

11126
54

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE SUMINISTRO DE
COMBUSTIBLE DE EMERGENCIA EN MOTORES DE
INYECCION

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N :
DANIEL MARTINEZ RUIZ
JORGE PABLO MARTINEZ PAEZ

ASESOR: M. en I. FELIPE DIAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

SECRETARÍA NACIONAL
AVENIDA 10
MÉXICO

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS: "Diseño de un Dispositivo de Suministro de Combustible de Emergencia en Motores de Inyección"

que presenta El pasante: Daniel Martínez Ruíz
con número de cuenta: 8600281-9 para obtener el título de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 05 de Junio de 2003

PRESIDENTE

Ing. David García Carreto

VOCAL

M. I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez

SECRETARIO

Ing. Marco Antonio Hernández Rodríguez

PRIMER SUPLENTE

Ing. Pedro Rendón Torres

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. Sergio Martín Durán Guerrero

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen Garcia Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Diseño de un Dispositivo de Suministro
de Combustible de Emergencia en Motores de Inyección"

que presenta El pasante: Jorge Pablo Martínez Páez *
con número de cuenta: 9225257-6 para obtener el título de :
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 05 de Junio de 2003

PRESIDENTE Ing. David García Carreto

VOCAL M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez

SECRETARIO Ing. Marco Antonio Hernández Rodríguez

PRIMER SUPLENTE Ing. Pedro Rendón Torres

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Sergio Martín Durán Guerrero

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A LA UNIVERSIDAD

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, les agradezco haberme brindado un lugar dentro de esta máxima casa de estudios y permitirme portar con orgullo su nombre como profesionista.

A MIS PADRES

Daniel y Guillermina, les agradezco profundamente el apoyo constante e incondicional, su amor y sus consejos, y sobre todo sus principios los cuales han sido fundamentales para mi formación personal y profesional.

A MIS HERMANOS

Cynthia y Guillermo, por estar siempre a mi lado mostrando su afecto y cariño, haciendo menos duro el camino a seguir, por su apoyo incondicional y por todo lo que nos une.

A BERENICE

Por el apoyo que me das en todos los sentidos, por estar ahí cuando te he necesitado, para darme esas palabras de aliento en los momentos difíciles, tú también eres parte de este momento, gracias por todo, te amo.

A MI ASESOR

M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez, con respeto y admiración por su trayectoria, enseñanza y consejos, así como la confianza depositada para la realización y culminación del presente trabajo.

A MIS AMIGOS

Por ser parte de mí.

Daniel

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A DIOS

Por todo, y por permitirme vivir este momento.

A MI UNIVERSIDAD

A la Universidad Nacional Autónoma de México; en especial a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, les agradezco haberme brindado un lugar dentro de esta máxima casa de estudios y permitirme portar con orgullo su nombre como profesionista.

A MIS PADRES

Jorge y Guadalupe, con admiración y profundo agradecimiento por el apoyo constante e incondicional, todo su amor y sus consejos, y sobre todo sus principios los cuales han sido fundamentales para mi formación personal y profesional, gracias por todo.

A MIS HERMANOS

María Elena, Socorro y Francisco, por estar siempre a mi lado demostrándome afecto y cariño sin condiciones, haciendo menos duro el camino a seguir, por su apoyo y por todo lo que nos une.

A CONCEPCIÓN

Por el amor y apoyo incondicional que me das en todos los sentidos, por estar siempre a mi lado, para darme esas palabras de aliento en los momentos difíciles, por la *Dicha y Felicidad* que esta por *Nacer*, tú también eres parte de este momento, te amo.

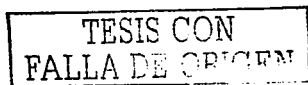
A MI ASESOR

M.I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez, con respeto y admiración por su trayectoria, enseñanza y consejos, así como la confianza depositada para la realización y culminación del presente trabajo.

A MIS AMIGOS

Por todo lo que compartimos y aprendimos juntos.

JORGE



ÍNDICE

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN A LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

1.1 Antecedentes	4
1.1.1 Clasificación	8
1.1.2 Características	11
1.1.3 Funcionamiento	12
1.1.4 Mezcla Estequiométrica	13
1.1.5 Carga Estratificada	13
1.1.6 Ventajas	13
1.2 Componentes del Suministro de Combustible	15
1.2.1 Tanque de Gasolina	15
1.2.2 Bombas de Gasolina	15
1.2.3 Filtros de Gasolina	16
1.2.4 Regulador de Presión del Combustible	17
1.2.5 Línea de Combustible	18
1.3 Mantenimiento Preventivo Del Sistema De Inyección	19
1.4 Bombas De Gasolina	19
1.5 Circuito De Combustible	21

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 2

CÁLCULOS Y COMPONENTES

2.1 Funcionamiento	24
2.2 Esquema de Funcionamiento	24
2.3 Cálculo del Recipiente	26
2.4 Cálculos	27
2.5 Dibujo de Conjunto	29
2.6 Componentes del Dispositivo	31
2.6.1 Componentes de la Línea de Alimentación	31
2.6.2 Componentes de la Línea de Aire	32
2.6.3 Tapón del Depósito	33
2.7 Costos	34
2.8 Herramientas	35

CAPITULO 3

FABRICACIÓN

3.1 Proceso	36
3.2 Prueba de Presión	45

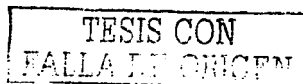
CAPITULO 4

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Instalación	46
4.2 Primera Prueba De Funcionamiento	49
4.3 Segunda Prueba De Funcionamiento	50
4.4 Tercera Prueba De Funcionamiento	52

CONCLUSIONES	54
---------------------	----

BIBLIOGRAFÍA	56
---------------------	----



INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayoría de los automóviles utilizan sistemas de inyección de combustible; debido a lo complejo de los diferentes sistemas en los motores, es necesario contar con equipos más sofisticados y costosos para hacer las reparaciones que se presenten en el sistema de combustible de los motores de inyección; estas reparaciones no son fáciles de corregir, por lo que si el sistema de combustible llegara a fallar, y teniendo en mente que es una de las principales causas de falla, ya sea que falle la bomba o el combustible se termine, las reparaciones en ambos casos tampoco son fáciles como se podría pensar. Para hacer más amplio el conocimiento sobre un sistema de inyección de combustible y su funcionamiento, en el capítulo I se presenta una introducción a dichos sistemas.

El reemplazo de la bomba de combustible es un tanto difícil por su ubicación, porque se localiza generalmente dentro o muy cerca del tanque de gasolina; dificultando su acceso para su reemplazo. Como es eléctrica, es necesario enfriarla, razón por la cual se encuentra inmersa en el combustible. Las bombas podrían sufrir daños irreparables al trabajar sin combustible por que estas funcionarían en "seco" y por el simple hecho de que se enfrían con el mismo.

Las bombas cambiaron de funcionamiento mecánico a eléctrico, por lo que es necesario tener ciertos cuidados para su correcto funcionamiento, también puede tener fallas en el suministro de corriente lo que la dejaría inútil para cumplir con su funcionamiento y el automóvil en si no sería útil.

Por todo esto, la idea es dar una opción en este campo por medio del diseño de un dispositivo, de tal manera que el automóvil pueda recorrer algunos kilómetros para que de esta manera se pueda llevar a un taller en donde se efectúen las reparaciones pertinentes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Así, en el segundo capítulo se muestra el diseño del dispositivo en sí, haciendo el cálculo de los componentes y materiales que emplearemos para su posterior fabricación, así como los costos y herramientas necesarias.

En el tercer capítulo se describe todo el proceso de fabricación paso por paso, con imágenes para una fácil observación y comprensión del mismo.

El capítulo cuarto hace referencia a la instalación y pruebas, así como al resultado de cada una de ellas.

Y por último se establecen las conclusiones obtenidas en la realización del presente trabajo.

TESIS CON
FALLA EN LA CALIFICACION

OBJETIVOS

- Dar una explicación de la importancia y uso de los sistemas de inyección en la actualidad.
- Diseñar y fabricar un dispositivo que nos permita resolver algunas fallas en la línea de alimentación de combustible de vehículos con motores de inyección.
- Probar que dicho dispositivo sea funcional a un bajo costo y con gran facilidad de operación y alta seguridad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN A LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

1.1 ANTECEDENTES

Los sistemas de inyección directa de gasolina fueron empleados hace muchos años al acoplarse los sistemas mecánicos de inyección de los motores Diesel a los motores Otto o de gasolina. Consistían en una bomba mecánica que empujaba la gasolina por un conducto hasta un inyector colocado en la cámara de combustión. Pero este sistema fue desechado rápidamente por su elevado costo. Los demás sistemas de inyección que se han ido aplicando a los automóviles han sido de inyección indirecta. En este caso, el inyector no se coloca en la cámara de combustión sino en el colector de admisión, figura 1.1

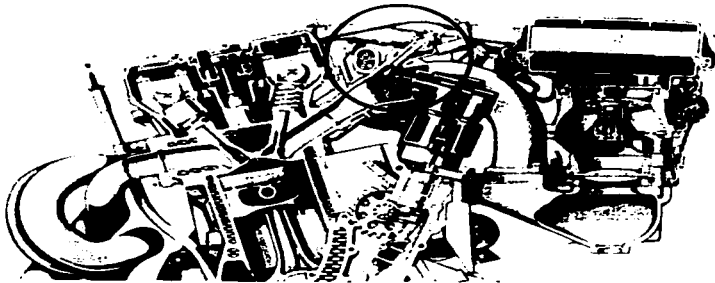


Figura 1.1 Inyección indirecta

Los sistemas de inyección de gasolina resuelven con mayores garantías los problemas de dosificación, consumo, etc., proporcionando exactamente la cantidad de combustible que es necesaria en cada momento, de lo que resulta un menor nivel de emisiones contaminantes y un rendimiento mayor. En estos sistemas, el

combustible se inyecta en el colector de admisión, justamente delante de las válvulas de admisión, por medio de un sistema de inyección autónomo, gobernado hidromecánicamente o mediante un dispositivo electrónico, como el que se muestra en la figura 1.2

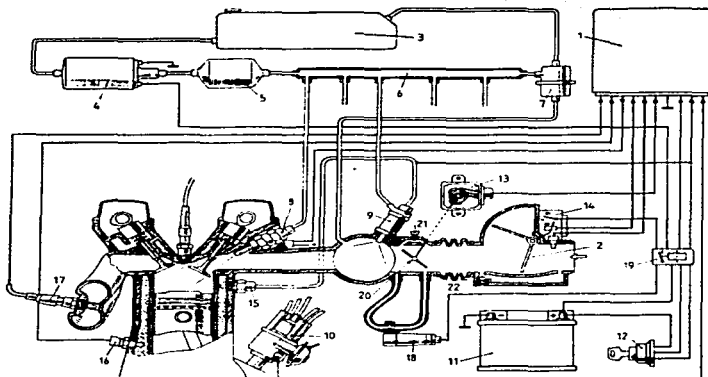


Figura 1.2 Sistema de inyección

Que cuenta básicamente con los siguientes elementos:

1. Unidad Electrónica de Control (UEC).
2. Caudalímetro.
3. Tanque de Combustible.
4. Bomba de Combustible.
5. Filtro de combustible.
6. Riel de inyectores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

7. Regulador de Presión.
8. Inyectores.
9. Inyector de Arranque.
10. Distribuidor de Encendido.
11. Acumulador o Batería.
12. Switch de Encendido.
13. Interruptor de la Mariposa del Acelerador.
14. Caja de resistencias del Caudalímetro.
15. Termointerruptor de Arranque en Frío.
16. Sensor de Temperatura del Motor.
17. Sensor de Oxígeno.
18. Caja de Aire Adicional
19. Caja de relevadores.
20. Mariposa del Acelerador.
21. Ajuste en Ralentí.
22. Ajuste de la Mezcla en Ralentí.

El cambio de carburadores a sistema de inyección se debe a que este último proporcionó una mejor manera de resolver los estándares de economía y emisión de gases establecidos en el ámbito mundial. Pero igualmente importante es el hecho de que la inyección del combustible es un sistema más versátil para la salida de éste.

La inyección del combustible no tiene ninguna estrangulación, los inyectores atomizan el combustible directamente en el motor. Esto elimina la mayoría de los problemas de arranque en frío asociados a los carburadores. La inyección electrónica del combustible también se integra con mayor facilidad con los sistemas de control automatizados del motor, porque los inyectores se controlan más fácilmente que un carburador mecánico con accesorios electrónicos como se ve en la figura 1.3

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

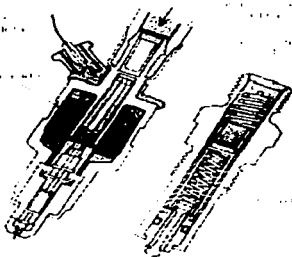


FIGURA 1.3 Tipos de inyectores

La supresión del carburador permite una concepción óptima de los colectores y conductos de admisión, gracias a la cual se mejora notablemente el llenado de los cilindros, dando como resultado una potencia específica mayor y una curva característica del par motor mejor adaptada a las condiciones de circulación del vehículo. A través de los colectores y conductos de admisión solamente circula aire, inyectándose la gasolina justamente a la entrada del cilindro, dosificándola adecuadamente de manera que el motor reciba la cantidad justa para sus necesidades reales. Así mismo, cada uno de los cilindros recibe una cantidad de gasolina idéntica que los otros, cualquiera que sean las condiciones de trabajo. figura 1.4

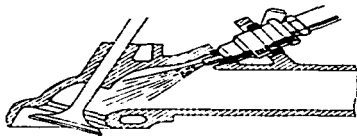


Figura 1.4 Inyección hacia la cámara de combustión

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.1.1 Clasificación

De acuerdo con las características específicas de funcionamiento, los sistemas de inyección de gasolina pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- **Sistemas de Inyección Mecánica:** Los cuales introducen el combustible por medio de inyectores que permanecen abiertos continuamente a los que se hace llegar el combustible a una presión constante.
- **Sistemas de Inyección Mixtos:** Estos son una variante del primero y funcionan de manera similar, pero en este caso, se incluye un sistema electrónico de control, capaz de modificar el caudal de combustible enviado a los inyectores, adaptándolos a las diferentes condiciones de funcionamiento.
- **Sistemas Totalmente Electrónicos:** Aquí el combustible se introduce en el motor por medio de inyectores electromagnéticos, cuyas aperturas son gobernadas por un sistema electrónico de control, que adapta los tiempos de inyección a las distintas fases de funcionamiento, en función de las informaciones recibidas de una serie de sensores acoplados al motor, figura 1.5

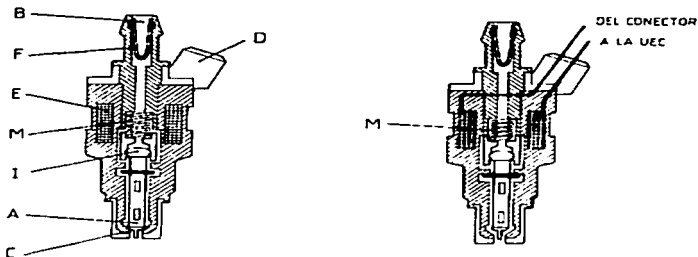


Figura 1.5 Inyección electrónica

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- A. Aguja de asiento inyectora.
- B. Boquilla de entrada.
- C. Asiento.
- D. Conector.
- E. Embobinado eléctrico.
- F. Filtro.
- I. Núcleo inducido.
- M. Resorte.

También según el número de inyectores utilizados, los sistemas de inyección se clasifican en dos grupos:

- **Inyecciones Monopunto:** En estos sistemas se dispone de un solo inyector o electro-válvula, generalmente acoplado en el lugar del carburador, que introduce el combustible en el colector de admisión.
- **Inyecciones Multipunto o Multiport:** Los motores con este tipo de inyección tienen un inyector de combustible separado para cada cilindro, montado en el múltiple o la pista de producto sobre el acceso de éste.

Así, un motor de cuatro cilindros tendría cuatro inyectores, un V6 tendría seis inyectores y un V8 tendría ocho inyectores. Los sistemas de inyección multiport son más costosos debido al número agregado de inyectores. Pero tener un inyector separado para cada cilindro proporciona una gran diferencia en el funcionamiento. El mismo motor con la inyección multiport producirá 10 a 40 caballos de fuerza más, debido a una mejor distribución de combustible de cilindro a cilindro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Estos sistemas disponen de un inyector por cilindro, generalmente emplazados en las proximidades de la válvula de admisión, figura 1.6



Figura 1.6 Inyectores en el motor

También pueden clasificarse los sistemas de inyección atendiendo al número y las formas de las inyecciones.

En este apartado se establecen dos grandes grupos: La inyección continua y La inyección intermitente.

En el primer grupo, los inyectores introducen el combustible de forma continua en el colector de admisión, previamente dosificado y a presión, figura 1.7

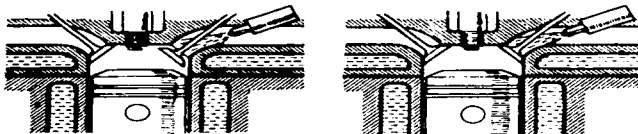


Figura 1.7 Inyección continua

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el segundo grupo, los inyectores introducen el combustible de manera intermitente, es decir, cada inyector se abre y cierra continuamente, figura 1.8



Figura 1.8 Inyección espaciada

Cuando las inyecciones se producen sucesivamente en cada inyector, una tras otra, el sistema se denomina **Inyección Secuencial**; por el contrario si el combustible es inyectado por todos los inyectores a la vez, el sistema recibe el nombre de **Inyección Simultánea**.

1.1.2 Características

La principal diferencia con los sistemas de inyección indirecta está en la colocación del inyector. Pero no es la única, al colocarse el inyector en la cámara de combustión, es necesario aportar el combustible cuando se realizan las fases de admisión o de compresión. Mientras que en un sistema de inyección indirecta, el aporte de combustible se podía hacer en cualquier momento (con la válvula de admisión abierta o cerrada). Al tener que realizarse la inyección de forma muy precisa (por tiempo y cantidad) no se ha podido aplicar este tipo de sistema de alimentación en motores a gasolina, hasta que la tecnología lo permita. Solo se aplica en motores Diesel.

En un motor de inyección directa, el cilindro se llena solamente con aire a través del conducto de admisión y luego se aporta el combustible. La mezcla se forma dentro del cilindro en un corto espacio de tiempo. Por este motivo, la gasolina tiene que inyectarse a alta presión (unos 50 ó 60 psi) y con un flujo determinado para que favorezca la

pulverización. Esto se logra con la alta presión y la forma de la boquilla. Pero también es necesario crear turbulencias dentro del cilindro para acelerar el reparto de la gasolina. La cabeza del pistón tiene una cavidad para forzar las turbulencias, y el conducto de admisión también se diseña con esa intención, figura 1.9

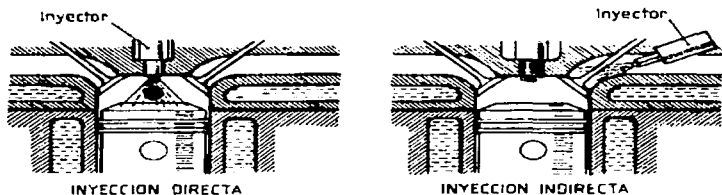


Figura 1.9 Tipos de inyección

1.1.3 Funcionamiento

Cuando se abre la válvula de admisión, el aire entra al interior del cilindro por la parte superior y llega hasta la cabeza del pistón. El aire choca contra el pistón y retorna hacia la parte superior del cilindro formando una turbulencia. Mientras el aire está entrando, se abre el inyector y se introduce el combustible a presión para formar la mezcla. La cantidad de combustible inyectado y el momento de producirse la inyección dependen de las solicitudes sobre el motor y de las posibilidades de funcionamiento que tiene.

En motores de inyección indirecta, ésta se produce siempre cuando la válvula de escape ya está cerrada, de esta forma se impide que parte de la gasolina pueda salir sin quemarse por el escape. La inyección también puede realizarse en los primeros momentos de la carrera de compresión. En algunos motores, la inyección se realiza en diferentes fases.

1.1.4 Mezcla Estequiométrica

Se denomina mezcla estequiométrica cuando se produce una dosificación de gasolina adecuada para que pueda reaccionar con todo el oxígeno de la cámara de combustión. Este tipo de mezcla se utiliza en los motores de inyección indirecta o de carburación. Su relación es de 14.7 partes en peso de aire por cada parte en peso de gasolina. Este tipo de mezcla permite obtener el rendimiento máximo del motor con las menores emisiones contaminantes.

1.1.5 Carga Estratificada

Este tipo de mezcla se utiliza en algunos motores de inyección directa para reducir el consumo de combustible cuando no se requieren las máximas prestaciones del motor. Consiste en inyectar el combustible en dos fases, una pequeña parte durante la fase de admisión y la otra en la fase de compresión cuando el aire se encuentra formando turbulencias cerca de la bujía. Esta última inyección crea la mezcla adecuada solamente en la parte de aire que está cerca de la bujía, el resto del aire se mantiene con mezcla muy pobre. Cuando salta la chispa solamente se quema la parte de aire y gasolina que está cerca de la bujía (con mezcla adecuada) y el resto simplemente se dilata por efecto de la temperatura. Este tipo de mezcla genera menos potencia, pero es suficiente para mover el automóvil en ciudad o a velocidades mantenidas por debajo de 120 km/h.

1.1.6 Ventajas

Los motores de inyección directa consiguen un mejor rendimiento del combustible porque permiten un mejor llenado del cilindro y una mezcla más homogénea. Algunos de estos motores permiten también un funcionamiento con cargas estratificadas para reducir el consumo. Este tipo de alimentación será adoptado rápidamente por la mayoría de los fabricantes en el corto plazo para reducir consumos y contaminación sin perder prestaciones. El mayor inconveniente que presenta este tipo de alimentación viene del desarrollo necesario en las nuevas culatas y las patentes entre los fabricantes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La inyección de combustible presenta varias ventajas, en relación con los sistemas de carburador, que compensan su mayor costo y complejidad.

- Al no existir carburador no hay posibilidad que se produzca hielo en el mismo, aunque en ambos sistemas el hielo que entra por el conducto de admisión del aire puede bloquearlo.
- Mejor flujo de combustible.
- Respuesta más rápida del acelerador.
- Control exacto de la mezcla.
- Mejor distribución del combustible.
- Arranques más fáciles a bajas temperaturas.

La inyección de combustible presenta también algunas desventajas tales como:

- Es más difícil poner en marcha un motor caliente.
- Se forman tapones de vapor durante las operaciones en tierra en días calurosos.
- Es más difícil rearmar un motor parado por falta de combustible.

Adicionalmente, hay que tener en cuenta que los vehículos que cuentan con sistema de inyección de combustible tienen sensores de presión en el múltiple de admisión (MAP), que también se denominan de presión barométrica y que –además– cumplen con la misma función del compensador de altura de los motores carburados.

Estos sensores le envían señales al computador y este, a su vez, las envía a los inyectores para proporcionar la cantidad de combustible necesario, de acuerdo con la altura en la que se encuentre el vehículo.

Igualmente, para verificar que los sensores funcionan normalmente, los ingenieros utilizan el escáner, figura 1.10, un computador que se programa con base en las características técnico-mecánicas de cada marca.

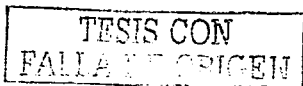




Figura 1.10 Escáner para diagnóstico

1.2 COMPONENTES DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

Los principales componentes del sistema de suministro de combustible son:

1.2.1 Tanque de gasolina

El tanque de gasolina del sistema de inyección de combustible EIEC IV no es diferente de los que usan los autos con carburador.

1.2.2 Bombas de gasolina.

Se usan dos tipos de bombas en los productos Ford de inyección de combustible: de baja y alta presión.

Bomba de baja presión.

La bomba de baja presión se localiza en el tanque y es del tipo de aletas impulsada por un motor eléctrico de alta velocidad. Se usa en los autos de CFI de baja presión (inyección centralizada de combustible). Tiene una presión de aproximadamente 60 psi. Debe suministrar combustible a los inyectores durante la operación con una presión estable de 14.5 psi. Por tanto, la presión del sistema nunca debe aproximarse a la presión de la bomba.

La bomba de baja presión del tanque se usa también en las aplicaciones de prebombeo para una bomba de alta presión montada en el chasis. El trabajo de una prebomba es llevar el combustible del tanque a la bomba de alta presión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Bomba de alta presión.

La bomba de alta presión es una bomba de aletas giratorias capaz de producir una presión de casi 125 psi. Durante la operación esta bomba montada en el chasis debe suministrar combustible a los inyectores con una presión estable entre 35 y 55 psi. Consecuentemente, la presión del sistema nunca debe aproximarse a la presión de la bomba.

Muchas aplicaciones de alta presión en los últimos modelos han eliminado la necesidad de una prebomba en el tanque, colocando la bomba de alta presión en el tanque. A primera vista, el tener una bomba eléctrica de combustible en el tanque con la gasolina pasando a través de ella, parece una invitación al fuego; por que implica tener en contacto con el combustible un sistema eléctrico, sin embargo, esto funcionó sin problemas en los setentas.

1.2.3 Filtros

Algunos autos usan tres tipos de filtros: En el tanque, sistema principal y depósito. Cualquiera de los tres filtros que esté sucio puede originar pérdida de potencia, calentamiento y jaloneos.

Filtro del tanque.

Colocado en el extremo de la prebomba, bomba de combustible o captación de combustible hay una malla. Aunque este no es el filtro principal del sistema, su trabajo es crítico al proteger la bomba o bombas contra partículas grandes y sedimentos del tanque. Este filtro es, por lo general ignorado y casi nunca se cambia. Reponerlo nunca es parte de una afinación comercial. Para remplazar el filtro es necesario, en muchas aplicaciones, bajar el tanque del vehículo y luego remover el captador de combustible, ensamble de la unidad de envío del nivel de gasolina. El filtro se localiza en el extremo de la unidad de envío o de la bomba de gasolina.

Cuando el filtro se restringe, el conductor nota una pérdida de potencia al acelerar y ocasionalmente en crucero.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Filtro del sistema principal

Está colocado en la línea de combustible entre la bomba y el motor. Está diseñado para extraer del combustible partículas tan pequeñas como 10 micras.

El intervalo de servicio que se indica en el manual del usuario para el filtro de combustible, puede ser mucho más largo que lo que puede convenir a sus condiciones de manejo. Gasolina de baja calidad, polvo y otras consideraciones ambientales señalan que el filtro de gasolina debería cambiarse por lo menos tan seguido como las bujías. Un grupo de mecánicos que trabaja en la ciudad de Los Ángeles, Calif., indicó que si no cambiaban los filtros de gasolina de los autos de la policía por lo menos cada 15.000 Km. comenzaban a tener problemas.

El filtro es un componente con una malla de papel en un bote metálico, que por lo general, se coloca en el compartimiento del motor.

Filtro del depósito.

Algunas aplicaciones de camiones tienen un filtro adicional que se coloca en el chasis. Es un contenedor de plástico de unos 13 cm de diámetro y 10 cm de altura. El obtener uno de esos filtros puede resultar difícil. Los manuales de partes no se refieren a él como filtro, y muchos distribuidores de partes y mecánicos no saben que es un filtro.

1.2.4 Regulador de presión del combustible

Sistemas MPI

El regulador de presión del combustible está montado en el carril de combustible de los sistemas multipuntos. El regulador es un diafragma cargado a resorte en un envase metálico. El diafragma controla la apertura y cierre de una válvula. Cuando la presión del combustible sobrepasa el nivel preescrito, el diafragma se mueve para abrir la válvula y el combustible es retroalimentado hacia el tanque a través de la línea de retorno para controlar su presión. Como los inyectores de los sistemas multipunto alimentan el combustible inmediatamente arriba de la válvula de admisión, la presión a la que están inyectando cambia constantemente. Para compensar tales cambios, una manguera de vacío conecta el múltiple de admisión al lado seco del diafragma regulador de presión del combustible. Cuando el motor está en marcha en vacío, la presión en el múltiple de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

entrada es baja y la presión del combustible será controlada a un valor usual de 30 a 45 psi. Cuando se abre el estrangulador para acelerar, la presión del múltiple de admisión se incrementa. La línea de vacío lleva este incremento de presión al regulador de presión del combustible, con lo que se incrementa la tensión del resorte del diafragma. El resultado es que la presión del combustible se eleva de 5 a 10 psi sobre la presión de marcha en vacío durante la aceleración. La elevación en la presión del combustible supera la presión creciente del múltiple de admisión lo que resulta en un flujo constante de combustible hacia los cilindros. Esta función del regulador de presión del combustible multipuntos es similar al diafragma de aceleración de un carburador.

Sistemas CFI

El regulador de presión de combustible que se usa en los sistemas CFI de alta y baja presión opera igual que las aplicaciones de multipuntos, excepto que no tiene orificio de vacío para incrementar la presión durante la aceleración. La presión del combustible en los sistemas CFI de alta presión se controla entre 30 y 40 psi, aproximadamente. La presión del combustible en los sistemas CFI de baja presión se controla entre 13 y 17 psi.

1.2.5 Línea de combustible

Dos líneas de combustible forman parte del sistema de suministro de combustible presurizado: La línea de suministro y la línea de retorno. Cada línea está formada por secciones que corren de un componente a otro. La línea de suministro lleva combustible desde el tanque al regulador de presión, mientras que la línea de retorno lleva combustible desde el regulador de presión al tanque. La presión en la línea de suministro es relativamente baja antes de la bomba, la presión del sistema después de la bomba es mayor. La presión en la línea de retorno debe ser insignificante. Una línea de suministro restringida producirá volumen y presión bajos de combustible: Una línea de retorno restringida originará alta presión del combustible.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE.

Este sistema posee una serie de filtros, destinados a proteger a los inyectores, estos filtros deben ser cambiados de acuerdo a la recomendación de su centro de servicio especializado: basándose en manuales tenemos que: El filtro externo, debe ser cambiado de 10,000 a 15,000 km. de acuerdo a la limpieza de la gasolina que se usa y al tamaño del filtro del carro. El filtro interno del tanque de gasolina, debe cambiarse cuando el diagnóstico así lo requiera, y se ha observado que frecuentemente después de 100,000 km. las mediciones indican que se requiere la limpieza y/o cambio de este filtro. El micro filtro de los inyectores, se debe reemplazar cuando se tape y cause que el inyector falle.

Un sistema de filtrado en mal estado puede ocasionar problemas que van desde, aumento en el consumo de gasolina hasta dañar la bomba de gasolina, debido a que el sistema trata de compensar la falta de combustible, entre otros.

El sistema de control electrónico no requiere de mantenimiento preventivo y posee un sistema de auto diagnóstico que le permite reconocer fallas de sus componentes y reportarlas, logrando un diagnóstico confiable si se tienen las herramientas electrónicas adecuadas, como lo son los escáner, los multimetros y los osciloscopios.

Los inyectores requieren de una limpieza periódica para desprender las gomas o compuestos químicos presentes en la gasolina que se comercializa en nuestro país, también es válido el uso de aditivos, siempre que estos no sean tan abrasivos que dañen al inyector o, el uso regular de gasolina autolimpiante (no disponible en el país). Debido al diseño algunos inyectores son menos sensibles a la suciedad que se les forma, por lo que los periodos de limpieza recomendados oscilan entre los 25,000 y 60,000 km.

1.4 BOMBAS DE GASOLINA

Con la aparición de los sistemas de inyección electrónicos en la década de los ochenta, nacen las bombas eléctricas de gasolina, algunas instaladas en el exterior del tanque y otras (actualmente la mayoría) sumergidas en el tanque de gasolina.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El uso de este nuevo componente exige que el mecánico tenga conocimiento de electricidad para poder entender su funcionamiento, los métodos de desmontaje e instalación y los pasos para efectuar diagnósticos acertados de las fallas que se puedan presentar no solo en la bomba, sino también en el resto de los componentes del sistema de alimentación de combustible. figura 1.11

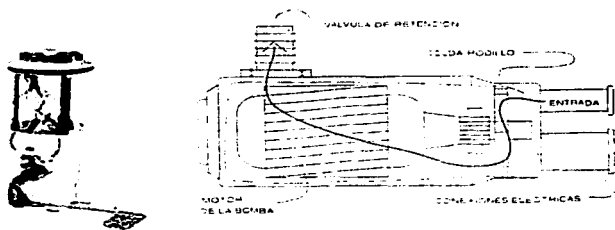


Figura 1.11 Bomba eléctrica

El combustible es aspirado por el orificio de entrada de la bomba, es bombeado por el motor eléctrico hacia fuera a través de una válvula de retención o válvula check. El combustible al pasar a través del motor eléctrico actúa como refrigerante y lubricante. Pueden producirse daños severos en el motor eléctrico si la bomba cavita.

En este trabajo se ofrece la información técnica acerca del funcionamiento de una bomba eléctrica, así como las pruebas, diagnósticos y precauciones que se deben tomar en cuenta al trabajar con este delicado componente.

Las bombas eléctricas trabajan normalmente con un voltaje que varía entre 12 y 13 voltios, suministrados al momento de pasar el interruptor de ignición a la posición de encendido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En ese momento comienza a girar el motor eléctrico, suministrando la presión requerida por el sistema de combustible que puede variar desde 14.5 hasta 55 libras por pulgada cuadrada dependiendo del tipo de vehículo y el sistema de inyección que utiliza.

En el caso de las bombas eléctricas alojadas en el tanque de gasolina en sistemas carburados, la presión del sistema generalmente es de 3 a 8 libras por pulgada cuadrada. En todo caso, es necesario consultar la presión del sistema indicada en el manual de servicio del fabricante del vehículo.

Independientemente de la calidad, la vida útil de una bomba de gasolina puede ser afectada por el uso de gasolina contaminada con partículas extrañas, óxido ó por el uso indebido de alcohol o metanol.

Sin embargo la falla más frecuente de las bombas de gasolina, se debe a la falta de mantenimiento (cambio) de los filtros de gasolina, los cuales al obstruirse producen restricción del flujo de gasolina hacia los inyectores, ocasionando que el motor eléctrico de la bomba trabaje al máximo, produciéndose recalentamiento de sus componentes y daño prematuro de la bomba.

1.5 CIRCUITO DEL COMBUSTIBLE

Los componentes a través de los cuales pasa la gasolina forman el circuito del combustible. Incluyen el tanque de combustible, la bomba o bombas de gasolina, el filtro de gasolina, el carril de combustible, el regulador de presión de combustible, los inyectores y la línea de retorno al tanque.

El combustible es succionado del tanque de combustible por la bomba, la cual se encuentra generalmente dentro del tanque, pasando por el filtro de combustible. La bomba, figura 1.12, incrementa la presión y lo envía a través de la línea de combustible hacia el regulador donde se controla la presión a la cual será inyectado. El regulador se encarga de enviar el combustible hacia el tren de inyectores y de éste al inyector el cual se encuentra en el puerto de admisión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El aire entra a través del filtro de aire (donde está el sensor de aire) y pasa a través del cuerpo de aceleración donde se tiene la válvula de aceleración la cual está acoplada al pedal del acelerador.

La posición de esta válvula definirá la potencia demandada; la cantidad de combustible necesaria será definida por la computadora (la cual toma la señal de la posición de la válvula de aceleración y de la temperatura del motor entre otras) y suministrada a través de los inyectores. La cantidad de combustible que no se requiere se envía al tanque a través de la línea de retorno.

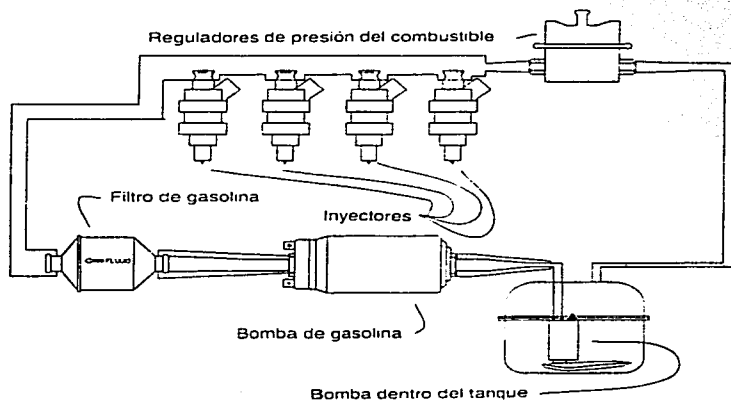


Figura 1.12 Circuito de combustible

A continuación se menciona a manera de referencia los pasos a seguir para determinar las causas de la falla en el suministro de combustible al motor, así como algunas recomendaciones útiles para su reparación:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. Asegúrese que hay gasolina en el tanque. No confíe en el indicador de nivel del panel de instrumentos ya que este puede dar lecturas erróneas.
2. Para comprobar el funcionamiento de la bomba, pase el interruptor de ignición (sin encender el motor) y escuche el zumbido de la bomba operando aproximadamente en un lapso de 2 segundos, luego se detendrá, ya que es el tiempo que se requiere para presurizar el sistema de combustible y dejarlo listo para operar.
3. Si no escucha el zumbido, deje pasado el interruptor de ignición y con un multímetro verifique que le estén llegando por lo menos 12 voltios al enchufe del cableado de alimentación eléctrica de la bomba.
4. Si no hay lectura del voltaje que requiere la bomba, revise el circuito hasta determinar donde está la interrupción del flujo de corriente o si se debe a una alta resistencia por cables dañados, mal contacto o sulfatación de las conexiones.
5. Si hay lectura del voltaje, mida con un multímetro la continuidad del motor eléctrico en las terminales de la bomba. Si la lectura de la resistencia es alta o infinita la bomba está dañada.
6. Al sustituir la bomba dañada es importante limpiar el tanque y las tuberías de combustible: antes de proceder a desmontar el tanque desconecte la terminal negativa de la batería y saque la tapa de llenado del tanque para permitir la salida de los vapores de gasolina, los cuales son propensos a inflamarse con cualquier chispa. Tome todas las precauciones de seguridad al vaciar el tanque, almacene la gasolina en un recipiente limpio y adecuado con su respectiva tapa. Tenga presente siempre las medidas de seguridad para evitar cualquier accidente, recuerde que está trabajando con gasolina. Para el desmontaje y montaje del tanque siga las instrucciones del fabricante del vehículo.
7. Antes de instalar la nueva bomba en el tanque, compruebe su funcionamiento. Recuerde siempre seguir las normas de seguridad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 2

CÁLCULOS Y COMPONENTES

2.1 FUNCIONAMIENTO

El dispositivo trabaja como un recipiente presurizado, en el interior del recipiente se encuentra combustible bajo presión de aire, la cual empuja el combustible a través del tubo que se encuentra en su interior hacia la línea de salida, en la cual están instaladas la válvula de descarga rápida, la válvula de aguja y un manómetro; la función de la válvula de descarga rápida, es la de poder purgar la línea de combustible de burbujas de aire que pueden quedar atrapadas en ella, mientras que la función de la válvula de aguja y el manómetro es la de regular y monitorear la presión de salida en todo momento. La presión de trabajo varía según la marca y el modelo del automóvil en particular. Cuenta también con una llave de paso para poder cortar el suministro de combustible cuando así sea requerido

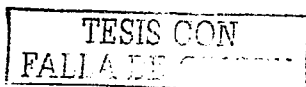
El combustible pasa por la línea de salida hacia la alimentación de los inyectores, a partir de este punto la computadora se hace cargo de la dosificación del combustible en cada inyector.

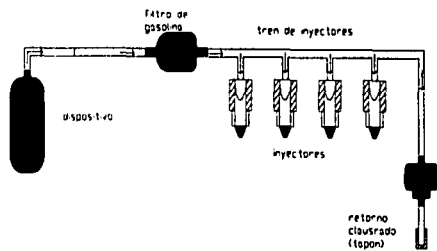
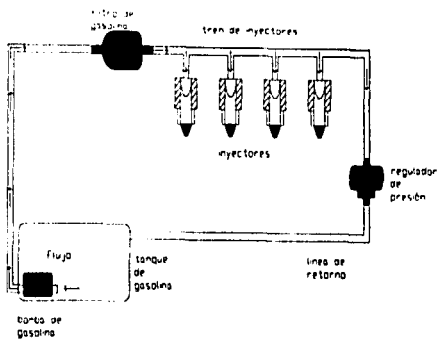
La operación del dispositivo es sencilla, ya que solo son necesarios el combustible y un compresor para presurizarlo. El combustible es suministrado al tanque por medio de un tapón que se localiza en la parte superior, para el cual se necesita una llave de $\frac{3}{8}$ " española.

Para presurizar el dispositivo se necesita únicamente un compresor con una conexión para inflar neumáticos (llantas), la presión interna puede ser leída en todo momento en el manómetro principal. Las lecturas que registre este manómetro son muy importantes, pues nos indica cuando la presión llega a ser insuficiente para el óptimo funcionamiento del dispositivo.

2.2 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO.

En la figura 2.1 se muestra el esquema de funcionamiento del dispositivo.





Esc:	FES-CUAUTILAN	11 ABRIL 2003	de NPJP res
Acot:	DISPOSITIVO DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DE EMERGENCIA EN MOTORES DE INYECCION		Rev FDR
			No
			2.1

2.3 CALCULO DEL RECIPIENTE.

El diseño del dispositivo se basa en el uso de componentes que ya existen en el mercado y que facilitan el proceso de fabricación y genera menor costo y tiempo de fabricación. El funcionamiento del dispositivo está basado en un recipiente presurizado, el cual contendrá combustible (gasolina), que alimentará al sistema de inyección cuando así sea requerido, por ejemplo, en caso de falla de la bomba de combustible, falla en la alimentación de corriente de la misma, calentamiento o falta de combustible.

Se considero que los elementos seleccionados para la fabricación del dispositivo son los adecuados por que cumplen con las características necesarias para el óptimo funcionamiento de este. Para este fin se realizaron cálculos para la selección del recipiente y con los datos obtenidos se seleccionaron los manómetros y demás componentes.

El cálculo de la presión máxima a la que se puede operar el recipiente se hará tomando en cuenta los esfuerzos circunferencial y longitudinal que se presentan en él (recipiente), así mismo, se tomará en cuenta la eficiencia de la junta radial en el recipiente.

Las dimensiones del cilindro seleccionado se muestran en la figura 2.2

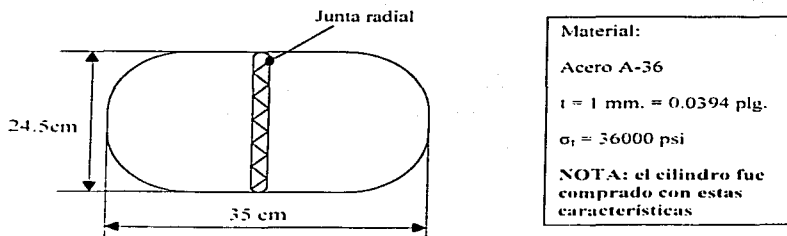


Figura 2.2 Dimensiones del cilindro.

TESIS CON
FALLA EN PROYECTO

2.4 CÁLCULOS

Primero, se cálculo la presión de trabajo en función del esfuerzo circunferencial, así.

Para el cálculo del esfuerzo circunferencial en un recipiente cilíndrico /2/ se tiene:

$$\sigma_1 = \frac{P_e \times d}{2t} \dots\dots\dots(2.1)$$

Donde:

σ_1 = esfuerzo admisible

P_e = Presión de trabajo

d = diámetro del recipiente

t = espesor de pared del recipiente

Despejando a la presión de trabajo P_e , se obtiene:

$$P_e = \frac{\sigma_1 \times 2t}{d} \dots\dots\dots(2.2)$$

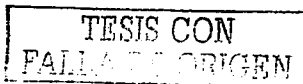
Si se sabe que :

$$\sigma = \frac{\sigma_f}{f_s} \dots\dots\dots(2.3)$$

Donde:

σ_f = resistencia a la fluencia del material = 36.000 psi

f_s = factor de seguridad



Sustituyendo (2.3) en (2.2) finalmente se tiene:

$$P_e = \frac{\sigma_f \times 2l}{f_s \times d} \dots\dots\dots(2.4)$$

considerando un f.s. = 3 y sustituyendo valores se tiene:

$$P_e = \frac{36000 \times 2 \times 0.0394}{3 \times 10} = 94.5 \frac{lb}{p\lg^2} \dots\dots\dots(2.5)$$

A continuación se hará el cálculo de la presión de trabajo en función del esfuerzo longitudinal.

$$\sigma_2 = \frac{P_e \times d}{4t} \dots\dots\dots(2.6)$$

Donde:

σ_2 = esfuerzo admisible

P_e = presión de trabajo

d = diámetro del recipiente

t = espesor de pared del recipiente

Despejando a la presión de trabajo se obtiene:

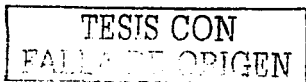
$$P_e = \frac{\sigma \times 4 \times t}{d} \dots\dots\dots(2.7)$$

En este caso, el esfuerzo admisible se calcula así:

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_f}{f_s} \times \eta \dots\dots\dots(2.8)$$

Donde:

η = eficiencia de la unión = 0.6 [ver tabla 2.1]



Obteniéndose así la ecuación:

$$P_v = \frac{\sigma_f \times \eta \times 4t}{f_s \times d} \dots\dots\dots(2.9)$$

Sustituyendo valores:

$$P_v = \frac{36000 \times 0.6 \times 40.0394}{3 \times 10} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$P_v = 113 \frac{lb}{plg^2}$$

Comparando los valores obtenidos se puede establecer que la presión de trabajo para el recipiente seleccionado es de 94.5 lb/plg²

Tabla 2.1 Eficiencia Máxima Permisible de las Juntas Soldadas con Arco y Gas. (Según ASME)

Unión	Eficiencia	Uso
Juntas a traslape con filete simple	45	Juntas cuerpo-tapa con espesores menores de 5/8"
	50	Juntas cuerpo-tapa con diámetro exterior máximo de 24" y espesor máximo de 1"
Juntas a traslape con filete doble	55	Juntas circunferenciales con espesor máximo de 1 8"
	60	Uniones tapa-cuerpo con diámetro exterior máximo de 24"
Uniones a tope simple con cinta de retención	65	Juntas longitudinales con espesores menores de 3/8"
	80‡	Juntas circunferenciales con espesores menores de 5/8"
Uniones a tope simple con cinta de retención	90†*	Juntas circunferenciales sin limitaciones
	70	Sin limitaciones
Uniones a tope doble	85‡	
	100†*	

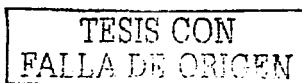
† Revelado de esfuerzos

‡ Radiografiado por partes

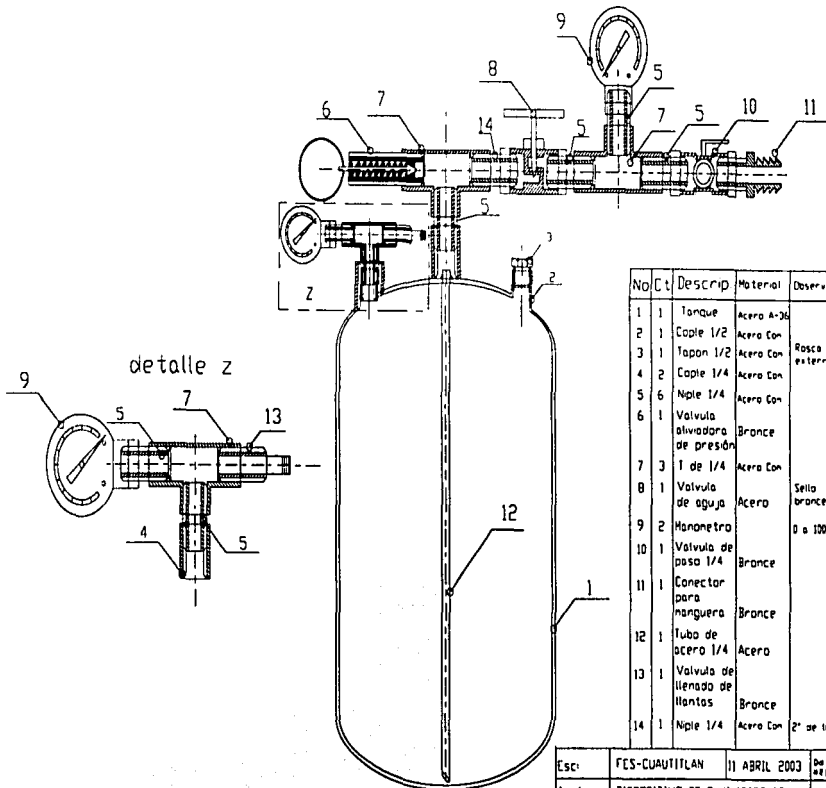
* Radiografiado total

2.5 DIBUJO O DE CONJUNTO

En la figura 2.3 se muestra el dibujo de conjunto del dispositivo diseñado.



FESIS CON
 FALLA LF ORIGIN



No	Ct	Descrip	Material	Observaciones
1	1	Tanque	Acero A-36	
2	1	Cople 1/2	Acero Con	
3	1	Tapon 1/2	Acero Con	Rosca estera
4	2	Cople 1/4	Acero Con	
5	6	Niple 1/4	Acero Con	
6	1	Valvula alivadora de presdn	Bronce	
7	3	1 de 1/4	Acero Con	
8	1	Valvula de aguja	Acero	Sello bronce-bronce
9	2	Manometro		0 a 100 psi
10	1	Valvula de paso 1/4	Bronce	
11	1	Conector para manguera	Bronce	
12	1	Tubo de acero 1/4	Acero	
13	1	Valvula de llenado de llantos	Bronce	
14	1	Niple 1/4	Acero Con	2" de largo

Esc:	FES-CUAUTILAN	11 ABRIL 2003	de P.P.P sig
Acot:	DISPOSITIVO DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE DE EMERGENCIA EN MOTORES DE INYECCION		Rev F.D.R
			No
			23

2.6 COMPONENTES DEL DISPOSITIVO

Para la fabricación del dispositivo además fueron requeridos los siguientes elementos:

2.6.1 Componentes de la línea de alimentación.

- 1) Tubo de 34.5 cm de largo con un diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulg., figura 2.2
- 2) Cople de tubería galvanizada de $\frac{1}{4}$ "
- 3) Niple de tubería galvanizada de $\frac{1}{4}$ "
- 4) T de tubería galvanizada de $\frac{1}{4}$ "
- 5) Válvula de descarga rápida de bronce para tubería de $\frac{1}{4}$ "
- 6) Cople de tubería galvanizada de $\frac{1}{4}$ " por 2"
- 7) Válvula de aguja de $\frac{1}{4}$ "
- 8) Niple de tubería galvanizada de $\frac{1}{4}$ "
- 9) T de tubería galvanizada de $\frac{1}{4}$ "
- 10) Manómetro con escala 0 a 100 psi.
- 11) Niple de bronce para tubería de $\frac{1}{4}$ "
- 12) Llave de paso de bronce de $\frac{1}{4}$ "
- 13) Conector de tubería de $\frac{1}{4}$ " a manguera de $\frac{1}{4}$ "

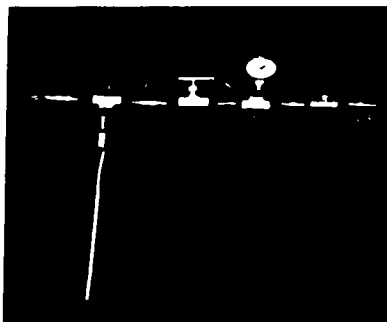


Figura 2.4 Componentes de línea de alimentación

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.6.2 Componentes de la línea de aire.

- 1) Un cople de tubería galvanizada de $\frac{1}{4}$ "
- 2) Niple galvanizado de $\frac{1}{4}$ "
- 3) T galvanizada de $\frac{1}{4}$ "
- 4) Válvula de llenado de aire
- 5) Manómetro de carátula con rango de 0 a 100 psi

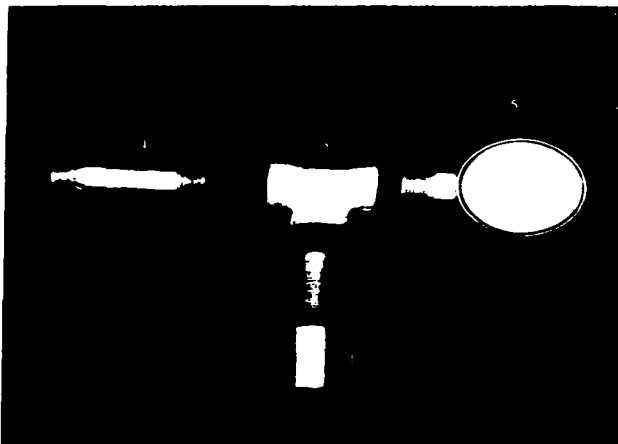


Figura 2.5 Componentes de línea de aire

TESIS CON
FALLA DE CALIFICACION

2.6.3 Tapón del depósito.

- 1) Cople de tubería galvanizada de $\frac{1}{2}$ " figura 2.4
- 2) Tapón galvanizado de $\frac{1}{2}$ " con rosca externa

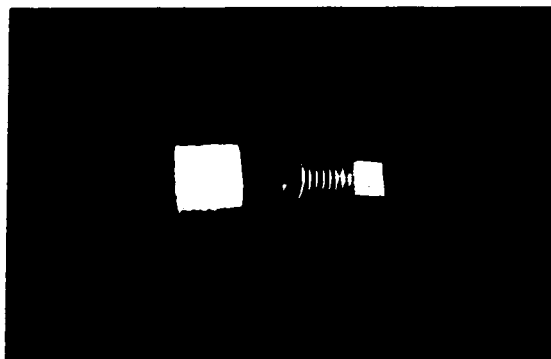


Figura 2.6 Tapón del depósito

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.7 COSTOS

En la fabricación de este dispositivo se generaron los costos siguientes:

	<i>P. unitario</i>	<i>Precio</i>
1 tanque acero A-36	\$250.00	\$250.00
1 tubo para gasolina de ¼" diámetro	\$30.00	\$30.00
2 coples de tubería galvanizada de ¼"	\$ 8.00	\$16.00
1 cople de tubería galvanizada de ½"	\$10.00	\$10.00
3 nipples galvanizados de ¼"	\$8.00	\$24.00
1 nipple de bronce de ¼"	\$12.00	\$12.00
1 tapón rosca exterior de ½"	\$10.00	\$10.00
3 "1" de ¼" galvanizadas	\$ 9.00	\$27.00
1 nipple galvanizado de ¼" por 2"	\$10.00	\$10.00
2 manómetros 0 a 100 psi	\$50.00	\$100.00
1 válvula de llenado de aire	\$30.00	\$30.00
1 válvula de aguja	\$75.00	\$75.00
1 llave de paso	\$75.00	\$75.00
1 válvula de descarga rápida	\$75.00	\$75.00
1 conector de tubería de ¼" a manguera de ¼"	\$15.00	\$15.00
3 m de manguera de ¼"	\$20.00	\$60.00
2 abrazaderas	\$ 5.00	<u>\$10.00</u>
Total		\$ 829.00

Nota: El rango de presión de trabajo de la manguera es de 0 a $8.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ o $125 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^2}$.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2.8 HERRAMIENTAS

A continuación se mencionan las herramientas necesarias para la fabricación del dispositivo:

1. llave steelson
2. pinzas de presión
3. desarmador plano
4. desarmador de cruz
5. llave de 1/2"
6. llave de 11/16"
7. llave de 3/4"
8. llave de 1"

Nota: se utilizaron llaves españolas, por que son para tubería.

Pasta para sellar anticorrosiva Siler. (Se eligió esta pasta como sellador, ya que su presión de trabajo tiene un rango de vacío a 21 kg/cm^2 o 300 lb/plg^2 .)

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

CAPITULO 3

FABRICACIÓN

3.1 PROCESO

A continuación se describe el proceso de fabricación del dispositivo. *cabe hacer mención que el recipiente fue adquirido en el mercado con las características antes mencionadas.*

Una vez con el tanque limpio y sin residuos se hicieron tres agujeros que son:

- 1) para la carga del combustible (gasolina), este con un diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada, figura 3.1
- 2) para la salida del combustible y el tubo que servirá a manera de sifón, este agujero tiene un diámetro de $\frac{3}{8}$ " de pulgada.
- 3) el tercer agujero será para la toma de aire del recipiente así como para medición de la presión interna por medio del manómetro, también con un diámetro de $\frac{3}{8}$ " de pulgada.



Figura 3.1 Localización de agujeros en el recipiente

Sobre estos agujeros se soldaron los respectivos coples que son de tubería galvanizada, en el orificio número uno el cople será de tubería de $\frac{1}{2}$ " pulgada, figura 3.2

TESIS CON
FALLA DE CALIDAD



Figura 3.2 Proceso de soldadura

En el orificio número 2 se soldó el tubo de 3/8" en primer lugar y sobre este se suelda un cople galvanizado, cabe hacer notar que este cople quedará en la parte superior del tanque y los dos orificios restantes se situaran a los lados del mismo. figura 3.3



Figura 3.3 Componentes laterales

TESIS CON
FALLA DE CORTEN

El proceso de soldadura se realizo con oxiacetileno con aporte de bronce como se muestra en la figura 3.4



Figura 3.4 Oxiacetileno con aporte de bronce

Antes de acoplar las piezas restantes al recipiente, se preparó y se pintó; esto con la finalidad de no pintar o ensuciar los componentes que fueron instalados posteriormente. Teniéndose especial cuidado en las roscas de los coples para no tener problemas con el posterior acoplamiento de estos.



Figura 3.5 Pintado del recipiente

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Se atornilló el niple de tubería galvanizada de $\frac{1}{4}$ " y sobre este se acopla la T de la misma medida como se muestra en la figura 3.6

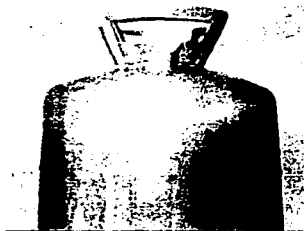


Figura 3.6 Instalando componentes

Y sobre éste se atornilló el manómetro con la válvula de llenado, figura 3.7: cabe hacer notar que esta válvula es similar a las utilizadas en el llenado de aire de las llantas de los automóviles ya que de esta manera se busca facilitar este proceso, ya que su carga se puede efectuar con cualquier compresor: la presión interna se puede obtener en todo momento y no se sobre pase la presión máxima que se obtuvo en los cálculos en el capítulo anterior.



Figura 3.7 Instalación de manómetro y válvula de llenado

Se procedió de igual manera con el agujero central, recuerden que este tiene un tubo que llega hasta el fondo del recipiente, que sirve de sifón y deberá tenerse cuidado con la instalación y uso del mismo; posteriormente se colocó un niple y una T galvanizados como se muestra en la figura 3.8



Figura 3.8 Instalación de T principal

Una vez realizado este proceso se atornilla la válvula de descarga rápida, con la finalidad de purgar el aire que pudiera quedar atrapado en el tubo del tanque y no haya burbujas en la línea de combustible y en la alimentación del mismo, figura. 3.9

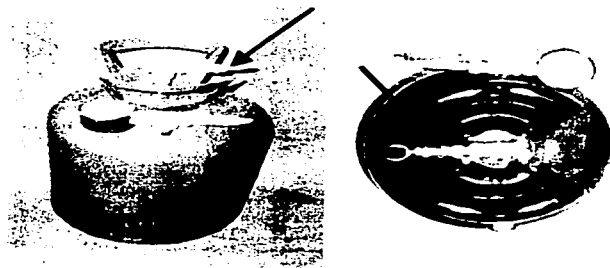


Figura 3.9 Válvula de descarga rápida

Del otro lado de la T se colocó un niple galvanizado de $\frac{1}{4}$ " con la finalidad de poder colocar la válvula de aguja. figura 3.10

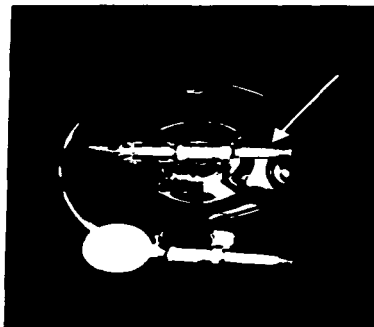


Figura 3.10 Niple galvanizado de $\frac{1}{4}$ por 2"

Se atornilló la válvula de aguja teniendo especial cuidado en instalarla como indica el flujo de entrada y salida. figura 3.11



Figura 3.11 Colocación de la válvula de aguja

A continuación se colocó un niple galvanizado para posteriormente colocar una T del mismo material, figura 3.12

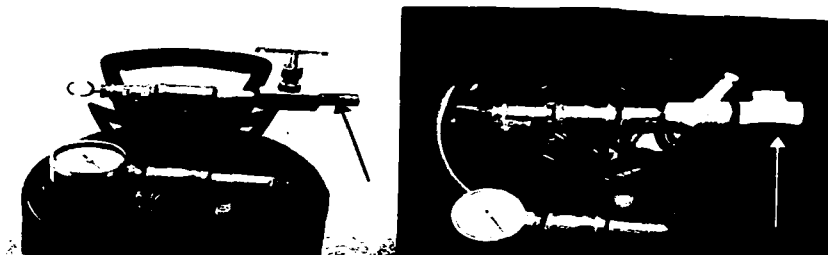


Figura 3.12 Niple y T galvanizados

Se instaló el manómetro de salida y el niple de bronce, cuidando que la carátula coincida a la vista del otro manómetro, figura 3.13

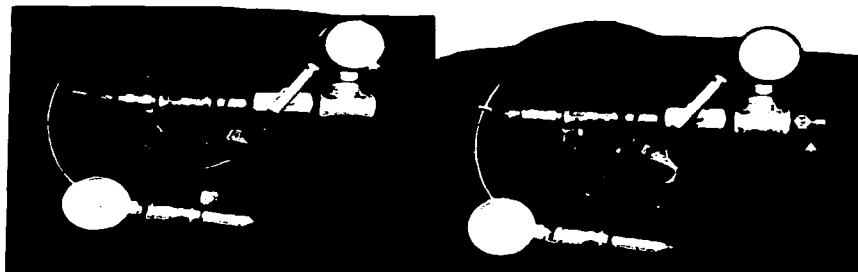


Figura 3.13 Manómetro de salida y niple de bronce

Se instaló la llave de paso teniendo cuidado de que se pueda abrir y cerrar con facilidad esto en caso de que haya alguna fuga en la línea de combustible y se tenga que cortar el suministro del mismo, y colocándose a continuación el conector de manguera como se muestra en la figura 3.14



Figura 3.14 Llave de paso y conector

Como último paso se atornilló el tapón de llenado en su respectivo cople tal y como se muestra en la figura 3.15 y de esta manera se terminó con el proceso de armado del dispositivo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

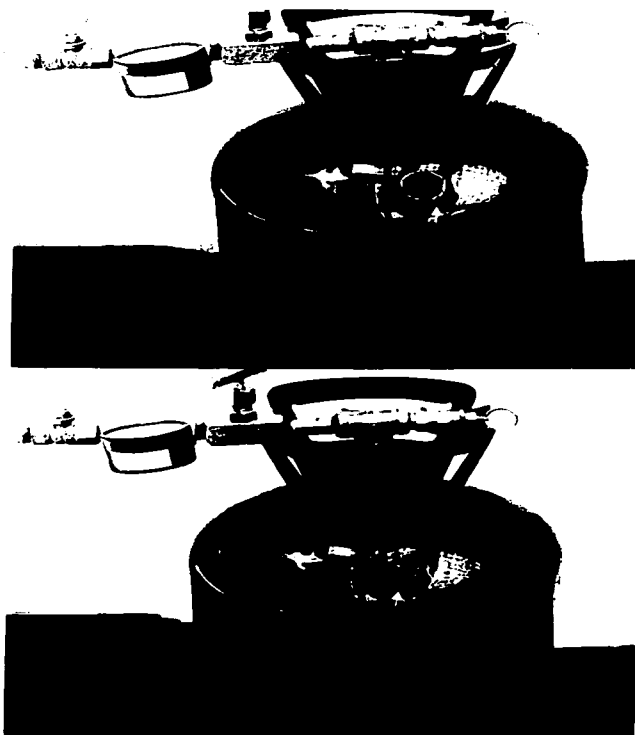


Figura 3.15 Tapón de llenado

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.2 PRUEBA DE PRESIÓN

Antes de llenar con el dispositivo con combustible se realizó una prueba de presión, en la cual se lleno el tanque solo con aire a una presión de $80 \text{ lb}/\text{pie}^2$. El propósito de esta prueba fue detectar posibles fugas de presión en el tanque y demás componentes, detectándose efectivamente una fuga, la cual produjo una pérdida de $12 \text{ lb}/\text{pie}^2$ en los diez primeros minutos; el paso siguiente fue detectar el lugar de la fuga de presión, se sumergió el tanque y todos sus componente en agua, hallándose la fuga de presión en el manómetro principal.

Para corregir este problema fue necesario reemplazar el manómetro defectuoso, una vez realizada esta operación se efectuó nuevamente esta prueba, no se detecto ninguna fuga de aire al sumergir nuevamente el dispositivo y sus componentes. El dispositivo se dejo presurizado por un lapso de tres días en los cuales no mostró perdidas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO 4

INSTALACIÓN Y PRUEBA DEL DISPOSITIVO

4.1 INSTALACIÓN

Se realizaron tres pruebas del funcionamiento del dispositivo; estas pruebas se efectuaron en un automóvil Tsuru GSI 1993, motor 4 cilindros inyección electrónica multipuntos, el cual tiene un rendimiento de fábrica de 16.2 kilómetros por litro.

Para la realización de dichas pruebas se procedió de la siguiente manera:

1. Como primer paso se localizó el fusible de la bomba de gasolina. Esto se hizo revisando el diagrama que se encuentra en el reverso de la tapa de fusibles en el tablero del automóvil, esta tiene las palabras en ingles "fuel pump"; se retiró para que la bomba no trabaje en seco y no sufriera daños por sobrecalentamiento, figura. 4.1



Figura 4.1 Localización y retiro del fusible

2. Se localizó el filtro de gasolina, ya localizado, se desconectó desde la línea de entrada para conectar posteriormente la manguera de salida del dispositivo, figura 4.2

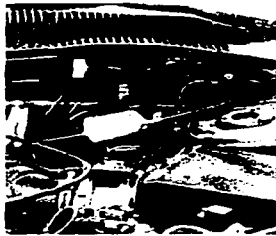


Figura 4.2 Conexión al filtro de gasolina

“Nota: la manguera no se deberá calentar bajo ninguna circunstancia ya que contiene combustible”.

3. Se identificó la línea de retorno de combustible para clausurarla, esta operación puede realizarse con un opresor de manguera, con unas pinzas o con una tapón; esta puede variar según el modelo y la marca, solo se puede clausurar la línea de retorno cuando esta sea de manguera y no de tubería.

4. Se ajustó el dispositivo a una presión de salida de 35 lb plg² (leída en el manómetro de salida), figura. 4.3

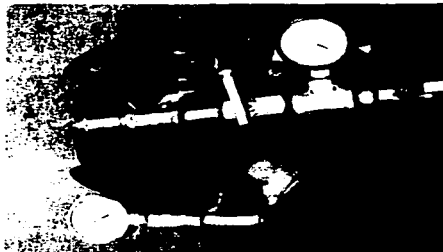


Figura 4.3 Ajuste de la presión a la salida

TESIS CON
FALLA DE CENSURA

5. A continuación, se puso en marcha el automóvil. **Nota: la presión de trabajo del automóvil se muestra en la tabla 4.1**

El dispositivo cuenta con una válvula de aguja, que permite regular la presión en todo momento para mantenerla en un rango de 35 lb/plg² a 40 lb/plg² para el óptimo funcionamiento del vehículo.

Para efecto de las pruebas en el automóvil el dispositivo se colocó en el asiento delantero derecho (asiento del acompañante del conductor), sin ningún contratiempo debido a que la manguera del dispositivo fue lo bastante larga.

Esta ubicación fue con la finalidad de facilitar las lecturas en las diferentes pruebas a las que estuvieron sometidos el dispositivo y el automóvil, ya que las lecturas se registraron cada 5 minutos, en estas lecturas se vigilo la presión interna y la presión de salida.

Cabe hacer notar que para estas pruebas el dispositivo se colocó como dispositivo de emergencia, para instalarlo como dispositivo alterno se tendrá que hacer un estudio del automóvil en particular donde se deseó instalar.

"En los automóviles que cuentan con una conexión directa en el riel de inyectores, serán necesarios el conector rápido hembra y macho respectivamente para cada marca y modelo"

Tabla 4.1 Relación de presión de trabajo en los inyectores

Monopunto	Multipuntos	Cilindros
45 psi	35 psi	4
55 psi	45 psi	6

Nota: en el caso del modelo sedán de la marca VW, la presión de trabajo es de 30 psi

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2 PRIMERA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO (PRUEBA ESTÁTICA).

Una vez realizada la instalación del dispositivo se iniciaron las mediciones; teniendo como variables presión contra tiempo, las cuales arrojaron los siguientes datos mostrados:

Tabla 4.2 Variación de la presión con respecto al tiempo.

<i>Presión (lb/plg²)</i>	<i>Tiempo (min.)</i>
60	0
60	5
60	10
60	15
60	20
58	25
58	30
58	35
58	40
56	45
56	50
56	55
56	60

Esta prueba se realizó con el carro estacionado y con el motor funcionando a 1000 r.p.m., la presión en los inyectores se mantuvo en 35 lb/plg².

Consumo: 1litro

Inicio 3 litros.

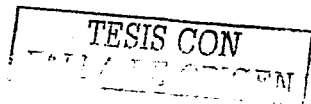
Final 2 litros.

Duración : 60 min.

Presión:

Inicial 60 lb/plg²

Final 56 lb/plg².



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE INGENIERIA

En la figura 4.2 se muestran gráficamente los valores obtenidos:

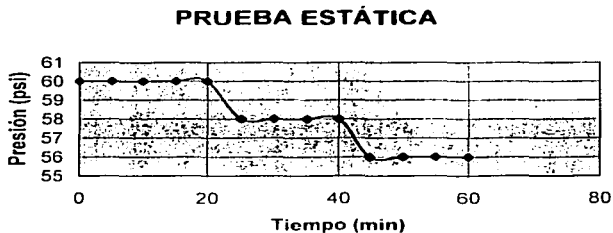


Figura 4.2 Grafica de desempeño

4.3 SEGUNDA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO (PRUEBA DINÁMICA 1).

Para esta segunda prueba las variables consideradas fueron presión, tiempo y distancia. Esta prueba se realizó en la ciudad para que el automóvil se sometiera a todos los inconvenientes que la ciudad presenta como son: semáforos, topes, baches, acelerar y enfrenar así como al tránsito de la ciudad, todo esto con la finalidad de obtener un rendimiento aproximado de la presión interna que es lo que nos interesa, la duración de esta prueba fue de una hora. Se hace notar que la presión de trabajo de la línea de combustible tuvo un rango de 35 lb/plg^2 a 45 lb/plg^2 .

Los datos arrojados por esta prueba se muestran en la tabla 4.3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tabla 4.3 Variación de la presión y la distancia con respecto al tiempo.

<i>Presión (lb/plg²)</i>	<i>Tiempo (min.)</i>	<i>Distancia (Km.)</i>
63	0	0
62	5	1.2
61	10	2.8
61	15	3.5
60	20	5.7
60	25	7.5
58	30	11
57	35	16.7
56	40	19.4
54	45	23.45
53	50	25.1
52	55	27.35
51	60	29.9

Consumo: 2.5 litros.

Inicio 3 litros.

Final 0.5 litros.

Rendimiento de esta prueba:

11.96 Km. por litro.

Presión:

Inicial 62 lb/plg²

Final 51 lb/plg²

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la figura 4.3 se muestra gráficamente el comportamiento obtenido.

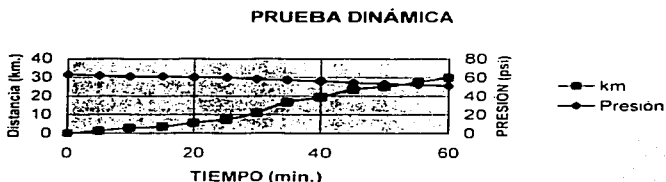


Figura 4.3 Grafica de desempeño

4.4 TERCERA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO (PRUEBA DINÁMICA 2).

En esta tercera prueba hicimos un recorrido en carretera a una velocidad promedio de 80 km/hr. Los datos que se presentan en la tabla 4.4 solo representan el recorrido de ida y no el de vuelta.

Tabla 4.4 Variación de la presión y la distancia con respecto al tiempo.

<i>Presión (lb/plg²)</i>	<i>Tiempo (min.)</i>	<i>Distancia (Km.)</i>
64	0	0
62	5	3.4
61	10	8.9
60	15	14.6
57	20	21
53	25	27.4
52	30	34.2
51	35	40.7
50	40	46.9
48	45	50
48	50	53.6
47	55	55.7
47	60	57.4

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Consumo: 3.45 litros.

Inicio 4.25 litros.

Final 0.8 litros.

Rendimiento de esta prueba:

16.63 Km. por litro.

Presión:

Inicial 64 lb/plg²

Final 47 lb/plg²

En la figura 4.4 se muestran gráficamente los resultados obtenidos

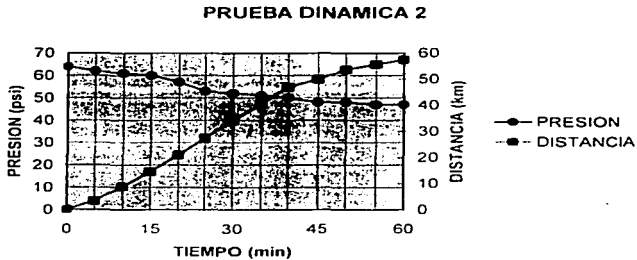


figura 4.4 Desempeño en carretera

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

Después de examinar y discutir los datos obtenidos en el trabajo realizado (diseño y fabricación del dispositivo y las pruebas efectuadas) se concluyó lo siguiente:

- 1.- El dispositivo cumplió con las todas condiciones para las cuales fue diseñado.
- 2.- Resulto de fácil fabricación, los componentes utilizados para su fabricación son nacionales y son fáciles de conseguir en el mercado.
- 3.- Tiene un costo de fabricación razonable. Comparado con equipos de marca existentes en el mercado.
- 4.- Nos percatamos que se puede ampliar su campo de utilidad; se puede utilizar para darle servicio de limpieza a los inyectores.
- 5.- Puede ser instalado en cualquier automóvil, ya sea en forma permanente o temporal.
- 6.- El dispositivo resulto de fácil instalación; debido a su bajo costo de fabricación cualquier taller o centro de servicio puede tener acceso a un dispositivo como este, resulta una opción de menor costo en comparación que un arrastre de grúa.
- 7.- Para su funcionamiento solo se requiere combustible (gasolina) y aire, que se pueden encontrar en cualquier taller, centro de servicio o gasolinera. No necesita de conexiones eléctricas.
- 8.- Es fácil de operar ya que sólo se requieren conocimientos muy básicos de mecánica, tan solo con basta conocer la presión de trabajo de los inyectores del automóvil en particular.
- 9.- Con el dispositivo el vehículo tendrá autonomía propia, no necesita ser remolcado, lo que significa un ahorro en la reparación final. Basados en los resultados se tiene un gran margen en tiempo y kilómetros recorridos, los que nos facilita el poder llegar a un lugar para las reparaciones que sean necesarias.
- 10.- Es un dispositivo versátil ya que su uso no solo se limita a la recuperación de vehículos con fallas; sino que además puede utilizarse como boya para limpieza de inyectores como las que se utilizan en los talleres o centros de servicio, teniendo como ventaja sobre estos aparatos que no necesita estar conectada permanentemente a la línea de aire.

Por todo esto se concluye que el dispositivo resulta de gran utilidad para cualquier persona que tenga cierto interés o conocimientos básicos de mecánica, ya que cumple con su objetivo que es el ayudar a recuperar vehículos con fallas en el sistema de suministro de combustible.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Mecánica de Fluidos Aplicada
Robert L. Mott
Ed. Prentice-Hall; 1996
- 2) Apuntes de curso "Fundamentos de mecánica de sólidos"
Felipe Díaz del Castillo Rodríguez
FES-CUAUTITLAN 1999-I
- 3) Mecánica de Fluidos:
Frank M. White
Ed. Mc Graw-Hill, 1983
- 4) Ciencia e Ingeniería de los Materiales
Donald R. Askeland
Ed. International Thomson, Tercera Edición 1998.
- 5) Manual de Inyección de Gasolina
Miguel de Castro
Ed. CEAC; Barcelona 1995.
- 6) Mecánica de Materiales
Fredinand P. Beer y E. Russell Johnston
Ed. McGraw-Hill, 1988
- 7) Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones
Richard A. Flinn y Paul K. Trojan
Ed McGraw- Hill 1990
- 8) Interpretación del Dibujo Mecánico
Rogers Williams.
1984
- 9) Resistencia de Materiales
Singer F. L.
Harper Latinoamericana 1980

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

10) Materiales y Procesos de Fabricación

E. Paul de Garmo

Reverte 1997

11) Procesos de Fabricación.

Mirón L. Begeman y B. H. Amtead

CECSA 1995

12) Manual de inyección FORD

Ben Watson

Prentice-hall Hispanoamericana S.A México 1992