcionamiento de su automóvil tanto a GNC como a gasolina.

Sistema de refrigeración

Tanto el radiador como los conductos de circulación de agua, deben mantenerse limpios y libres de incrustaciones. Agregue líquido anticorrosivo y si fuera necesario anticongelante. De esta manera se aumentará la vida útil del motor y de su equipamiento.

CAPITULO 10

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

En el presente trabajo se desarrollo un manual de instalación y mantenimiento del kit para la conversión a gas natural en una ford triton, los cuales no son aplicados y esto genera inconvenientes, baja calidad y retraso en el tiempo de entrega del trabajo; ocasionadole al cliente molestias.

En la instalación de tubería de alta presión se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

La distancia a las tuberías de escape no debe ser inferior a 50 mm.

Evitar la cercanía de partes móviles, palieres, varillas de comando, cables de freno, cardanes etc.

En los extremos (antes de la conexión) efectuar espiras (rulos), que absorban las vibraciones.

La fijación de la tubería se debe efectuar mediante grapas provistas, y tornillos autoroscantes o remaches rápidos, también se puede fijar en lugares donde no es posible la utilización de grapas, con precintos, en la zona bajo el chasis es norma colocar UNA A CADA 300 mm para evitar que la tubería se suelte y pueda engancharse con alguna protuberancia del camino.

ANEXOS

PUESTA EN MARCHA CON GNC:

Mover la llave conmutadora a la posición "GAS" y dar arranque, efectuando 3 aceleraciones en vacío, para vaciar la bomba de pique del carburador.

Acelerar el motor a 3000 r.p.m. aproximadamente a régimen constante y girar el tornillo Regulador de Alta en ambos sentidos, hasta conseguir el punto de marcha óptimo (punto de mayores R.P.M.), luego de esto ajustar la contratuerca.

Efectuar la regulación de la marcha lenta y verificar que el motor responda correctamente a las aceleraciones en vacío si no acelera correctamente cerrar $\frac{1}{2}$ vuelta el regulador de alta y controlar nuevamente la marcha lenta.

CONSIDERACIONES PARA EL AJUSTE DEL VARIADOR:

El funcionamiento del motor con GNC debe ser normal tal como cuando funciona con gasolina, la marcha en ralentí debe ser uniforme y a las mismas R.P.M. que con gasolina, si se notara que el motor suena intermitente o vibra, probar de anular el avance adicional del variador, o regular nuevamente la marcha lenta del reductor.

VALORES MEDIOS DE AFINADO

CARACTERISTICA	A GASOLINA	A GNC
AVANCE INICIAL	7 a 12 ° (VER ESP. FABRICA)	15 A 22 °
CO EN RALENTI	1.5 A 2.0	0.30 A 1.5
CO EN VACIO 3000 R.P.M.	2.0 A 3.0	0.5 A 1.5
HC EN RALENTI	250 A 350	50 A 150
HC EN VACIO 3000 R.P.M.	150 A 250	50 A 100
CO CON CARGA 3000 R.P.M.	3.0 A 4.5	1.0 A 1.5
HC CON CARGA 3000 R.P.M.	100 A 300	50 A 80

REFERENCIAS

- Fundamentos De Gas Natural Comprimido Vehicular (GNCV)
- <http://g.unsa.edu.ar/sma/anexos/gas/gncgral.htm#INTRO>
- ACEVEDO, C.A. Y AGUDELO, J.R. Factores que inciden en la combustión de un motor operando con gas natural.
- ASTM handbook, corrosion, American Society for Metals (ASTM), vol 13, 9th Ed. (1087) p. 180-181
- http://www.geocities.com/sgil_1951/gas_links/gnc/gnc_vetajas.htm
- <http://www.parque4x4.com.ar/mecanica/gnc/>
- VERHOEVEN, J.D. Fundamentos de Metalurgia física, Limusa (1987) p. 377
- <http://cipres.cec.uchile.cl/~dpinchei/me65a/Trabajo-GNC.pdfh>
- <http://www.minminas.gov.co/minminas/pagesweb.nsf/>
- <http://users.copetel.com.ar/karpikgnc/benec.htm>
- KATO, K.et al. Development of Enginer for Natural Gas Vehicle, En: SAE Technical Paper, 1999
- JOVAJ, M. S. Y MASLOV, G.S. Motores de Automóvil, Editorial MIR, Moscú (1978) p. 163
- <http://orbita.starmedia.com/~danyolaf/misc/gnc-notas.htm>
- <http://webs.advance.com.ar/sanrafaellada4x4/notas.htm>