Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial

MECÁNICA AUTOMOTRIZ



Afinamiento de Motores Diésel

Código: 89001595

Formación Profesional

INTRODUCCIÓN

Este manual, denominado **AFINAMIENTO DE MOTORES DIESEL**, comprende las prácticas de taller/laboratorio y la información tecnológica necesaria para el correcto entendimiento y desarrollo del curso del mismo nombre, inmerso dentro de la currícula del nivel técnico profesional.

Como este curso constituye, para los participantes, el contacto con el mundo de sistemas de alimentación diesel, se ha tratado de sentar las bases para las “buenas prácticas”, tales como el uso correcto de los instrumentos y las herramientas, observando siempre la seguridad y salud personal; así como también el cuidado del medio ambiente,.

En la actualidad, con el avance tecnológico aplicado a los motores diesel específicamente en la parte de control electrónico, tanto en su rapidez de respuesta, como en sus consideraciones de mejorar las prestaciones resumidos en potencia y reducir la contaminación del medio ambiente; diariamente salen al mercado sistemas de inyección con control electrónico es; entonces la razón fundamental estimular al estudiante para que se habitúe a la interactuación con tecnologías de actualidad para que en el futuro esté preparado para enfrentarse a los cambios adecuadamente.

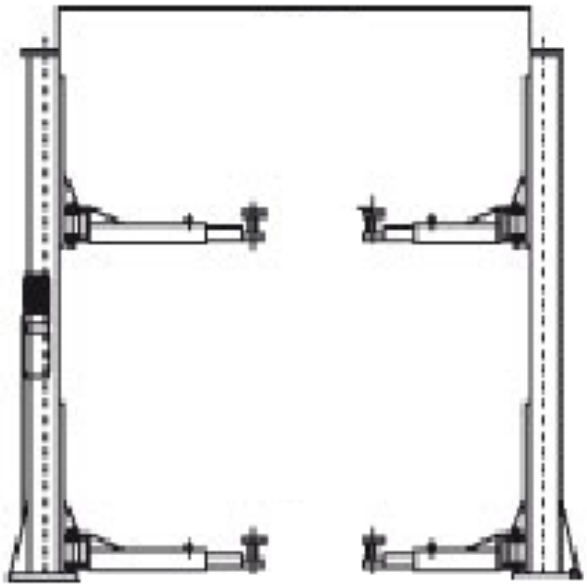
Conforme lo indica el programa, los temas están relacionados tanto en el aspecto práctico y tecnológico en una secuencia lógica, dándole al estudiante un sentido de dirección e incentivar a familiarizarse con los temas aquí presentados enriqueciendo su autoconfianza.

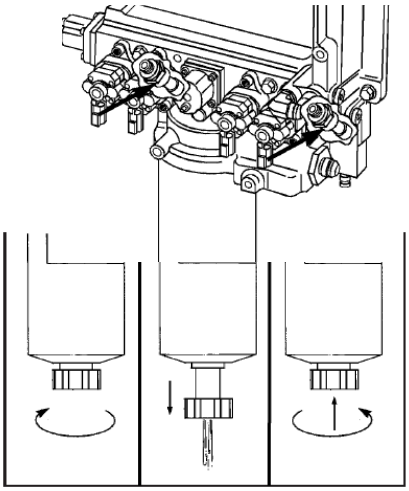
Al realizar los procesos operacionales o informarse con el apoyo de este manual; no solo encontrara respuesta a sus interrogantes si no, le generara la inquietud de reforzar, ampliar y por qué no actualizar sus conocimientos previos o adquiridos en el proceso.

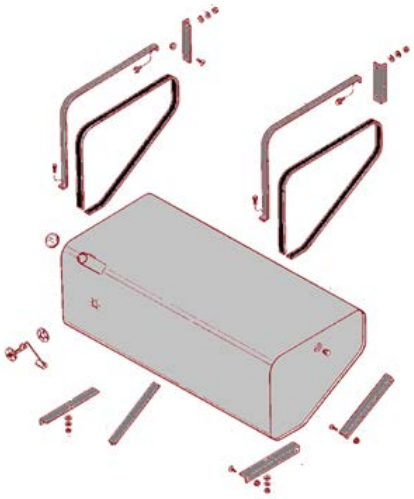
Los datos técnicos/esquemas acá presentados son genéricos, seguro que en muchas ocasiones al contrastar con los manuales del fabricante encontraran diferencias; entonces la recomendación es contar siempre con las especificaciones del fabricante.

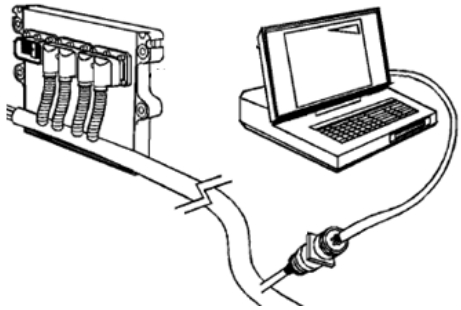
ÍNDICE

	CONTENIDO	PÁGINA
I	INTRODUCCIÓN	05
II	**Hoja de tarea 01: Hacer mantenimiento del sistema de combustible.**	07
III	Desmontar y montar depósito de combustible.	08
IV	Cambiar filtros y drenar sistema de alimentación.	12
V	Medir presión del sistema de alimentación.	18
VI	Comprobar consumo de combustible.	22
VII	**Hoja de tarea 02: Realizar el mantenimiento de la bomba de alimentación.**	86
VIII	Operación 05: Desarmar la bomba de alimentación.	88
IX	Operación 06: Limpiar, clasificar y revisar componentes de la bomba de alimentación.	90
X	Operación 07: Armar la bomba de alimentación.	91
XI	Operación 08: Probar caudal, estanqueidad y máxima presión.	93
XII	**Hoja de tarea 03: Realizar el mantenimiento de los inyectores hidráulicos.**	126
XIII	Operación 09: Desmontar inyectores hidráulicos.	127
XIV	Operación 10: Desarmar, limpiar y verificar inyectores hidráulicos.	130
XV	Operación 11: Armar inyectores.	133
XVI	Operación 12: Regular y comprobar inyectores.	136
XVII	**Hoja de tarea 04: Reparación de inyector Bomba EUI, HEUI.**	149
XVIII	Operación 13: Desmontar inyectores EUI, HEUI.	157
XIX	Operación 14: Desarmar, limpiare y verificar inyectores EUI, HEUI.	159
XX	Operación 15: Armar inyectores.	160
XXI	Operación 16: Regular y comprobar inyectores.	161
XXII	Operación 17: Sincronizar inyectores con el motor.	164
XXIII	**Hoja de tarea 05: Comprobar la opacidad del gas de escape.**	187
XXIV	Operación 18: Operar e interpretar lectura del opacímetro.	188
XXV	Operación 19: Aplicar especificaciones técnicas de emisiones.	190
XXVI	Bibliografía	200









N°	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
1	Desmontar y montar depósito de combustible	Juego de llaves mixta en milímetros
2	Cambiar filtros y drenar sistema de alimentación	Juego de llaves mixta en pulgadas
3	Probar presión del sistema de alimentación	Juego de dados en milímetros y pulgadas
4	Comprobar consumo de combustible	Extractor de filtros/Alicates para filtro
		Bandeja/recipiente/depósito
		Manometro de presión
		Escáner o explorador de fallas

	DENOMINACIÓN		
SENATI	Hacer mantenimiento del sistema de combustible	**HT:T01**	
	MECÁNICA AUTOMOTRIZ	Tiempo: 12 horas	HOJA:1/1

HOJA DE OPERACIÓN 01.

1. DESMONTAR Y MONTAR DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.

Para evitar la condensación que contamina el combustible, el sistema de alimentación y el sistema de inyección; y realizar desmontajes permanente del depósito de combustible para lavar el depósito conjuntamente con el colador se recomienda mantener en lo posible el combustible superior a ¾ del nivel indicado.

El material empleado en la fabricación de los depósitos de combustibles son variados entre las que tenemos: tanque de combustible de acero, de aluminio y de plástico.

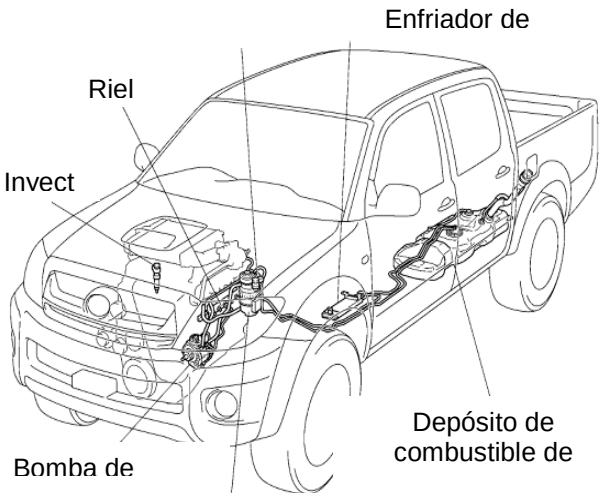


Fig. 01: Vehículo con depósito de combustible de plástico.

Considerar las observaciones indicadas en el manual del fabricante para evitar deteriorar por lo frágil que pueden ser algunos materiales como el depósito de combustible de plástico. Fig. 01

Para desconectar la batería existen procedimientos a considerar para evitar desprogramar la UCE (Unidad de Control Electrónico).

En algunos modelos solo es necesario retirar el fusible principal.



Fig. 02: Vehículo en elevador hidráulico.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Ubicar el vehículo en el elevador hidráulico o una zanja.

2. Desconectar la batería o el fusible principal.

3. Levantar el vehículo con el elevador hidráulico (si el taller cuenta con este equipo). Fig. 02.

4. Retirar el protector inferior del depósito del combustible.

5. Limpiar con una esponja el tapón de drenaje previamente.
OBSERVACIÓN: Utilizar un dado con la medida y unidad adecuada (mm o pulgada).

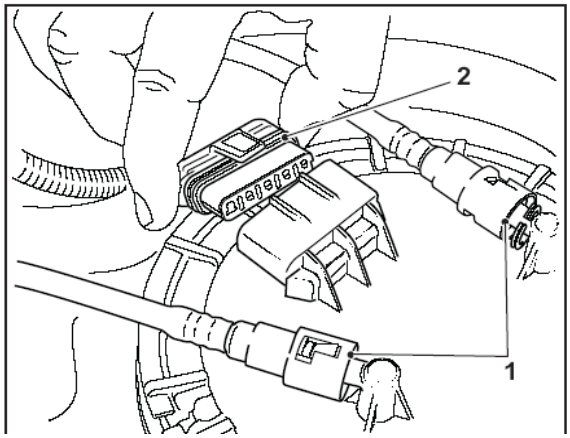


Fig. 03: Conectores de combustible y eléctrico.

6. Aflojar el tapón de drenaje.

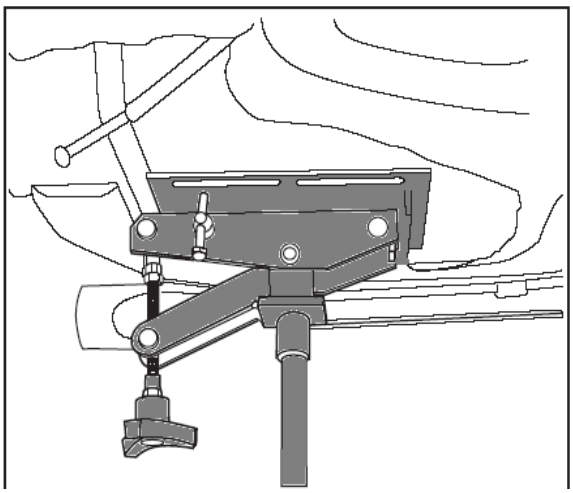
7. Colocar el recipiente debajo del depósito del combustible y retirar el tapón.

8. Drenar el combustible en un recipiente limpio.

9. Depositar el combustible en envase con tapa hermético.

10. Desconectar las mangueras/cañerías de entrada y salida de combustible.

11. Desconectar la conexión eléctrica. Fig. 03.


Fig. 04: Gata hidráulica para sujetar el depósito de combustible.

12. Colocar una gata hidráulica como sujetador del depósito previamente al desmontaje de los pernos de las abrazaderas. Fig. 04.

13. Desmontar los pernos de las abrazaderas que sujetan al depósito del combustible. Fig. 05.

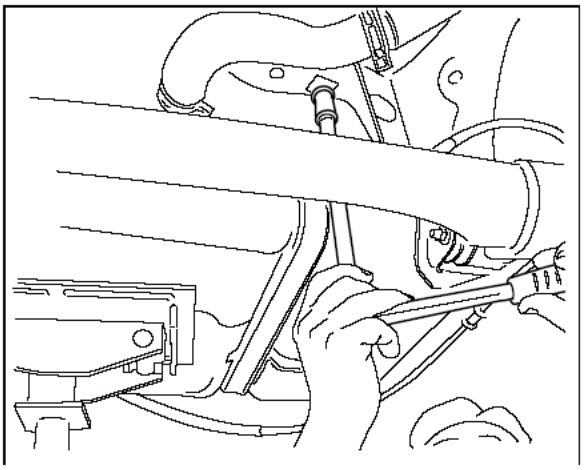


Fig. 05: Desmontaje del perno de abrazaderas del depósito de combustible.

14. Retirar el depósito de combustible.

OBSERVACIÓN: Bajar la gata hidráulica lentamente con la ayuda de un personal para retirar el depósito del combustible.

15. Llevar a la mesa de trabajo.

16. Desmontar la tapa superior conjuntamente con el colador y sensor indicador de nivel de combustible. Fig. 06.

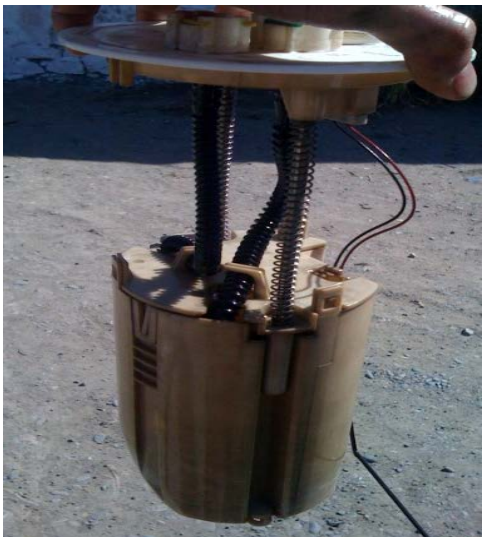


Fig. 06: Indicador de nivel y colador.

17. Llevar el depósito de combustible al área de lavado.

18. Lavar utilizando sustancias desincrustante y finalmente enjuagar con abundante agua, secar con gasolina y finalmente aplicar un baño interno total con el petróleo limpio.

19. Instalar la tapa superior del tanque utilizando un sello o empaquetadura nueva según el caso. Fig. 07.



Fig. 07: Indicador de nivel y colador con sello de goma

20. Llevar el depósito del combustible y ubicarlo sobre la gata hidráulica.

21. Con ayuda de un personal elevar la gata hidráulica sujetando por un lado el tanque de combustible.

22. Colocar las abrazaderas y aproximar los pernos.

23. Bajar y retirar la gata hidráulica.

24. Ajustar uniformemente uno tras otro alternativamente los pernos de la abrazadera hasta dar el torque final. Fig. 08

25. Conectar las mangueras/cañerías de combustible.

26. Conectar las instalaciones eléctricas.

27. Colocar el tapón de drenaje con arandela o empaquetadura nueva.

28. Ajustar el tapón con el torque indicado de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

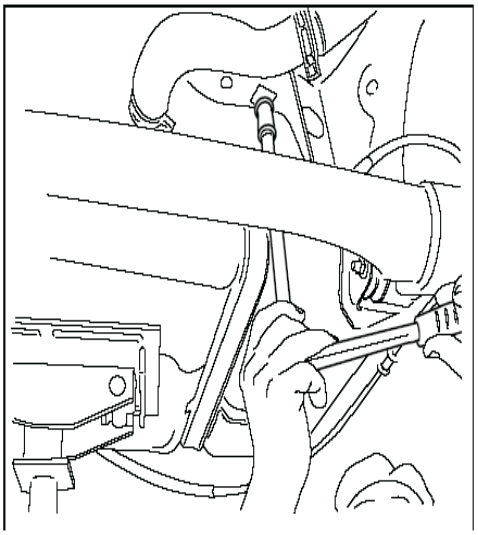


Fig. 08: Ajuste de las abrazaderas del depósito de combustible.

29. Bajar el elevador hidráulico si es el caso. Retirar el vehículo a la zona de afinamiento par la siguiente tarea.

30. Recoger todas las herramientas y materiales utilizados y guardar limpio en sus respectivas ubicaciones. Fig. 09

31. Limpiar el área de trabajo y ubicar los desechos en los depósitos correspondientes de acuerdo al material (Tachos de residuos sólidos de acuerdo a la norma ISO 14001).

NOTA: Recuerde que el cumplimiento de las Normas Ambientales está en sus manos.
Y la aplicación de las 5´S no es solo cuestión de los japoneses, si no debe ser parte de su forma de ser y vivir.

Si no te quedas con el indicador de nivel y el colador usado que cambiaste estarías prácticamente cumpliendo con la primera de las 5´S que es seleccionar y separar lo innecesario de lo útil; se llama Clasificar.

Desarrollando el paso 30 estas aplicando y cumpliendo 3 puntos que contempla las 5´S (sin mucho ESFUERZO) que son: Ordenar, Limpiar y si lo haces permanentemente cumples con Habito/Autodisciplina.

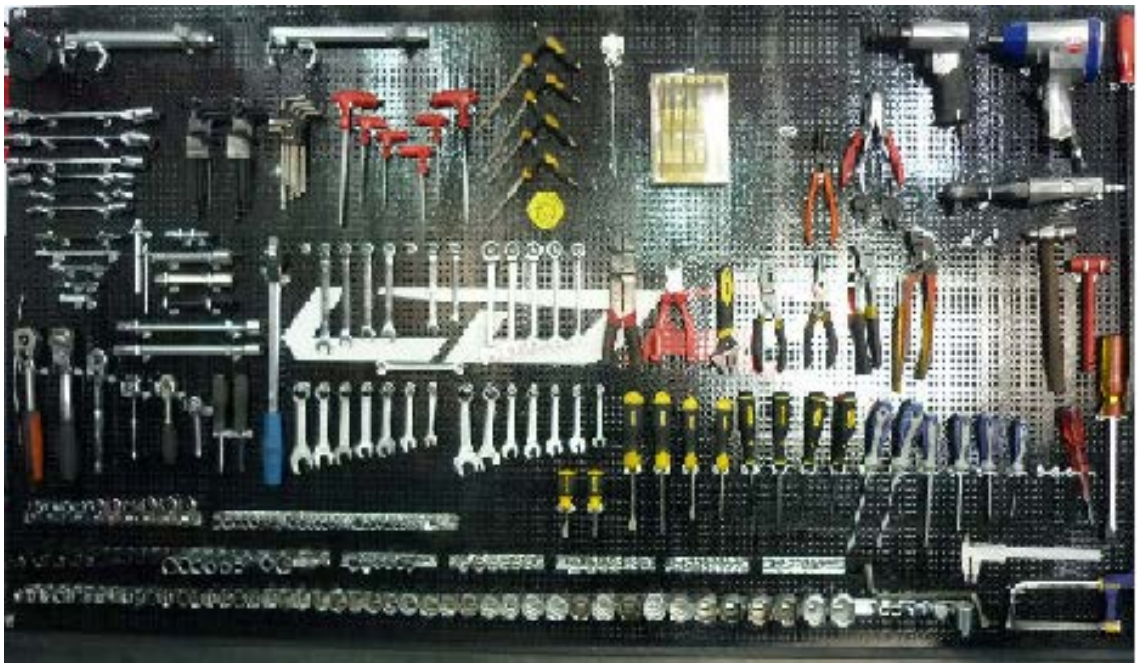


Fig. 09: Tablero de herramientas de fácil control y orden.

Solo te falta poner un letrero que diga: “Clasificar, limpiar, ordenar debe ser un hábito diario de todos los que componemos el equipo de trabajo”…ya está, se llama Estandarización; con esta completas las 5´S.

HOJA DE OPERACIÓN 02.

2.1. CAMBIAR FILTROS Y DRENAR SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

(FILTRO SELLADO – ELEMENTO SIMPLE)

Cambio de filtro de combustible para motores que llevan filtros tipo cartucho con elementos de recambio (Filtros Elementos cortesía Filtros LYS)

NOTA: Verificar que el número de pieza del cartucho del filtro a cambiar es el correcto (Código proporcionado por el Fabricante del motor y de Filtros.)

Considere las unidades de medida de acuerdo a la procedencia del motor en mm o pulgada.

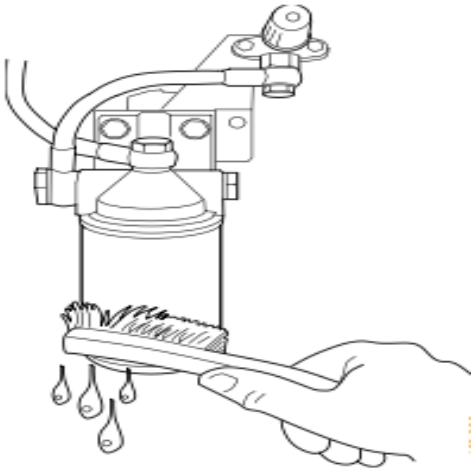


Fig. 10: Limpieza externa del filtro de combustible.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Ubicar el vehículo en el lugar adecuado, observando las normas de seguridad y salud en el trabajo.

2. Abrir el capo del vehículo y colocar una funda sobre el guardafangos para evitar deteriorar la carrocería.

3. Ubicar una bandeja o recipiente debajo de la base del filtro.

4. Limpiar la base del filtro externamente antes de desmontar. Figura Nº 10.

5. Abrir el tornillo purgador del filtro de combustible para descargar la presión del sistema.

6. Desmontar la tapa del filtro utilizando la llave con la medida adecuada.
Fig. Nº 11 y 12.



Fig. 11: Filtro tipo cartucho perno de montaje

7. Drenar todo el combustible del alojamiento del filtro.

8. Limpiar con un paño la base de la carcasa del filtro.

9. Quitar el cartucho usado de la tapa doblando levemente con cuidado.

10. Cambiar la junta tórica de la tapa.

INDICACIÓN: Lubricar la junta con grasa formulado para juntas.

11. Colocar el cartucho nuevo en el fijador a presión en la tapa. Fig. Nº 12.

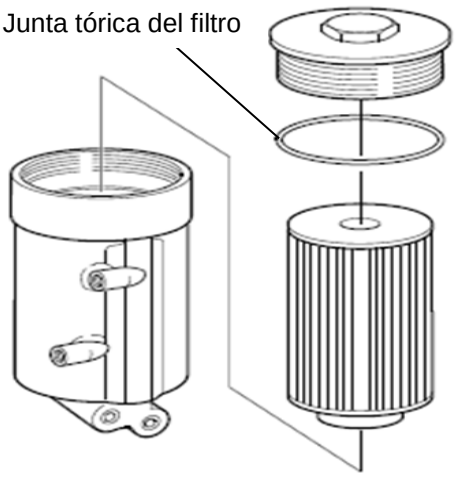


Fig. 12 Filtro tipo cartucho con elemento de recambio.

12. Colocar el filtro en la base y ajustar la tapa. Aplicar el torque indicado.

OBSERVACIÓN: Es importante contar con las especificaciones del fabricante como guía para realizar adecuadamente el mantenimiento respectivo del motor.

2.2. CAMBIAR FILTROS Y DRENAR SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

(FILTRO CON SEDIMENTADOR Y SENSOR)

Cambio de filtro de combustible para motores que llevan Filtros Sellados con sensor indicador de nivel del sedimentador, (separador de agua) cortesía (Filtros LYS). Fig. 13.

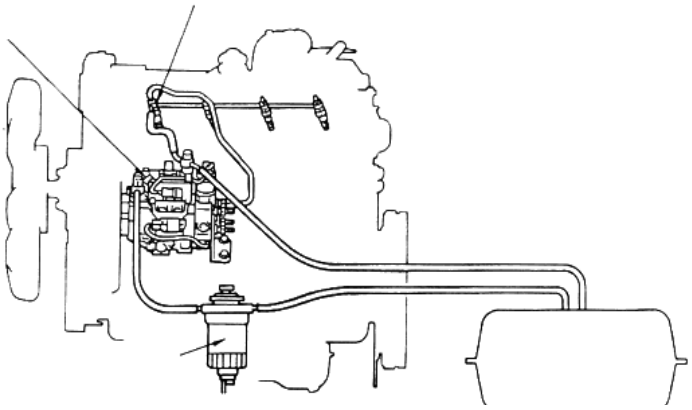


Fig. 13: Motor equipado con filtro de combustible con sensor indicador de nivel de sedimentador

Nota: Verificar que el número de pieza del cartucho del filtro a cambiar es el correcto (Código proporcionado por el Fabricante del motor y de Filtros.)

Considere las unidades de medida de acuerdo a la procedencia del motor en mm o pulgada.

Para filtros sellados sin sensor indicador de nivel del sedimentador (sensor electrónico) el proceso de operación es similar, con la diferencia que no se considera el montaje y desmontaje del sensor.
Fig. 14.

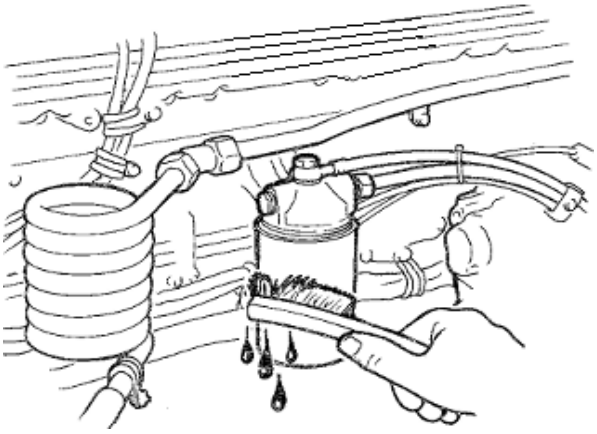


Fig. 14: Limpieza externa del filtro de combustible.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Ubicar el vehículo en el lugar adecuado, observando las normas de seguridad y salud en el trabajo.

2. Abrir el capo del vehículo y colocar una funda sobre el guardafangos para evitar deteriorar la carrocería.



Fig. 15: Filtro con sensor indicador de nivel del sedimentador.

3. Ubicar una bandeja o recipiente debajo de la base del filtro.

4. Limpiar la base del filtro externamente antes de desmontar. Fig. 14.

5. Abrir el tornillo purgador del filtro de combustible para descargar la presión del sistema.

6. Desconectar el sensor indicador de nivel del sedimentador. Fig. 15.

7. Desmontar el filtro utilizando el zuncho – alicate - para filtro.

8. Drenar todo el combustible del filtro en la bandeja.

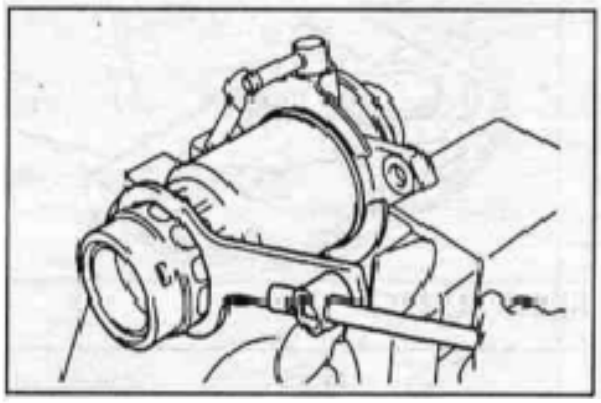


Fig. 16: Desmontaje de base roscado del sensor indicador de nivel del sedimentador.

9. Sujetar en el tornillo de banco y utilizando una llave adecuada retirar la base roscado del sensor indicador de nivel del sedimentador. Fig. 16.

10. Cambiar sello de la base del sensor indicador de agua.

OBSERVACIÓN: Lubricar la junta con grasa formulado para juntas tóricas. Fig. 17.



Fig. 17: Sensor indicador de nivel del sedimentador.

11. Montar la base del sensor roscado en el filtro nuevo y ajustar. Aplicar el torque indicado.

12. Limpiar la base del filtro con un paño.

13. Lubricar la junta del filtro nuevo con

aceite de motor o grasa formulado para juntas tóricas.

14. Llenar el filtro con petróleo nuevo antes de montar.

IMPORTANTE: Para evitar la contaminación en caso de trabajar en lugares o zonas polvorientas instalar el filtro vacío.

15. Montar el filtro en la base: centrar y ajustar con la mano hasta que haga contacto con la base; solo utilizando la mano (no use herramienta) ajustar ¾ de vuelta el filtro.

16. Conectar el sensor indicador de nivel del sedimentador.

OBSERVACIÓN: No se recomienda el uso del zuncho/alicate de filtro para ajustar en el montaje por el riesgo de deformar el cuerpo del filtro y a la vez el elemento filtrante interno.

2.3. PURGAR AGUA Y CAMBIAR FILTRO CON SEPARADOR DE AGUA.

El cambio de filtro de combustible para motores que llevan Filtros con separadores de agua en el mercado es muy conocido como los filtros tipo CAV - fabricante clásico de este modelo de filtros - el intervalo de cambio es el mismo que para las convencionales; aproximadamente cada 10 000 km de recorrido. Fig. 18.



Fig. 18: Filtro con separador de agua

El procedimiento de cambio de filtro y las precauciones son lo mismo que las convencionales.

Algunas marcas de vehículos van equipados un filtro adicional/extra separador de agua fijados al chasis; el cambio de filtro en este caso es igual que en las convencionales, las observaciones y las precauciones son la misma.

Un detalle que hay que considerar antes de realizar el desmontaje del filtro es cerrar el grifo. Fig. 19.

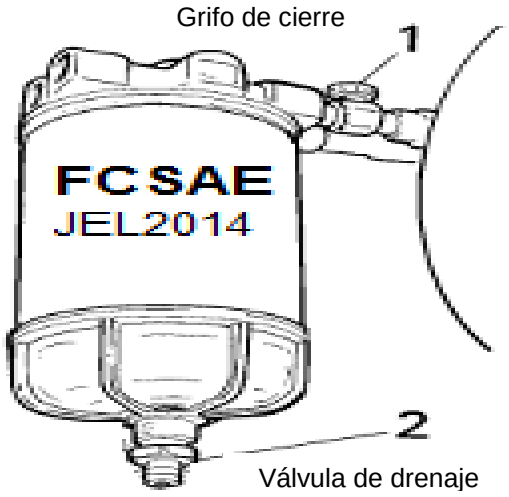


Fig. 19: Filtro con separador de agua extra.



Fig. 20: Filtro con purgador de agua de agua.

Adicionalmente al cambio del filtro se bebe realizar el purgado de agua periódicamente. Fig. 20.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Ubicar el vehículo en el lugar adecuado, observando las normas de seguridad y salud en el trabajo.

2. Abrir el capo del vehículo y colocar una funda sobre el guardafangos para evitar deteriorar la carrocería.



Fig. 21: Abriendo la válvula de purga de agua.

3. Ubicar una bandeja o recipiente debajo de la base del filtro.

4. Aflojar la válvula de purga ubicado en la parte inferior del filtro. Fig. 21.

5. Drenar el agua hasta que salga solo petróleo; se puede ayudar con el cebador para facilitar el purgado y cerrar la válvula.



Fig. 22: Filtro con sensor indicador de nivel del sedimentador.

6. Bombear con el cebador ubicado en la parte superior del filtro hasta conseguir

que el cebador tenga mucha resistencia.
Fig. 22.

7. Arrancar el motor, limpiar con un paño para verificar fugas.

NOTA: Esta es una tarea periódica que no requiere de muchos conocimientos para ejecutarlo; generalmente lo realizan los operadores de las maquinas.

HOJA DE OPERACIÓN 03.

3. PROBAR PRESIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN:

Actualmente se cuenta con 02 procedimientos para verificar la presión del sistema de alimentación de combustible:



Fig. 23: Equipo de Diagnostico Bosch KTS /FSA.

a) Utilizando el equipo de diagnóstico de la marca o un escáner genérico que cuente con la opción visualizar y/o comprobar la presión de combustible.
Fig. 23.

Motores equipados con la opción, que permita monitorear la presión del sistema; específicamente las que cuentan con sensor de presión de combustible; como:

El sistema de combustible electrónico HPI de CUMMINS. Fig. 24.

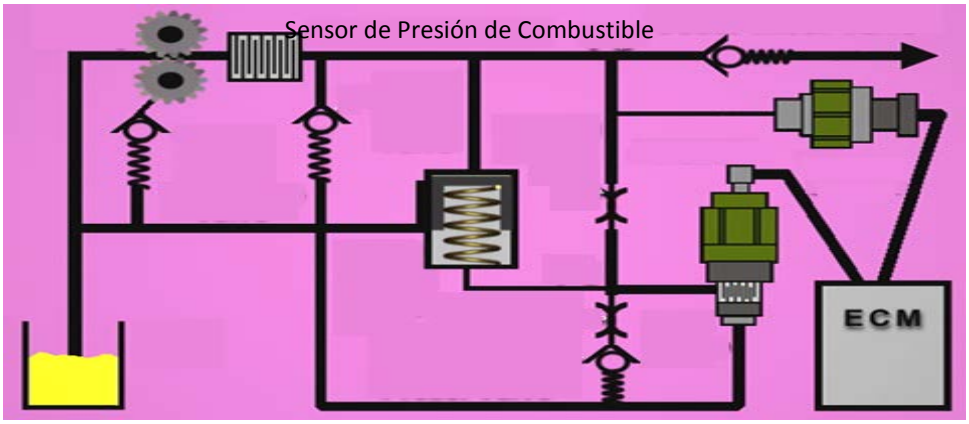


Fig. 24: Sistema de combustible electrónico Quantum de Cummins(HPI).

El Sistema de Riel Común (Common Rail). Fig. 25.

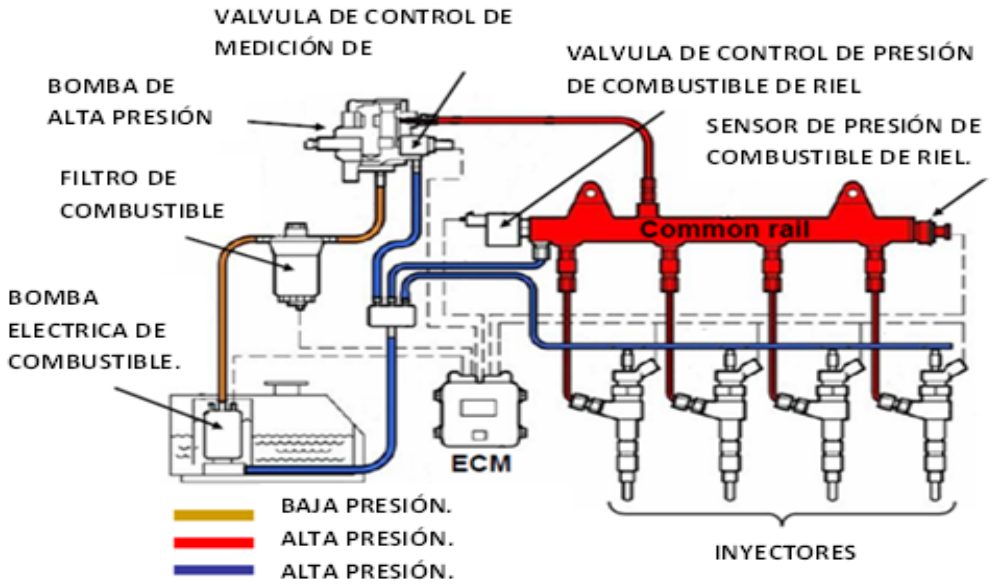


Fig. 25: Sistema de Riel Común (Common Rail).

b) Con el medidor de presión de combustible (manómetro).Fig. 26.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Ubicar el vehículo en el lugar adecuado, observando las normas de seguridad y salud en el trabajo.

2. Abrir el capo del vehículo y colocar una funda sobre el guardafangos para evitar deteriorar la carrocería

3. Ubicar una bandeja debajo de la zona de trabajo del motor.



Fig. 26: Medidor de presión de combustible.

OBSERVACIÓN: Algunos motores llevan un puerto de prueba como: válvula de conexión rápida. (Fig. 27), tapón o un perno racor (Fig. 28), a estas se conecta el medidor de presión de combustible con mucha facilidad.

4. Ubicar y limpiar con un paño la válvula de conexión rápida – Perno racor. Fig. 27.

5. Desmontar el tapón protector de la válvula de conexión rápida – desmontar el perno racor con la llave corona de la medida y unidad adecuada; generalmente llave de 17 mm y 19 mm (11/16” y ¾”).



Fig. 27: Válvula de conexión rápida.

6. Conectar el medidor de presión de combustible ya sea con la válvula de conexión rápida o con el perno racor. Fig. 28.

OBSERVACIÓN: Si el motor no cuenta con los conectores antes descrito entonces tenemos la posibilidad de conectar con un adaptador o una extensión de una manguera o cañería el cual se conecta antes y después del filtro del combustible.



Fig. 28: Perno racor.

7. Arrancar el motor y hacer funcionar alrededor de cinco minutos. Examinar la lectura del indicador de presión de combustible.

NOTA: Si aún parece fluctuante el indicador de presión, hacer funcionar por un par de minutos más hasta que el nivel se mantenga estable. La presión debe estar normalmente entre 1.0 a 1.2 bar (15 a 18 psi), motores con bomba de inyección lineal o rotativa convencional.

8. Apagar el motor y retirar el medidor de presión de presión de combustible del puerto de prueba. Limpiar cualquier derrame de combustible con un paño absorbente. Vuelve a colocar la tapa del puerto de prueba.

DATOS ADICIONALES:

a) PRESIÓN DE COMBUSTIBLE EN MOTORES CON INYECTOR BOMBA:

La presión típica de combustible en el conducto de combustible que es interna en la culata del motor puede variar por la velocidad (rpm) del motor y condición de carga nominal.

- La presión de combustible en el conducto debe ser de 200 a 400 kPa. (29 a 58 lb/pulg^2).

- En baja en vacío, el orificio regulador de presión (válvula limitadora) en el conducto mantiene la presión de combustible mínima de 50 kPa (7,3 lb/pulg^2). Motor Convencional.

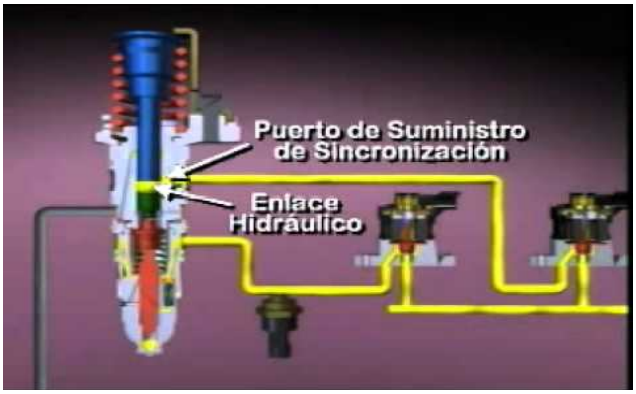


Fig. 29: Sistema de combustible ISX CUMMINS.

- Después de apagar el motor la válvula de retención evita que el combustible salga del conducto de combustible ubicado en la culata del motor.

- El sistema de combustible CUMMINS del Signature, ISX, y QSX15 es un sistema multiparte integrado. La presión de la bomba de suministro es regulada a 1689 a 2206 kPa [245 a 320 psi], a 2100 rpm. Fig. 29.

b) PRESIÓN DE COMBUSTIBLE EN MOTORES CON EL SISTEMA RIEL COMUN (COMMON RAIL):

Valores típicos de presión son 250 bar en ralentí, hasta 2000 bar a plena carga (no necesariamente a revoluciones máximas).

- Las presiones pueden variar desde unos 300 bar hasta entre 1500 y 2000 bar, según las condiciones de funcionamiento. Fig. 30.

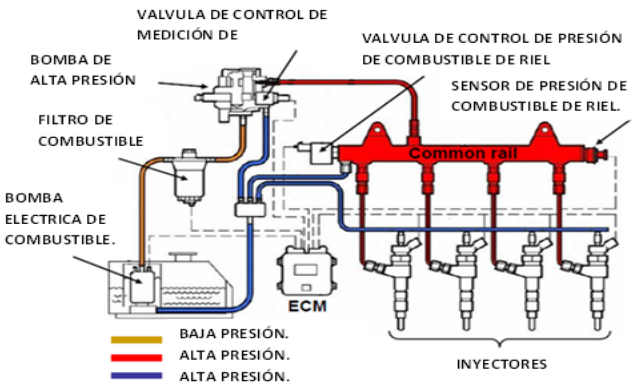


Fig. 30: Sistema de combustible Riel Común (Common Rail).

HOJA DE OPERACIÓN 04.

4. COMPROBAR CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

INTRODUCCION.- El uso racional de los recursos energéticos es una tarea de vital importancia en nuestros días para cualquier sector de la economía, dado el agotamiento de las reservas de petróleo, la principal fuente de suministro. Esto se acompaña de medidas proteccionistas por los países productores, que elevan los precios de los derivados del petróleo y contribuyen al encarecimiento de las producciones industriales y de los costos de explotación.

En la actualidad una parte del producto social global del país está destinado a la compra de hidrocarburos, por lo que la disminución del consumo de combustible constituye la primera y más importante directiva de trabajo tanto en las labores Industriales como de transporte.

En el consumo de combustible inciden numerosos factores:

- Las características constructivas del vehículo.
- El régimen de carga y velocidad.
- Tipo de vía, su estado, la pendiente, las intersecciones.
- Las interferencias al movimiento, las curvas, los parámetros medioambientales, la velocidad del viento.
- El conductor, su experiencia y pericia, entre otros.

La lucha por el ahorro de combustible ha acaparado la atención de especialistas, técnicos en general tanto en la Industria y el transporte que son los mayores consumidores del país como los demás sectores de la economía.

El objetivo principal de control/medición del consumo de combustible no solo es controlar y economizar el costo para el bien de la empresa, sino va más allá que el ahorro mismo; es decir tiene que ver con la protección de la salud de las personas y la salud ambiental que es y debería ser nuestra tarea primordial, como personas conscientes de la necesidad de trabajar y asegurar el futuro sin complicaciones de nuestros hijos y los que vienen después de ellos. No podemos seguir actuando irresponsablemente es hora de cambiar de actitud…

Hay varias formas de realizar la comprobación del consumo de combustible entre ellos tenemos:

a) **MODO TEÓRICO:** Cálculo matemático, control en banco de pruebas y con el equipo de diagnóstico alternativo o de marca (simulación de consumo).

La fórmula teórica para medir el consumo de combustible en las unidades señaladas es:

Q = ge (Prc+Pra+Pri)/36VND

Dónde:

Q = es el consumo de combustible del vehículo en litros/100 kilómetros.

Ge = es el consumo específico de combustible expresado en gramos/kilovatio - hora.

Prc = es la potencia de resistencia de la carretera

Pra = es la potencia de resistencia aerodinámica

Pri = es la potencia de resistencia de inercia.

V = es la velocidad del vehículo

N = es la eficiencia de la transmisión

D = es la densidad del combustible.

b) MODO PRÁCTICO:

Controlar el consumo de combustible en horas de funcionamiento o en una determinada distancia de recorrido y comparar con el consumo indicado por el fabricante en litros por kilómetro (l/km).

Medir el consumo de combustible en tráfico urbano y en carretera, a fin de comparar con el consumo indicado por el Fabricante y que está impreso en el manual del Propietario.

Marca	Subm.	Año Modelo	Transm.	Combust.	Rendimiento Ciudad (km/l)
NISSAN	FRONTIER	2008	M5	Gasolina	10.96
NISSAN	FRONTIER	2008	A5	Gasolina	6.37
NISSAN	FRONTIER	2008	M5	Diesel	10.96

c) Actualmente se cuenta con un dispositivo llamado tacógrafo en buses y camiones – Computadora de Abordo (ON BOARD COMPUTER), que registran entre otras cosas el consumo de combustible durante el recorrido para mejor gestión del consumo de combustible en las empresas de transporte. Fig. 31.





Fig. 31: Tacógrafo Digital.

Brinda información de: Visualización permanente de consumo de combustible.

Se obtiene beneficios de Reducción de consumo de combustible.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Medir las emisiones del motor, las cuales deben estar dentro del rango establecido por:



Fig. 32: llenado de combustible en el grifo.

DS Nº 009-2012-MINAM (RD 058 MTC 2003).

2. Dirigirse a la estación de servicios de combustible (grifo).

3. Suministrar (llenar) el combustible al tanque hasta que suene el mecanismo de parada automática de llenado. Fig. 32.

4. Registrar la lectura del odómetro actual. Fig. 33.

5. Iniciar el recorrido por la ciudad un promedio de dos horas. Fig. 34.



Fig. 33: Tacómetro de velocidad - odómetro. Indicando los Km recorridos.



Fig. 34: Recorrido por la ciudad, tráfico caótico.

6. Retornar al mismo grifo y elegir el mismo surtidor.

7. Llenar el tanque hasta que suene el mecanismo de parada automático y ni una gota más.

8. Anotar el recorrido en kilómetros y la cantidad de combustible consumido durante el recorrido.

9. Calcular el consumo de combustible correspondiente al recorrido urbano dividiendo el recorrido en kilómetros entre el consumo real de combustible.
Observación: El consumo debe estar muy cercano o igual al indicado en el Manual del Propietario.

10. Iniciar el recorrido por carretera que puede ser Panamericana Sur o Panamericana Norte. Fig. 35.



Fig. 35: Recorrido por Panamericana Sur.

11. Retornar al grifo y en el mismo surtidor rellenar el combustible al tanque.

12. Anotar los kilómetros recorridos y la cantidad de combustible consumido durante el recorrido.

13. Calcular el consumo de combustible correspondiente al recorrido en Carretera dividiendo el recorrido en kilómetros entre el consumo real de combustible.

Observación: El consumo debe estar muy cercano o igual al indicado en el Manual del Propietario.

14. Realizar el informe final con los datos obtenidos al final de las pruebas.

15. Comparar con las especificaciones del fabricante referente al consumo de combustible.

HOJA DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA 01.

1. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE DIESEL:

EL MOTOR DIESEL.

Los motores Diesel actualmente compiten con otros motores que usan otros tipos de combustibles en vehículos livianos y no hay nada que envidiar en cuanto a la economía de combustible y la contaminación ambiental.

Pero es algo irrenunciable hoy por hoy el uso de motores diesel en vehículos medianos, pesados, maquinaria pesada, motores estacionarios y marinos.

Los motores Diesel prestan siempre un servicio fiable, económico y poco contaminante.

A comparación a los antiguos motores Diesel, ruidosos que transitaban expulsando humo muy notorio y clásico de motores diesel de la época. Fig. 36.

La nueva generación de motores aporta innumerables ventajas. Fig. 37.

- Más silenciosos.
- Económicos.
- Limpios.
- Rápidos.
- Seguros.

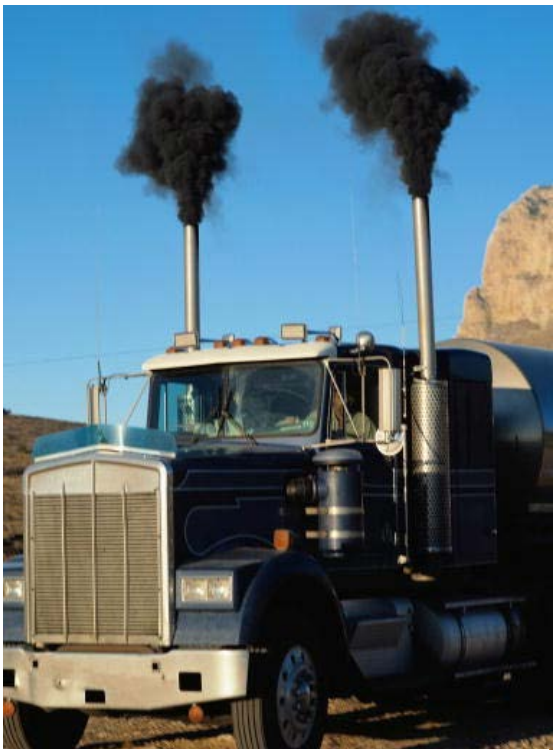


Fig. 36: Camión con motor diesel de los años 80.



Fig. 37: Camión con motor diesel Euro VI del 2013.

El rendimiento fiable y económico de los motores Diesel requiere sistemas de inyección que trabajen con elevada precisión.

Con estos sistemas, se inyecta en los cilindros del motor a la presión necesaria y en el momento adecuado el caudal de combustible requerido para que alcance una determinada potencia.

Para esa finalidad, se utilizan diferentes sistemas de inyección, según sus aplicaciones y necesidades.

Son conocidos como Sistemas de Inyección Diesel.

El desarrollo y construcción del sistema de inyección le permitió el funcionamiento rápido y seguro del motor Diesel.

Desde los años veinte hasta ahora, el perfeccionamiento constante y consecuente del sistema de inyección Diesel ha conducido a un alto nivel de madurez técnica. Fig. 38.

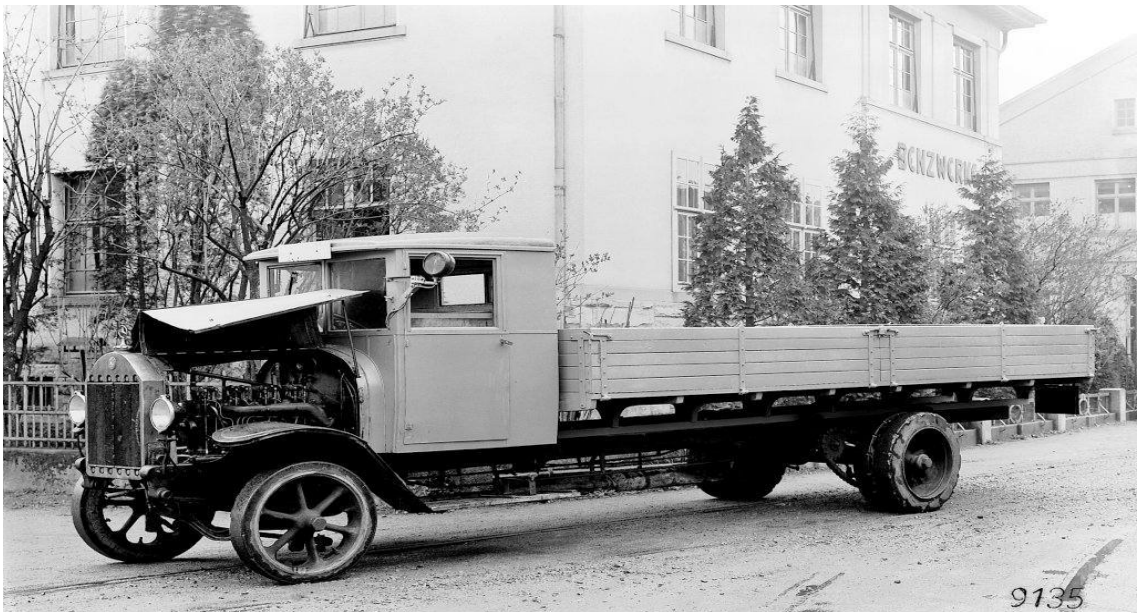


Fig. 38: Camión Mercedes Benz de 1923.

La regulación Diesel, mecánica o electrónica hace posible actualmente dosificar el caudal de inyección correcto para cada momento de servicio del motor, y ajustar el comienzo exacto de la inyección.

Para cumplir con las más rigurosas y estrictas legislaciones sobre gases de escapes contaminantes, la regulación electrónica Diesel ofrece ventajas

especiales, ya que con su uso se pueden procesar diversos parámetros del motor y del medio ambiente, vinculados a estrechas tolerancias.

Por lo tanto, se puede alcanzar, en esa forma, más rentabilidad con más baja emisión de gases contaminantes y una suavidad de marcha sensiblemente mejorada.

Para que el Sistema de Inyección Diesel pueda ofrecer todos los beneficios y ventajas, necesita revisiones periódicas, estar muy afinado y utilizar sólo los repuestos recomendados por el fabricante.

De esa forma el motor siempre recibirá el caudal de combustible adecuado en cada momento de funcionamiento, generando mejor desempeño con menor consumo y más baja emisión de gases contaminantes. Fig. 39.



Fig. 39: Camión Ecológico de 2018.

1.1.1. UN POCO DE HISTORIA:

En este manual se va a citar a tres personajes que brindaron sus valiosos aportes en el desarrollo e innovaciones de los motores que utilizan como combustible el petróleo o Diesel:

Rudolf Christian Karl Diesel (Rudolf Diesel) (Diesel): Fig. 40

Rudolf Christian Karl Diesel; París, 1858 - canal de la Mancha, 1913) Ingeniero alemán.

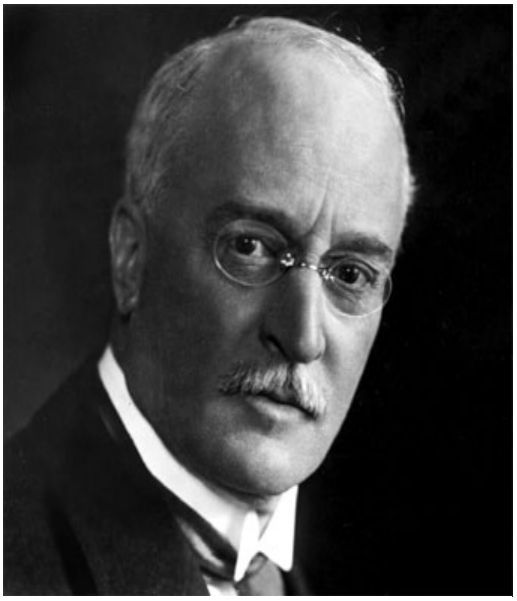


Fig. 40: fotografía de Rudolf Diesel

Diesel vivió en París hasta 1870, fecha en que, tras el estallido de la guerra franco - prusiana, su familia fue deportada a Inglaterra. Desde Londres fue enviado a Augsburgo, donde continuó con su formación académica hasta ingresar en la Technische Hochschule de Munich, donde estudió ingeniería bajo la tutela de Carl von Linde. En 1880 se unió a la empresa que Von Linde poseía en París.

Su primera preocupación en materia de motores fue el desarrollo de un motor de combustión interna cuyo rendimiento energético se aproximara lo máximo posible al rendimiento teórico de la máquina ideal propuesta por Carnot.

En 1890, año en que se trasladó a Berlín para ocupar un nuevo cargo en la empresa de Von Linde, **concibió la idea que a la postre se traduciría en el motor** que lleva su nombre; **"MOTOR DIESEL"**. Obtuvo la patente alemana de su diseño en 1892, y un año después publicó, con el título *Theorie und Konstruktion eines rationellen Wäremotors*, una detallada descripción de su motor.

Con el patrocinio de la Maschinenfabrik Augsburg y de las industrias Krupp, Diesel produjo una serie de modelos cada vez más eficientes que culminó en 1897 con la presentación de un motor de cuatro tiempos capaz de desarrollar una potencia de 25 caballos de vapor. La alta eficiencia de los motores Diesel, unida a un diseño relativamente sencillo, se tradujo rápidamente en un gran éxito comercial, que reportó a su creador importantes beneficios económicos.

Conocido sobre todo por ser el inventor de este nuevo motor de combustión interna el **"MOTOR DIESEL".**

a) Robert Bosch (Bosch): Fig. 41.

Robert Bosch fue un industrial ingeniero alemán, inventor y de la ingeniería, fundador de Robert Bosch GmbH.

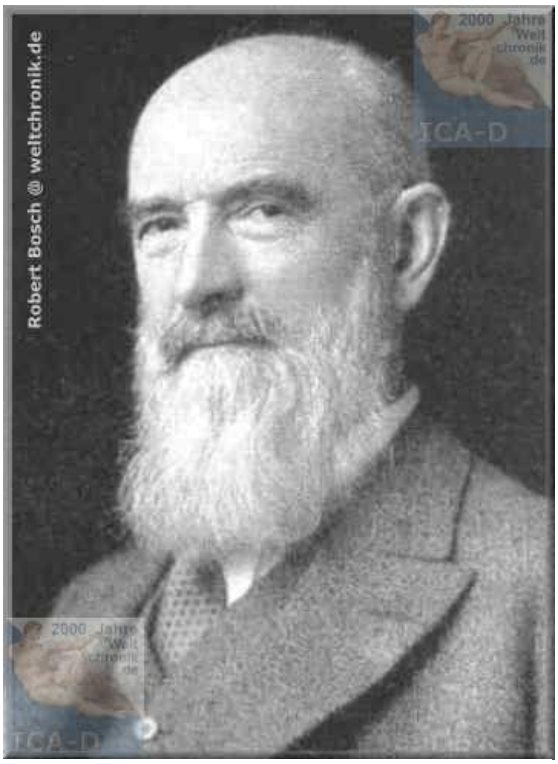


Fig. 41: fotografía de Robert Bosch.

Bosch nació en Albeck, una aldea al noreste de Ulm, en el sur de Alemania. Fue el undécimo de doce hermanos. Sus padres vinieron de una clase de agricultores muy bien situado de la región. Su padre, puso especial importancia a una buena educación para sus hijos.

De 1869 a 1876, Robert Bosch asistió a la Realschule (escuela secundaria técnica) en Ulm, y luego tomó un aprendizaje como mecánico de precisión.

Después de su educación escolar y la práctica, Bosch pasó otros siete años trabajando en diversas empresas en Alemania, los Estados Unidos (Thomas Edison en Nueva York), y el Reino Unido (en la empresa alemana Siemens). El 15 de noviembre de 1886, abrió su propio "Taller de Mecánica de Precisión e Ingeniería Eléctrica" en Stuttgart. Un año más tarde, hizo una mejora decisiva en un **dispositivo magnético de encendido** no patentados, realizados por el fabricante de motores Deutz. El objetivo del dispositivo era generar una chispa eléctrica para encender. En 1897, Bosch fue el primero en adaptar un magneto a un motor de vehículo. De este modo, se resuelve uno de los mayores problemas técnicos que enfrentaba la naciente industria del automóvil.

En los años siguientes de la Primera Guerra Mundial, Bosch puso en marcha innovaciones para el automóvil, logrando diseñar y patentar la bomba de **inyección de combustible diesel en 1927,** como lo conocemos hoy en día.

b) Clessie Lyle Cummins (Cummins): Fig. 42.

Clessie Lyle Cummins, que había nacido el 27 de Diciembre de 1888, sólo tenía 3 años cuando Rudolf Diesel concibió su primer motor, pero, a pesar de haber pasado la infancia en una granja y de no poseer estudios superiores, analizó sus ventajas y en 1917 emprendió la **construcción de motores diesel** en un pabellón situado en la Sixth Street de Columbus (Indiana).



Fig. 42: fotografía de Clessie Lyle

Dos años más tarde fundaría la Cummins Engine Company. Su primer motor fue un 6 HP fabricado bajo licencia de R. M. H. Cº y destinado a uso estacionario en granjas o a animar lanchas y yates pequeños.

CUMMINS ejecutó sus primeros trabajos, **fabricando artesanalmente motores diesel** y desarrollando un gran esfuerzo para implantarlos en los Estados Unidos.

A pesar del apoyo del banquero William G. Irwin, para quien Clessie hacía de chofer y mecánico, la empresa no tuvo éxito inicialmente, el negocio no marchaba bien y **Cummins pensó en convertir los automóviles a gasolina en Diesel;** convirtiendo un motor Packard 1925 en 1929 diesel. Con el Packard viajó a Nueva York en Enero de 1930, constatando que sólo había consumido un galón de petróleo por cada 40 millas, con un costo total de 1,38 $ al recorrer 800 millas (casi 1.300 Km), lo que representaba 5,9 litros cada 100 Km. A partir de entonces, y para comprobar y **divulgar la economía de los motores diesel,** inició una serie de intentos de record en los que fue protagonista.

Otros hallazgos se le deben; que han salvado muchas vidas. Al haber estado a punto de morir durante el descenso de Cajon Pass en 1931, se dedicó a estudiar el problema del *fading* en los frenos e inventó el sistema *compression release engine brake,* una especie de freno de emergencia servoasistido, habitual en los camiones desde entonces…

Al finalizar la segunda Guerra Mundial los países industrializados habían descubierto y aceptado al motor a diésel para impulsar los trabajos pesados. Las ventajas del motor diésel frente al de gasolina eran tan significativas que todos los fabricantes del mundo se decidieron por utilizarlo. El éxito fue tan grande que en pocos años el motor a gasolina había desaparecido de este tipo de vehículos. Pero no todo era felicidad en el paraíso, el motor a diésel tenía una pequeña gran desventaja: por su especial ciclo de funcionamiento no tiene freno de motor. Así que los camiones simplemente se "chorreaban" en una bajada, obligando al conductor a frenar constantemente. No es difícil imaginar los problemas de desgaste o recalentamiento de los sistemas de frenado, con las mortales consecuencias que indefectiblemente seguían.

Esto puso a pensar a un genial constructor estadounidense. Este señor fue "Clessie" Cummins. Quien dedicó gran parte de su tiempo a **resolver el problema de los frenos en los motores a diésel que no tenía una solución satisfactoria.** Es evidente que se puede instalar una aleta que restrinja la entrada de aire, tal como lo tienen los motores a gasolina. Eso es lo que se hace con motores a diésel que impulsan a muchos carros ligeros actuales. El problema es que eso reduce la gran ventaja del motor a diésel que es su eficiencia energética, lo que en condiciones normales, es insuperable.

También se puede bloquear el escape, pero eso también trae graves problemas aunque sea una solución efectiva, pero es muy peligrosa y puede afectar negativamente la vida útil del motor.

En poco tiempo "**Clessie" produjo una genial solución**. La misma no afecta en nada el rendimiento del motor, ni es en modo alguno, perjudicial a su desarrollo. Su principio de funcionamiento es bastante simple: cuando el conductor activa este nuevo freno, el mecanismo suspende la inyección de combustible y abre la válvula de escape pocos instantes antes de que el pistón llegue al punto muerto superior y se produce "la magia". El poderoso motor se convierte en una bomba que puede absorber hasta el 75% de la potencia máxima del motor. Así el conductor puede conducir en una bajada, cualquiera que sea su pendiente o su distancia, sin aplicar para nada los frenos.

Una vez estabilizado su diseño fundó una compañía para fabricarlo, la "Jacobs Brakes Company". Y así nacen los famosos "**frenos Jacobs"** que, hasta nuestros días, se utilizan en casi todos los motores automotrices pesados del mundo.

En el transcurso de los años los **frenos de motor Jacobs** han evolucionado y están adaptados para la moderna tecnología diésel, pero el principio sigue siendo el que se inventó hace ya casi cincuenta años. Así también, se han desarrollado nuevas soluciones como por ejemplo los “retarders”. Pero ninguno los ha podido reemplazar o desplazar exitosamente.

1.1.2. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE DIESEL.

El sistema de combustible de un motor diesel tiene como misión entregar la cantidad correcta de combustible limpio atomizado a su debido tiempo en la cámara de combustión del motor. Fig. 43.

Es el encargado de suministrar el combustible necesario para el funcionamiento del motor, pudiéndose diferenciar dos componentes fundamentales:

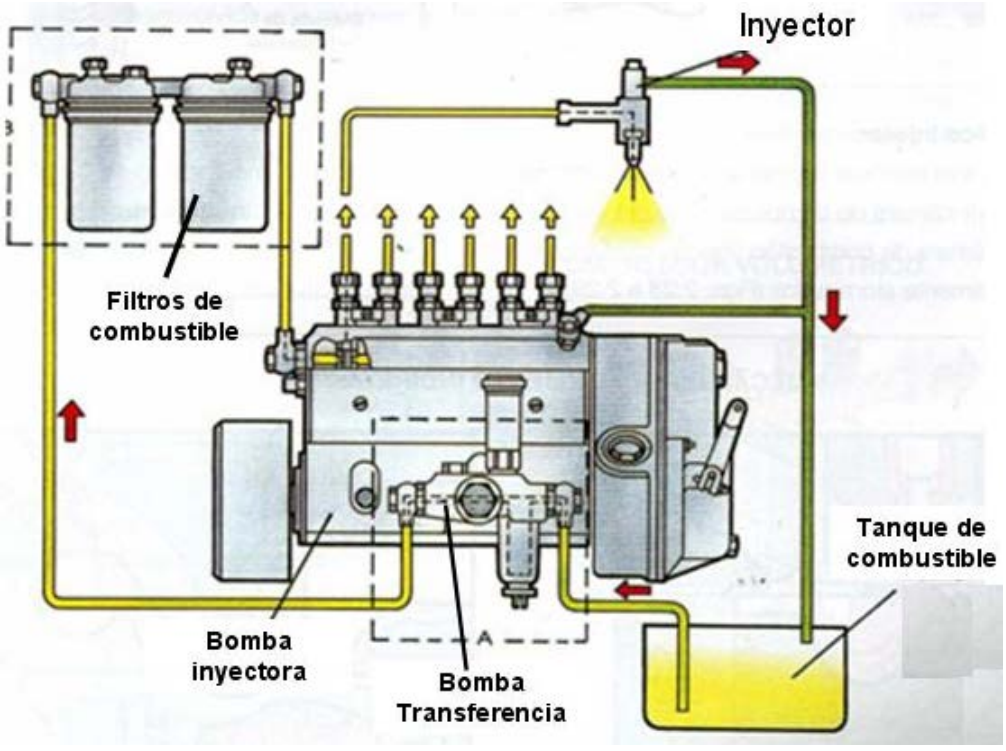


Fig. 43: Sistema de alimentación de combustible con bomba lineal convencional.

Los componentes son muy parecidos de todos los fabricantes de motores diesel, sin embargo puede ser que en algún caso no estén todos los componentes indicados en un mismo motor, o que cuenten en su equipamiento con otros componentes adicionales.

1.1.3. CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN.

a) Circuito de baja presión:

Encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección o al circuito de combustible en los motores con inyector bomba; en el sistema de Riel Común hasta el cuerpo de la bomba de alta presión. Fig. 44.

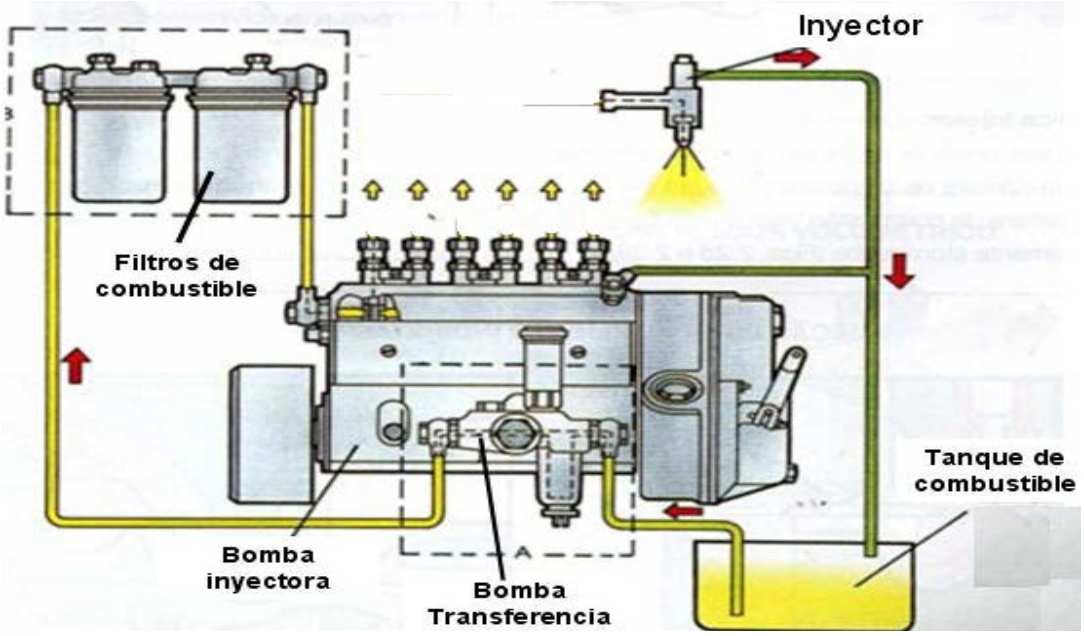


Fig. 44: La figura muestra el circuito de baja presión.

b) Circuito de alta presión:

Encargado de impulsar el combustible a una presión determinada para ser introducido en las cámaras de combustión por medio de los inyectores. Fig. 45.

El circuito del sistema de alimentación de combustible está conformado por los siguientes componentes:

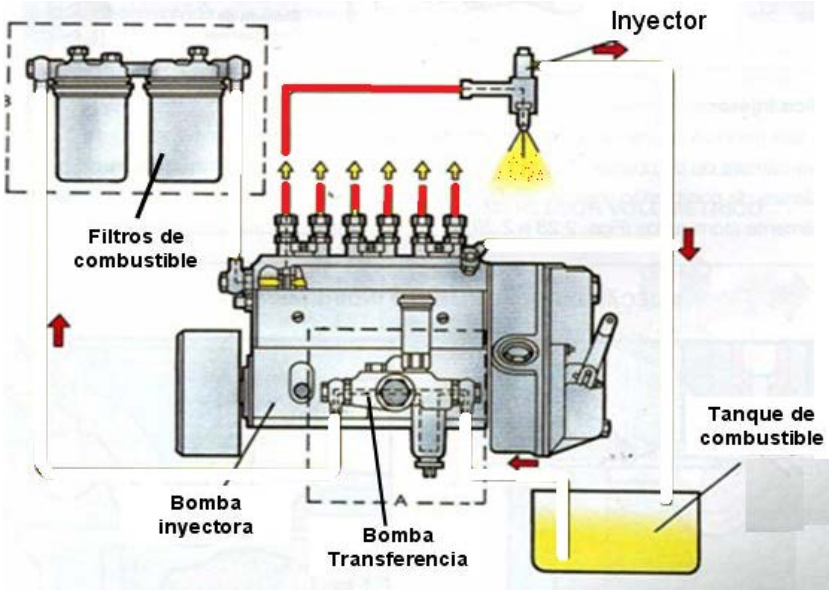


Fig. 45: La figura muestra el circuito de alta presión.

a) Depósito de combustible (tanque).
b) Líneas de combustible (mangueras y cañerías).
c) Filtro primario (separador de agua).
d) Bomba de alimentación (mecánica o eléctrica).
e) Bomba de cebado (mecánico o eléctrico – manual o automático).
f) Filtro secundario (principal)
g) Válvula de purga del circuito y purgador de agua.
h) Válvula de derivación (en la base del filtro o en el filtro)
i) Bomba de inyección (Lineal y rotativa).
j) Bomba de alta presión.
k) Galería de combustible de baja presión.
l) Riel Común de combustible de alta presión.
m) Colector de la bomba de inyección e inyectores (cañería de retorno).
n) Inyectores.

1.1.4. FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE:

a) DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE (TANQUE):

Es el componente donde se deposita el combustible para el consumo habitual del motor. Generalmente suele estar calculado para una jornada de 10 horas de trabajo teniendo en cuenta el consumo normal del motor. Fabricado de chapa de acero, aleación de aluminio o Plástico sintético; algunos cuentan con deflectores (rompeolas) de acuerdo al tamaño para evitar el combustible genere oleajes cuando el vehículo acelera o frena bruscamente. Fig. 46.



Fig.46: Depósito de combustible.

En su interior cuenta con un sensor indicadora de nivel que da lectura en el tablero del vehículo. Fig. 47.

Cuenta además con un colador (malla - cedazo) en el extremo que sirve como el primer componente del sistema que limpia las impurezas del combustible.

Últimamente la mayoría de vehículos traen bomba de combustible eléctrica en el interior del depósito, que anteriormente solo estaba reservado para motores Otto.

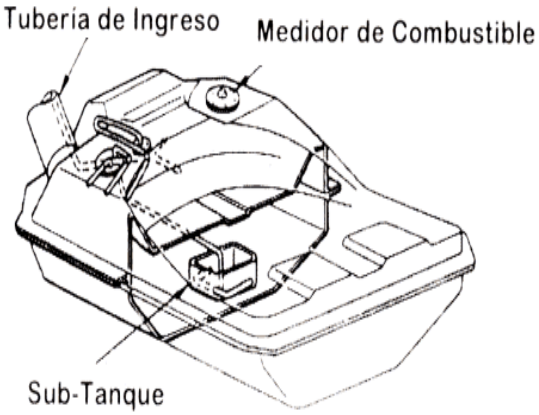


Fig. 47: Depósito de combustible mostrando detalles de sus componentes.

b) LÍNEAS DE COMBUSTIBLE (MANGUERAS Y CAÑERÍAS).

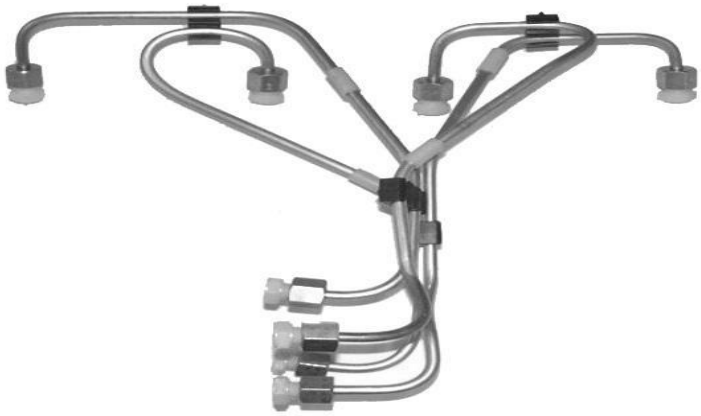


Fig. 48 Cañería de combustible.

Son las tuberías por donde circula el combustible en todo el circuito, tanto de entrada (baja y alta presión) y de retorno con ángulos de doblez recomendado mayor a 90º; sujetados con abrazaderas al chasis y al motor individualmente o en grupos. Fig. 48.

Las mangueras/cañerías de entrada y de retorno normalmente son de neopreno, también llamados cañerías de rebose de plástico. Fig. 49.

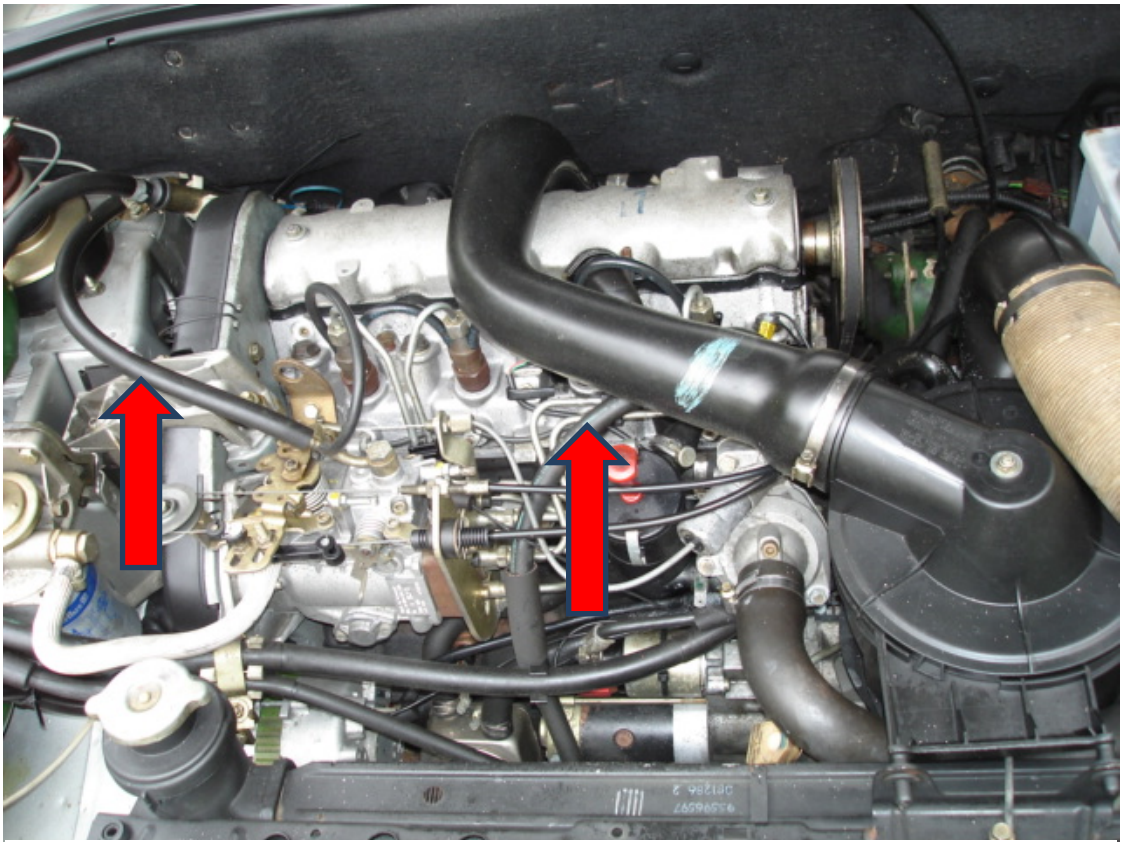


Fig.49: motor con bomba de inyección rotativa convencional, muestra cañerías y mangueras, metálicos y de neopreno.

c) FILTRO PRIMARIO (SEPARADOR DE AGUA):

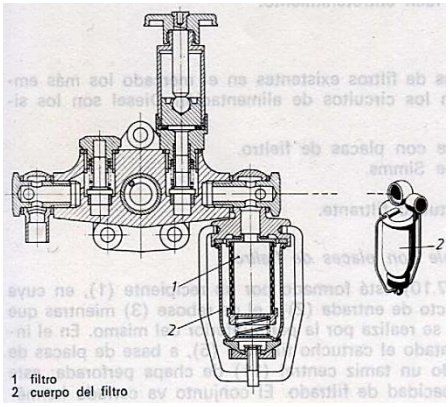


Fig. 50: Prefiltro con separador de agua tipo rejilla.

Generalmente a la salida del depósito de combustible, suele ser de rejilla y solamente filtra impurezas gruesas. Fig. 50.

Otros tienen la misma forma que el filtro principal con la diferencia que llevan un recipiente y un purgador en la parte inferior del filtro que sirve para condensar el agua del sistema y purgar. Fig. 51.



Fig. 51: Filtro con separador de agua.

d) BOMBA DE TRANSFERENCIA (BOMBA DE ALIMENTACIÓN):

También conocido como bomba elevadora, de alimentación, de suministro, o de transferencia.

La función de la bomba de alimentación es entregar el combustible del depósito hasta la bomba de inyección a través del filtro de combustible.

Accionado por el motor, es la que inicialmente presuriza el sistema hasta la bomba de inyección, va montado en lugares distintos dependiendo de la marca y modelo del motor.



Fig. 52: Bomba de alimentación tipo émbolo.

La bomba de alimentación está conectado a la bomba de inyección y conducido por su árbol de levas en las bombas lineales. Fig. 52.

La bomba de alimentación garantiza el suministro de combustible permanentemente a la bomba inyección desde el depósito de combustible con una presión promedio de 1 - 1.5 bar (algunos de 2 hasta 8 bar de acuerdo a las rpm del motor).

Utilizado inicialmente para alimentar con combustible constantemente a baja presión a las bombas de inyección lineal y rotativa (presiones que oscilan entre 50 a 100 kPa).

Actualmente son variados los tipos y modelos de bombas incluido las presiones con las que alimentan el sistema.

Finalmente tenemos la bomba radial de alta presión para el sistema de Riel Común.

Todas estas bombas son del tipo aspirante impelente, lo cual significa que tienen capacidad para succionar el combustible desde el tanque o depósito y enviarlo al exterior a una determinada presión.

TIPOS:

a) Tipo Diafragma.
b) Tipo Embolo (Pistón).
c) Tipo Paleta - Aspa(Impelente)
d) Tipo Engranaje.
e) Tipo Eléctrico.

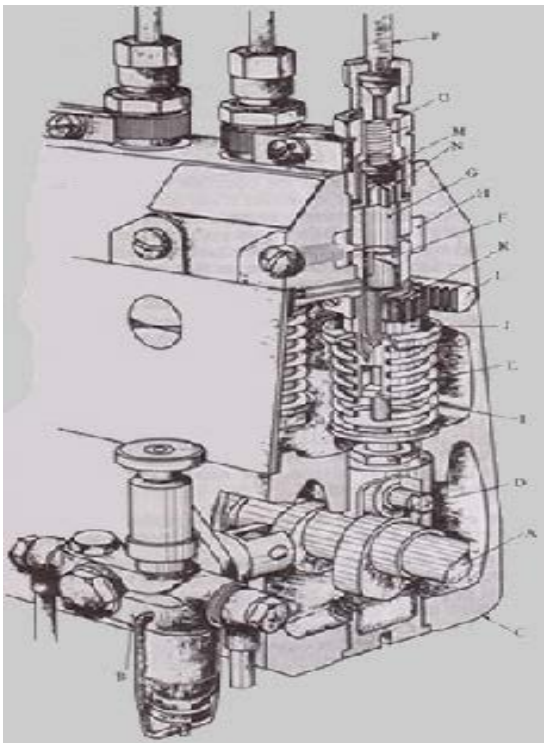


Fig. 53: Bomba manual de cebado.

e) BOMBA MANUAL DE CEBADO:

La bomba de cebado manual, consiste en un cilindro instalado en el cuerpo de la bomba de alimentación tipo pistón (embolo), y sobre la válvula de aspiración a través de un accionamiento manual se hace llegar combustible procedente del tanque, a los filtros y bomba inyectora. Fig. 53.

Utilizado en motores convencionales equipados principalmente con bomba de inyección lineal. Fig. 54.

En esta se desplaza un émbolo manualmente.

Para cebar el circuito, es necesario destornillar el impulsor de la bomba, hasta que éste se deje levantar.

Al ascender el pistón se abre a válvula de aspiración permitiendo la entrada de combustible a la cámara de aspiración.

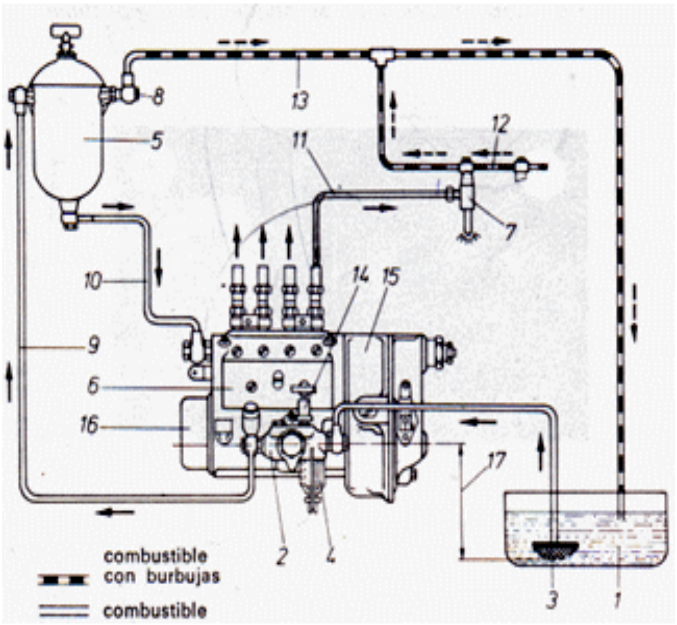


Fig. 54: Circuito de alimentación con bomba lineal convencional.

Al presionar el pistón empuja el combustible a través de la válvula de descarga, tubería, y filtro, hacia la bomba de inyección.

Al finalizar el cebado –purgado, el pulsador debe atornillarse nuevamente.



En los motores modernos con equipamiento de sistema riel común y los motores electrónicos con bomba unitaria y sus variaciones llevan un purgador montado en la base del filtro. Fig. 55.

Fig. 55: Base del filtro con purgador manual

Los motores con bomba de inyección rotativa convencionales llevan también un cebador manual en la base del filtro con una mínima variación del modelo antes indicado. Fig. 56.

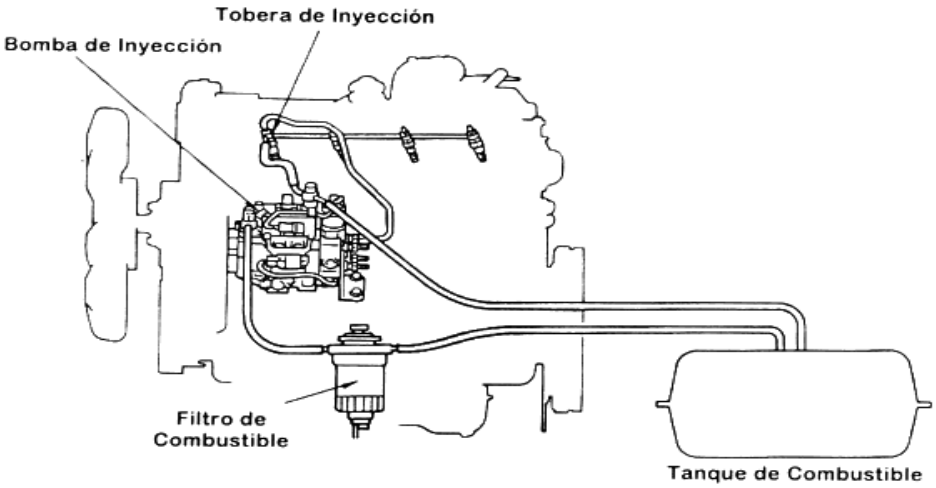


Fig. 56: Sistema de Inyección con bomba tipo VE convencional y filtro con purgador en la base.

En este modelo de cebador no requiere aflojar, solo presionar y soltar repetidas veces para realizar el llenado del combustible al filtro y la bomba de inyección rotativa; hasta que el cebador presente una alta resistencia. Figura N° 57.



Figura Nº 57: Base de filtro y cebador.



Figura Nº 58: Bomba de alimentación tipo diafragma con palanca cebador.

El cebador usado por la marca CAV más conocido como sistema de inyección diesel tipo CAV presenta en sus dos versiones la más antigua viene montada en el cuerpo o parte de la bomba de alimentación tipo diafragma. Fig. 58.

Para cebar solo tienes que tirar de la palanca y soltar repetidas veces hasta terminar el purgado del sistema de alimentación.

La variación más actual del tipo CAV lleva el cebador en la base del filtro parecido al utilizado en las bombas de inyección rotativa convencional y electrónico, pero el cebador tiene la forma y modo de funcionamiento igual que las utilizadas en las bombas de alimentación tipo pistón. Fig. 59.

Para realizar el cebado de combustible el procedimiento es igual que la utilizada en las bombas de alimentación tipo pistón, desenroscar el cebador y presionar y jalar repetidas veces hasta realizar el purgado del sistema y finalmente enroscar en su base.



Fig. 59: Cebador en la base del filtro tipo CAV.

f) FILTRO SECUNDARIO (PRINCIPAL):

Es el principal filtro de combustible, tiene el paso más fino, por lo que generalmente es el que se tiene que cambiar más habitualmente.

Las impurezas del combustible pueden provocar daños en los componentes de la bomba e inyectores.

La aplicación de un filtro de combustible adaptado especialmente a las exigencias de la instalación de inyección es, por lo tanto, condición previa para un servicio sin anomalías y una prolongada vida útil.

El combustible puede contener agua en forma ligada (emulsión) o no ligada (por ejemplo: formación de agua de condensación debido a cambio de temperaturas). Si el agua entra dentro del sistema de inyección, pueden producirse daños de corrosión. Se instala entre la bomba de combustible y la bomba inyección, tiene la misión de proteger a la bomba inyectora y a los inyectores.



Fig. 60: Filtro principal de combustible y sus componentes.

El material filtrante es muy fino y el material empleado puede ser tela metálica, telas de fieltro, tela de nailon, papel celuloso, etc. Fig. 60.

En la actualidad existen muchos tipos de filtros en el mercado, diferenciándose en el diseño y material empleado. Fig. 61.



Fig. 61: Filtros de combustible para diferentes aplicaciones.

Las características que deben reunir todos ellos son las siguientes:

- Tener una gran superficie de filtrado con un reducido volumen.
- Realizar un perfecto y eficaz filtrado del combustible.
- Ofrecer una débil presión de filtrado (0.02 a 0.05 bar) para que el flujo de combustible se mantenga constante sobre la bomba inyectora.
- Ser duraderos y de fácil entretenimiento.

Los fabricantes de motores diesel van siendo cada vez más exigentes en los sistemas de filtrado para petróleo. Con el tiempo y el avance en los sistemas de inyección, las presiones se van haciendo más elevadas para mejorar el proceso de la combustión y reducir el consumo de combustible. Los inyectores son fabricados entonces con tolerancias superfinas, que no toleran el ingreso de partículas que podrían causar un desgaste acelerado u obstrucción de la salida del petróleo. Por otro lado, eliminar el agua en el petróleo es una necesidad en los motores Diesel, por los problemas que generan (corrosión, saturación prematura de los filtros y desgaste de los inyectores). Para eliminar el agua se usan filtros o prefiltros separadores de agua.

Algunos fabricantes de motores consideran, en el diseño del sistema de alimentación de combustible, el uso de dos filtros para combustible en serie: el primer filtro es denominado “filtro primario”, mientras que el siguiente es denominado “filtro secundario”.

El filtro primario realiza una primera etapa de filtración, reteniendo los contaminantes de mayor tamaño; mientras que el secundario retiene los contaminantes de menor tamaño.

De acuerdo a la presentación, los filtros para petróleo Diesel se clasifican en:

TIPOS DE FILTROS DE COMBUSTIBLE:

FILTROS SELLADOS: Fig. 62.

- Filtros sellados para petróleo Diesel.
- Filtros sellados para petróleo Diesel-Separadores de agua.
- Filtración paralela.
- Filtración radial: Filtros primarios y secundarios.



Fig. 62: Filtro de combustible tipo sellado.

FILTROS ELEMENTOS: Fig. 63.

- Filtros elementos para petróleo Diesel
- Filtros elementos para Diesel con separa-dores de agua: para filtros primarios y secundarios

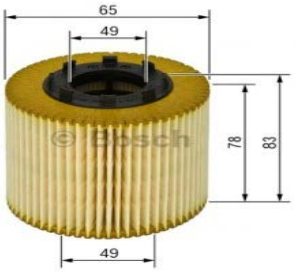


Fig. 63: Filtro de combustible tipo elemento.

Los filtros retienen las partículas existentes en el combustible. Las funciones del filtro de combustible son:

Mantener limpio el sistema de alimentación de motores diesel. El sistema de inyección diesel es de alta precisión. Así que los filtros de combustibles deben atrapar todas partículas por más reducidas se muestren con la mayor eficiencia posible en los diversos tipos y características de los sistemas de inyección de combustible existentes.

Los filtros evitan que los contaminantes, invisibles para el ojo, obstaculicen y deterioren las toberas de los inyectores, provocando cortes de energía y el desgaste prematuro de los componentes de la bomba de inyección, toberas y otros componentes importantes del motor.

FILTROS SELLADOS PARA PETRÓLEO DIESEL TIPO SEPARADORES DE AGUA:

Los filtros separadores de agua tienen doble función: retienen las partículas y separan el agua. Existen dos grupos de filtros que se diferencian por el tipo de filtración:

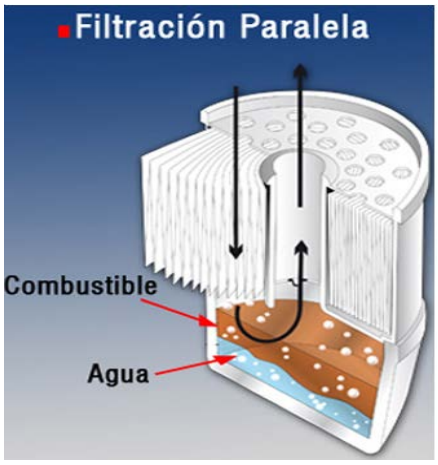


Fig. 64: Filtro de combustible tipo CAV de filtración paralela.

Filtración paralela:

El combustible es dirigido en forma vertical hacia abajo para luego cambiar de dirección en 180º. El mayor peso específico del agua con respecto al combustible la obliga a depositarse en la parte baja del filtro. Fig. 64.

Estos filtros cuentan con una válvula de drenaje en la zona inferior, que permite evacuar el agua acumulada.

Dentro de este grupo se encuentran los tipos de

- Filtros tipo CAV.
- Filtros electrónicos.

Los filtros electrónicos cuentan con un sensor electrónico en la parte inferior, que permite enviar una señal a la cabina de control del conductor para indicar en qué momento hay que drenar el agua del sistema de combustible.

Filtración radial:

A diferencia del sistema de filtración paralela, la separación del agua se realiza a través del medio filtrante, el cual está compuesto por fibras de celulosa impregnadas con resina fenólica y un compuesto químico que bloquea el ingreso de partículas de agua, para posteriormente precipitarlo al vaso colector por su mayor densidad con respecto al combustible. Fig. 65.

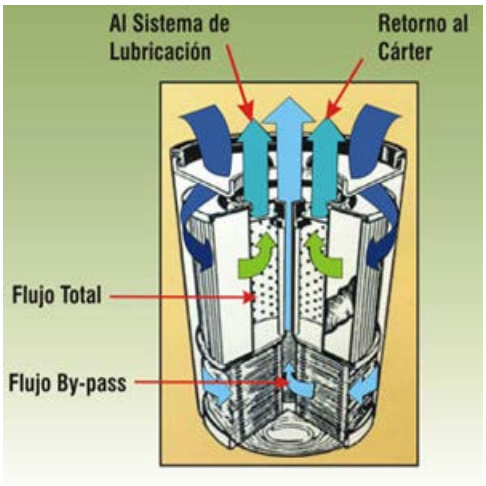


Fig. 65: Filtro de combustible de filtración radial.

La carcasa cuenta con una válvula de drenaje para poder evacuar el agua acumulada. Estos filtros pueden usarse como filtros primarios o secundarios de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

FILTROS DE COMBSUTIBLE TIPO ELEMENTOS PARA PETRÓLEO DIESEL CON SEPARADOR AGUA:

Estos filtros requieren de una carcasa para ser instalados en el motor.

Para separar las partículas de agua cuentan con un medio filtrante que bloquea el paso del agua precipitándola al vaso colector para su posterior drenaje. Fig. 66.

Pueden funcionar como filtros primarios o secundarios dependiendo de las especificaciones del fabricante del motor. Vienen en rangos de filtrado de 2, 10 y 30 micras.



Fig. 66: Filtro de combustible tipo elemento con separador de agua.

ACCESORIOS DE LOS FILTROS DE COMBUSTIBLE DIESEL CON SEPARADORES DE AGUA:

Los filtros separadores de agua cuentan con algunos accesorios que les permiten separar el agua efectivamente. Entre ellos tenemos:

- La taza de recolección de agua.
- La válvula de drenaje.
- El sensor electrónico.

La taza de recolección de agua:

Está situada en la parte inferior del filtro. Puede formar una estructura sólida con la carcasa o bien puede ser un accesorio que se coloca en la parte inferior del filtro. La taza de recolección permite recibir el agua que se separa del combustible para su posterior evacuación. Fig. 67.



Fig. 67: Base de filtro de combustible con taza de recolección y válvula de drenaje de agua.

La válvula de drenaje:

Es un accesorio que se coloca en la parte inferior de la taza de recolección para realizar la evacuación efectiva del agua. Fig. 68.



Fig. 68. Filtro con purgador de agua.

EL SENSOR ELECTRÓNICO INDICADOR DEL NIVEL DEL SEDIMENTADOR:



Fig. 69. Filtro con sensor electrónico.

Es un accesorio que se coloca en la parte inferior de la taza de recolección de los filtros de tipo electrónico. Sirve para proporcionar información al conductor sobre el nivel de agua separada en la taza de recolección. Fig. 69.

Cuando el nivel de agua es elevado, el sensor electrónico emite una señal que se visualiza en el tablero de control. Esta señal indica que es hora de purgar el agua a través de la válvula de drenaje.

g) TORNILLO (VÁLVULA) DE PURGA:

Va situada generalmente en el filtro secundario y sirve para purgar el sistema, es decir, expulsar el aire cuando se está actuando sobre la bomba de cebado. Fig. 70.

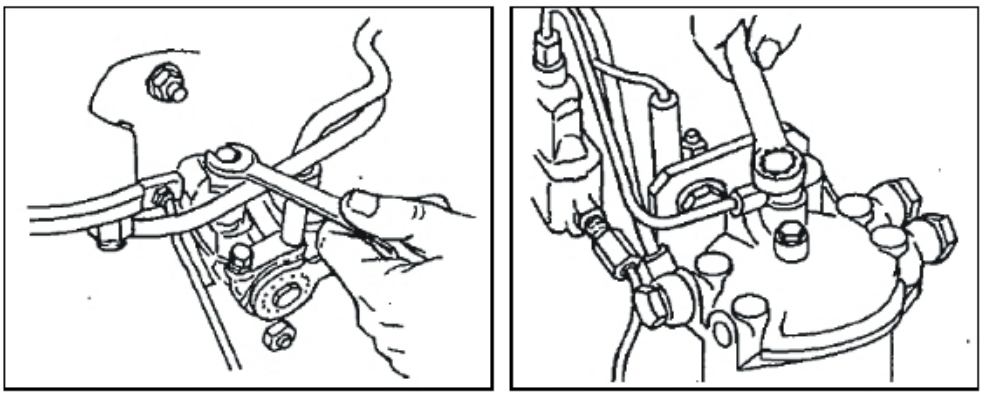


Fig. 70: Base de filtro de combustible con válvula de purga.

h) VÁLVULA DE DERIVACIÓN:

Sirve para hacer retornar al tanque de combustible el sobrante del mismo, que impulsado por la bomba de transferencia, no es necesario para el régimen del motor en ese momento. Fig. 71.

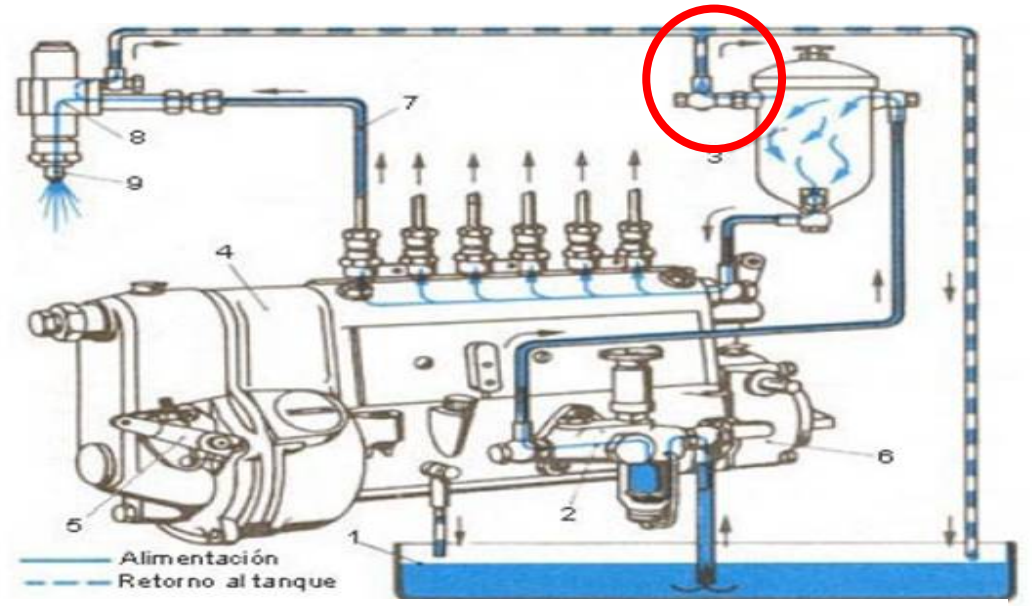


Fig. 71: Circuito de alimentación con válvula de derivación

i) BOMBA DE INYECCIÓN:

Es la que impulsa el combustible a cada cilindro con la presión adecuada para su pulverización en el cilindro.

El equipo de inyección se encarga de inyectar una cantidad exactamente dosificada de combustible en un momento determinado.

La bomba de inyección genera la presión necesaria para inyectar el combustible y hacer llegar éste a los correspondientes cilindros del motor Diesel.

Los procesos de combustión del motor Diesel dependen de qué cantidad y en qué forma se suministre el combustible al motor. Los criterios más importantes al respecto son:

- El momento de la inyección de combustible.
- La duración de la inyección de combustible.
- La distribución del combustible en la cámara de combustión.
- El momento del comienzo de la combustión. La cantidad de combustible suministrada por cada grado de cigüeñal.
- La cantidad total de combustible suministrada, dependiendo de la de carga del motor.

Hay muchos modelos y marcas de bombas de inyección.

Aunque se considere que las bombas de inyección convencionales o las eléctricas ya parecen mostrarse obsoleto se tiene que estudiar sus componentes, funcionamiento, las fallas y su mantenimiento; porque aún estamos contando en el parque automotor con vehículos que llevan motores equipados con los tipos de bombas antes indicadas.

Actualmente se está introduciendo paulatinamente sistemas de inyección con inyector bomba independiente (EUI, HEUI, UPS, UIS) y el sistema de riel común (common rail), tanto en vehículos pesados medianos y livianos.

LA CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS DE INYECCIÓN EN LAS VERSIONES CONVENCIONALES ES:

- Bombas de inyección unitaria o independiente.
- Bombas de inyección lineal.
- Bombas de inyección rotativas.

Y a la variación del sistema de inyección utilizado actualmente le corresponde el:

- Sistema de inyección de acumulador. (Para el sistema de riel común).

Y su clasificación de acuerdo al modelo, marca, versiones y el mismo funcionamiento.

BOMBAS DE INYECCIÓN UNITARIA O INDEPENDIENTE (PF Y PFR):

Las bombas de inyección PF y PFR no cuentan con un árbol de levas propio, son impulsados por el árbol de levas del motor. Fig. 72.

El accionamiento se realiza con un rodillo impulsor o sin ella dependiendo del equipamiento.

Van fijados generalmente en el motor y la ubicación depende específicamente del modelo del mismo motor.

Estos tipos de bombas son muy utilizados generalmente en motores monocilíndricos, pero también se equipan motores de 2, 3, 4 y más cilindros.



Fig. 72: Bomba de inyección tipo PF.

Se utilizan principalmente en motores estacionarios, grupos generadores eléctricos, en las embarcaciones y otros.

Los componentes de la bomba son.
Fig. 73.

- Elementos de la bomba.
- Válvula de presión.
- Rodillo impulsor.
- Resorte.

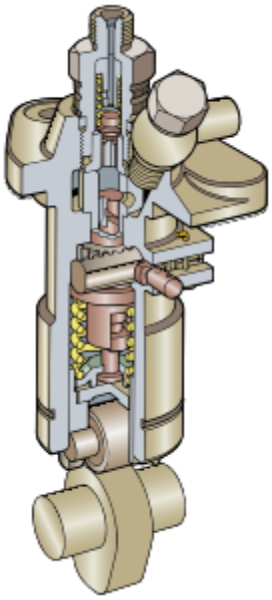


Fig. 73: Bomba de inyección tipo PF en detalle.

BOMBAS DE INYECCIÓN LINEAL: Se denomina bomba de inyección lineal por que los impulsadores dela bomba de inyección se encuentran ubicados en línea y cuentan con los impulsadores que deben ser igual a número de cilindros del motor (como ejemplo: 3, 4 y 6 impulsores para igual número de cilindros). Figura N° 74.

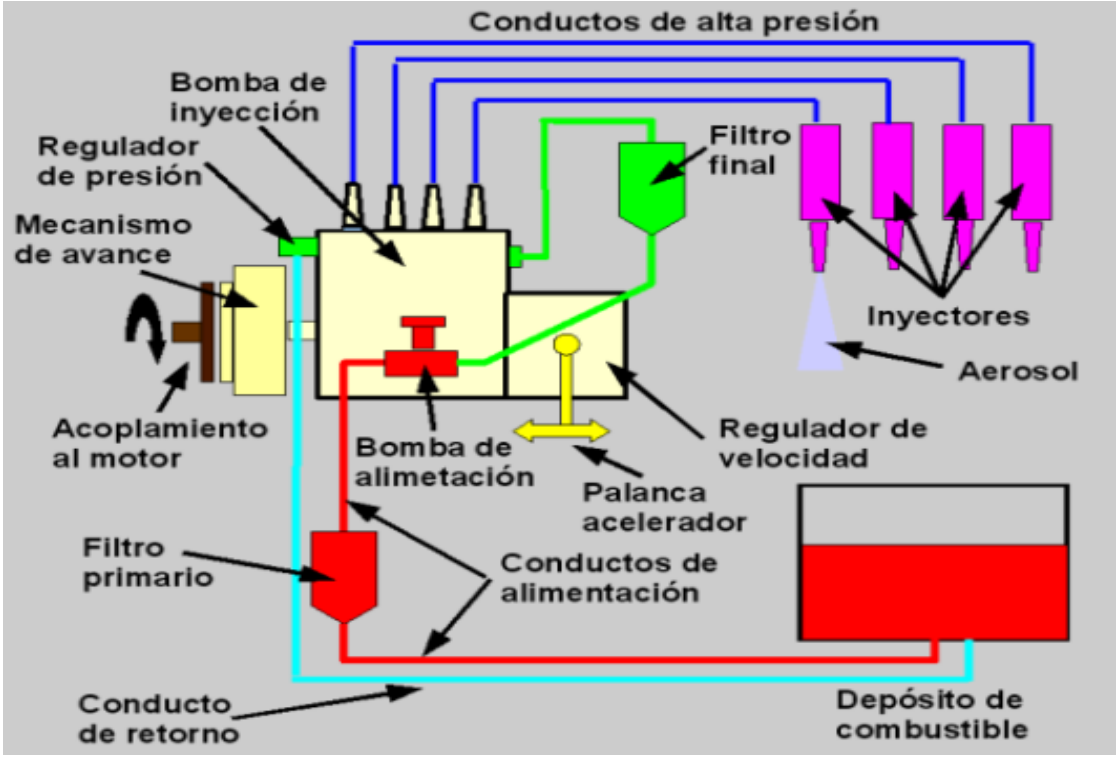


Fig. 74: Bomba de inyección en línea y sus componentes externos.

Las levas están desfasadas según la distribución de la inyección de combustible para cada cilindro.

La presión en este tipo de bomba está dada por la válvula anti-retorno y por la fuerza del muelle ubicado en el inyector. La inyección se debe dar a cabo al superar la presión ya mencionada y pulverizar el combustible mezclándolo correctamente con el aire y así obtener una mejor combustión.

Las partes principales de la bomba de inyección lineal son: Válvula de aspiración, cuerpo de la bomba, árbol de levas, entrada de combustible, bomba de alimentación (opcional), regulador o gobernador, salida de combustible, varilla de control.

FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA LINEAL:

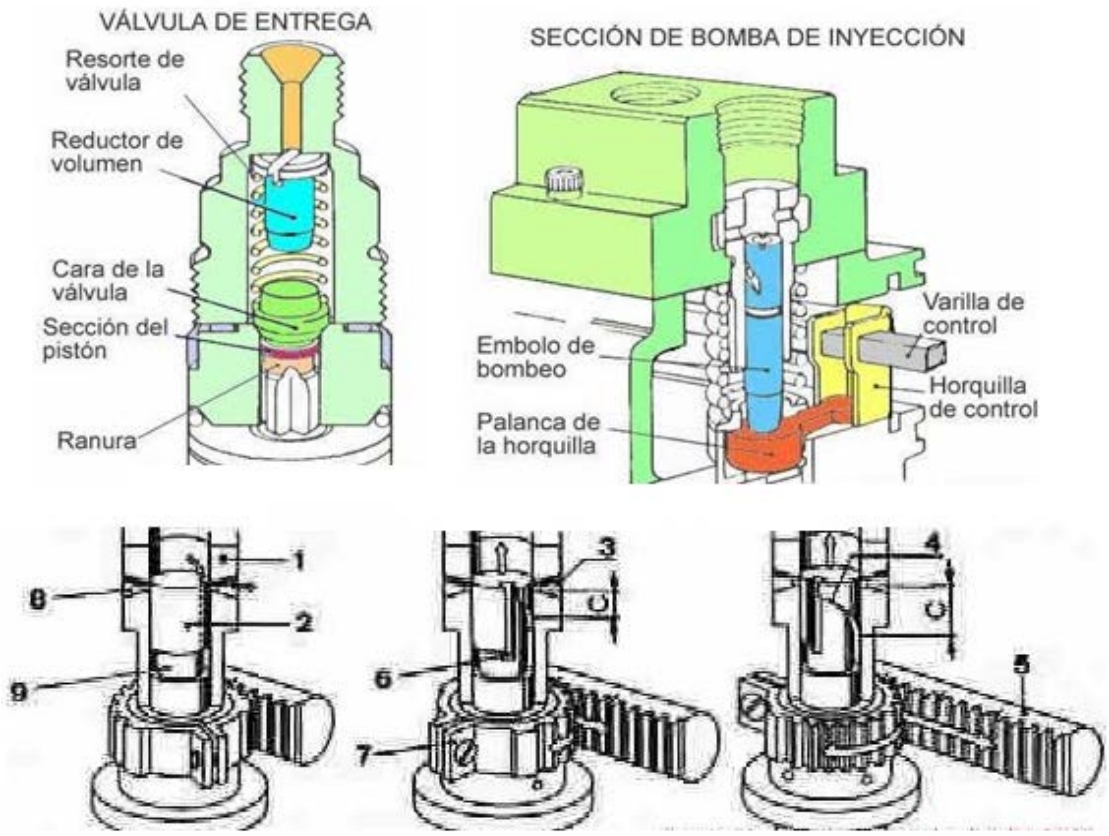


Fig. 75: Bomba de inyección lineal y sus accesorios internos

Al girar el árbol de levas mueve los impulsadores y los émbolos ubicados en los cilindros de la bomba; mientras se oprime el acelerador se mueve la cremallera y está a su vez hace girar el helicoidal, el cual suministra más cantidad de combustible a los cilindros de la bomba y por medio de los émbolos el combustible es enviado hacia cada inyector en la cámara de combustión del motor. Fig. 75.

Cada elemento (impulsador y émbolo) es accionado por el eje de levas de la bomba con su correspondiente leva; en algunas ocasiones cuando la bomba de suministro o elevadora va acoplada a la carcasa de la bomba de inyección se utiliza una leva extra acoplada directamente en el eje de levas. Fig. 76.

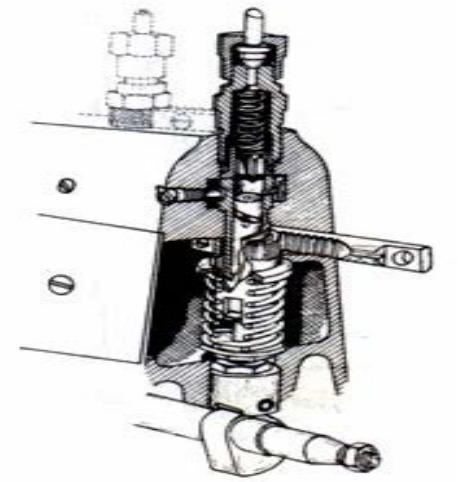


Fig. 76 Bomba de inyección lineal en corte (muestra el accionamiento por la leva).

El funcionamiento es similar al conjunto de camisa, pistón de un motor corriente. El árbol de levas va conectado a un acople que permite sincronizar la bomba con respecto al funcionamiento del motor.

Impulsión de la bomba de inyección lineal:

Los émbolos de las bombas de inyección en línea PE son impulsados por un árbol de levas propio el cual a la vez es impulsado por el motor Diesel.

En los motores de 4 tiempos la bomba gira a la mitad de las revoluciones que el cigüeñal, para la transmisión del par de giro y del número de revoluciones se utilizan engranajes, correas dentadas o cadenas. Fig. 77.

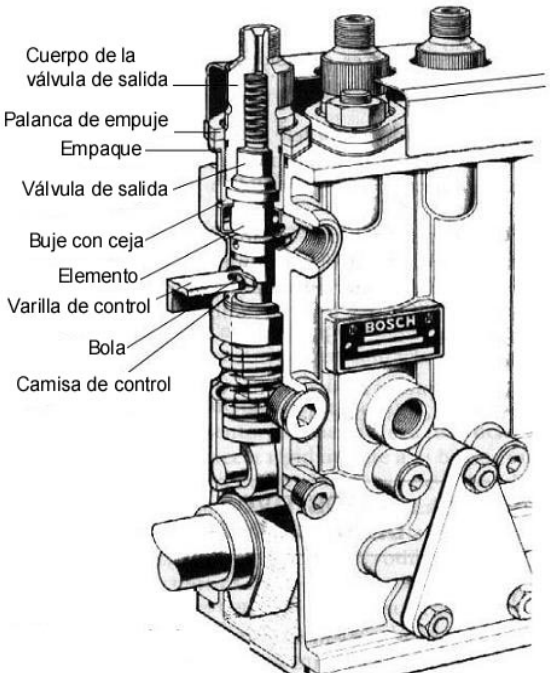


Fig.77: Bomba de inyección en línea y su estructura.

Estructura de la bomba de inyección lineal:

- En las bombas de inyección en línea, el árbol de levas va acoplado al sistema de impulsión del motor por una unidad de acoplamiento, de un variador de avance o directamente. Fig. 78.
- El émbolo de la bomba está en unión cinemática con el impulsor de rodillo a través del platillo de muelle.

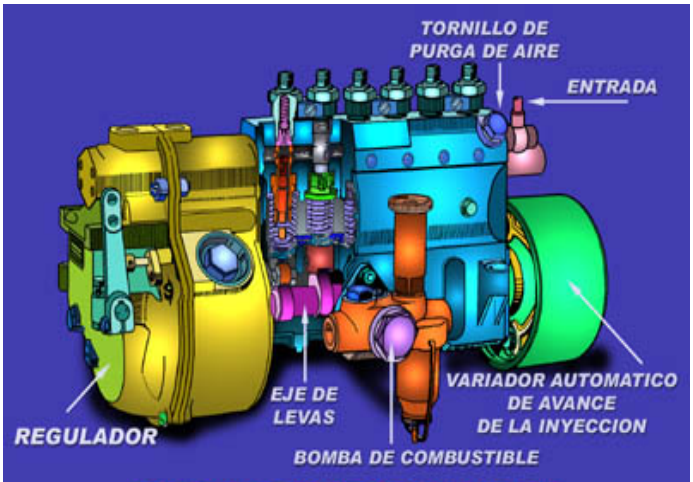


Fig. 78: Bomba de inyección en línea y su estructura.

- La unidad formada por el émbolo y el cilindro de la bomba se denomina elemento de bomba.
- En el cilindro existen uno o dos orificios de entrada (lumbreras) que se comunican con la cámara de admisión de la bomba de inyección. Por encima del elemento de bomba se encuentra el racor de impulsión con la

válvula de presión. A fin de regular el caudal de alimentación, el émbolo de la bomba está en unión con el casquillo de regulación, en conexión con la varilla de regulación, variando así el caudal de alimentación entre parada y plena carga.

Elementos de bomba de inyección lineal:

- Los elementos de bomba trabajan según el principio de descarga con control por rampa sesgada. El émbolo se ajusta al cilindro con tal precisión, que lo hace hermético incluso en el caso de altas presiones y de números de revoluciones bajos.
- El émbolo de la bomba presenta una ranura longitudinal vertical y un rebaje practicado lateralmente. La rampa sesgada que se forma en la pared del émbolo es conocida también como borde de distribución. Fig. 79.
- Debido a la correspondencia exacta entre émbolo y cilindro de la bomba, éstos deben cambiarse completos y nunca por separados.
- Existen diversos diseños de los elementos pero al final consiguen hacer lo mismo aunque algunos tienen mayores ventajas respecto a otros. Fig. 79, 80 y 81.

ELEMENTO DE BOMBA CON UNA LUMBRERA Y RAMPA SESGADA INFERIOR:

1 Ranura vertical.
2 Cilindro.
3 Émbolo.
4 Lumbrera de mando (entrada y retorno).
5 Rampa sesgada.

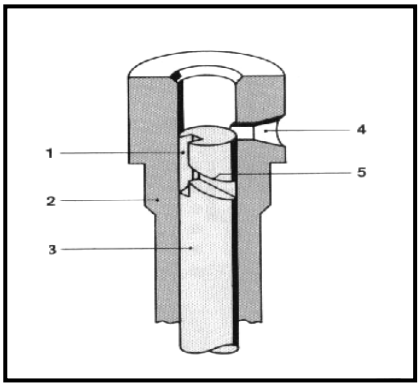


Fig. 79. Elemento de bomba con una lumbrera y rampa sesgada inferior.

ELEMENTO DE BOMBA CON DOS LUMBRERAS Y RAMPA SESGADA INFERIOR:

1 Lumbrera de entrada.
2 Ranura vertical.
3 Cilindro.
4 Embolo.
5 Lumbrera de mando (entrada y retorno).
6 Rampa sesgada.

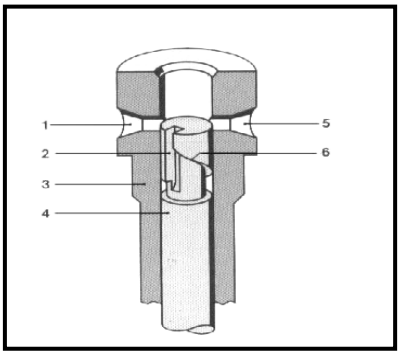


Fig. 80. Elemento de bomba con dos lumbreras y rampa sesgada inferior.

ELEMENTO DE BOMBA CON RETORNO DE FUGAS:

1 Retorno de fugas.
2 Ranura anular,

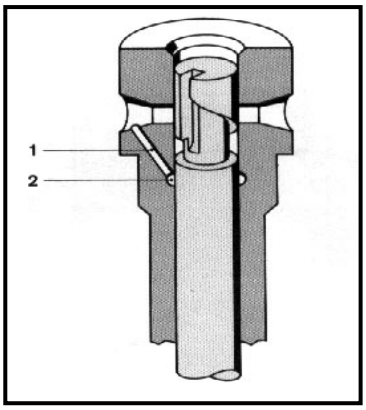


Fig. 81. Elemento de bomba con retorno de fugas.

DOSIFICACIÓN DEL COMBUSTIBLE:

La impulsión del combustible por las bombas de inyección es un proceso dinámico. Se compone de varias fases. La presión necesaria para la inyección es producida por la bomba de émbolo.

Carrera previa: Movimiento del émbolo de la bomba de la bomba desde el punto muerto inferior hasta el cierre de las lumbreras de entrada por el borde superior del émbolo (opcional según el elemento de bomba)

Carrera Útil: Movimiento del émbolo de la bomba desde que cierra la lumbrera de alimentación hasta que se descubre el borde helicoidal.

Motor en vacío: Se dice así cuando un motor funciona a mínimas o máximas RPM, sin carga es decir en neutro.

Ralentí: Motor funcionando a bajas RPM, la cantidad de combustible inyectado es mínima lo suficiente para que el motor se mantenga en movimiento.

Plena Carga: Indica que el motor realiza el máximo esfuerzo, la cantidad de combustible inyectado es máxima.

Máximos RPM: Cuando un motor sin carga alcanza las más altas RPM sin embalarse, la cantidad de combustible inyectada es mínima determinado por el regulador o gobernador.

VÁLVULA DE PRESIÓN.

- La misión de la válvula de presión es descargar la tubería de impulsión y mantener en la misma una presión residual además hacer un efecto de re-aspiración al final de la inyección y evitar el goteo del inyector. Fig. 82.

- Durante el proceso de alimentación, la válvula de alimentación es levantada de su asiento por la presión que se forma en la cámara de alta presión.

Racor de impulsión con válvula de presión

a Cerrada
b En alimentación

1) Racor de impulsión.
2) Muelle de la válvula de presión.
3) Válvula de presión.
4) Asiento de válvula.
5) Portaválvula.

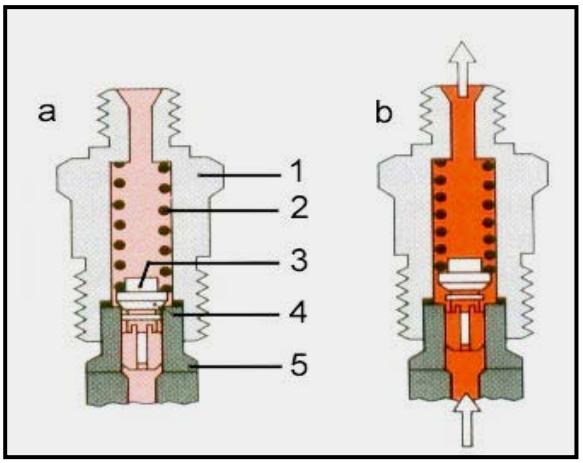
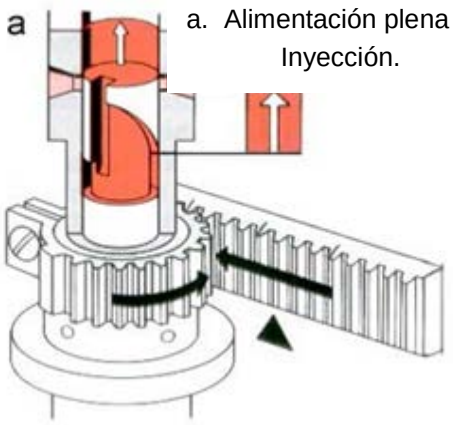


Fig. 82: Válvula de presión cerrada y en alimentación.

Variación del caudal de alimentación.

El caudal de alimentación es regulado variando la carrera útil. Esto lo consigue el regulador del número de revoluciones a través de la varilla de regulación.

- La potencia proporcionada por un motor diesel depende, entre otras cosas, del caudal de combustible inyectado. En consecuencia, la bomba de inyección en línea ha de disponer de un sistema con el que el caudal de combustible pueda adaptarse a la carga del motor en el marco de la gama de potencia.



a. Alimentación plena Inyección.

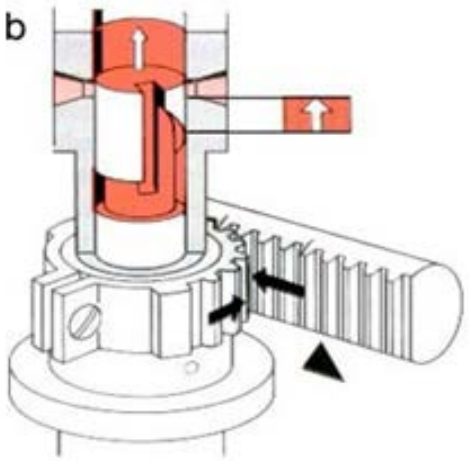
Fig. 83: Carrera útil máxima del elemento de bomba de inyección.

- La bomba de inyección en línea trabaja con una carrera constante del émbolo

de la bomba. El momento del fin de la alimentación, y con ello el caudal suministrado, es regulado girando el émbolo de la bomba, es decir, modificando la carrera útil.

- En el gráfico mostrado se puede apreciar la posición de máxima aceleración (a) y por lo tanto se producirá una carrera útil máxima suministrando una cantidad mayor de combustible. Fig. 83.

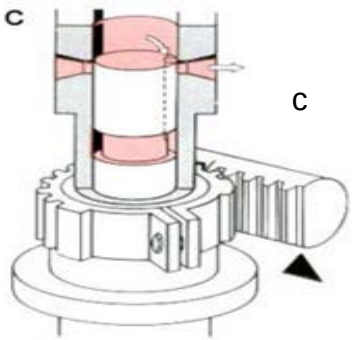
- Si el émbolo de la bomba se gira a la posición de alimentación parcial, entonces el caudal será menor que el de máxima carga (b). Fig. 84.



b alimentación parcial

Fig. 84: Carrera útil parcial del elemento de bomba de inyección.

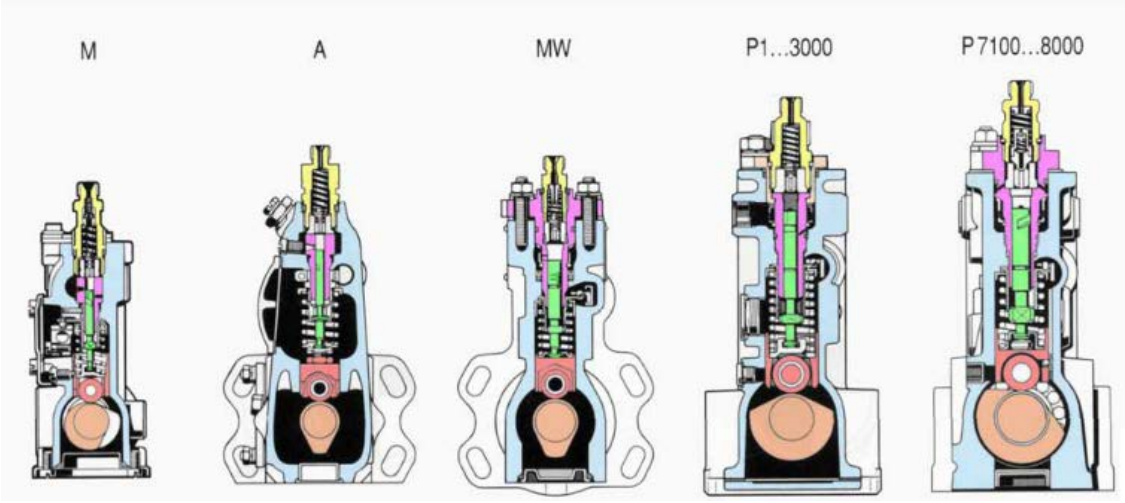
En la posición final correspondiente a alimentación nula, la ranura vertical se encuentra directamente delante de la lumbrera de admisión. Con esto la cámara de presión que existe por encima del émbolo de la bomba queda comunicada con la cámara de admisión durante toda la carrera. Fig.85.



c alimentación nula

Fig. 85: Carrera nula del elemento de bomba de inyección.

Gama de potencia de las bombas de inyección en línea. Fig.86.



Bombas de inyección en de línea PE

Tipo	M	A	MW	P 1..3000	P 7100..8000	R
Presión de inyección en bar (lado de bomba)	500	750	1100	950	1300	1400
Aplicación	Turismos y furgonetas	Camiones ligeros y medianos, tractores, motores industriales			Camiones pesados, motores industriales	
Potencia en Kw/cilindro	20	27	36	60	160	180

Fig. 86: Bombas de inyección en línea PE.

Variador de avance.

Tras el proceso del encendido, el combustible necesita cierto tiempo para poder formar con el aire una mezcla capaz de inflamarse. El retardo del encendido depende de la tendencia a inflamarse del combustible, de la relación de compresión, de la temperatura del aire, del grado de pulverización del combustible y de la formación de la mezcla.

El retardo del encendido resulta particularmente apreciable a regímenes elevados, pues la inflamación del combustible no tiene lugar ya en el momento oportuno, referido a la posición de los pistones del motor.

Un pequeño retardo del encendido (0,001 segundos) tiene como consecuencia el deseado proceso “suave” de combustión, mientras que un retardo superior a 0,002 segundos origina un proceso de combustión duro.

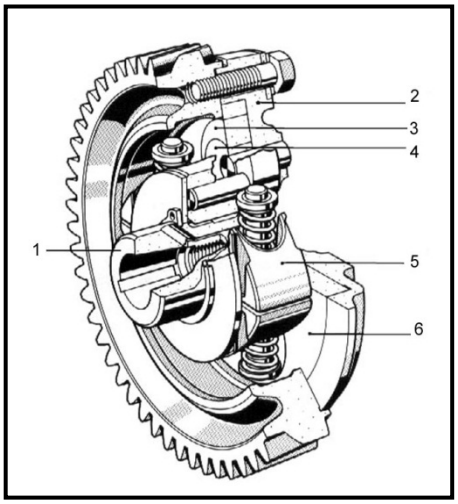
Variador de avance excéntrica.

- Este tipo de variador de avance se presenta en estructura abierta y cerrada. Normalmente va montado sobre el árbol de levas de la bomba de inyección, pero también es posible su instalación sobre un eje intermedio.

- Para su lubricación, el variador de avance cerrado (B) va provisto de una carga de aceite suficiente para engrasarlo durante toda su vida útil. Fig. 83.

- El variador de avance abierto (A) es lubricado por conexión al circuito lubricante del motor . Fig. 84.

TIPO ABIERTO (A)



1 Buje.
2 Cuerpo.
3 Excéntrica de ajuste.
4 Excéntrica de compensación.
5 Contrapeso.
6 Disco de reglaje.

Fig. 83. Variador de avance abierto.

TIPO CERRADO (B)

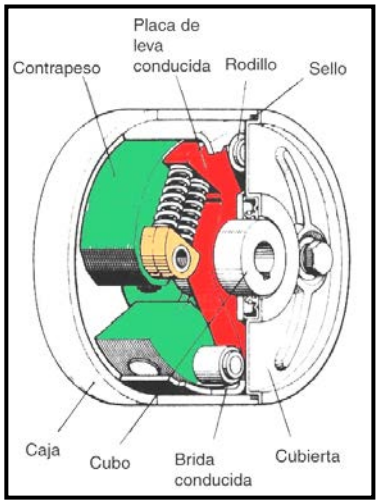


Fig. 84. Variador de avance cerrado

El Regulador.

- La cantidad de combustible inyectado es regulada por reguladores de número de revoluciones mecánicos o neumáticos. Fig. 85.

- A fin de garantizar que en las bombas de inyección el caudal suministrado se regule en forma definida dependiendo de la velocidad de rotación y de la carga, se requiere un regulador del número de revoluciones.

- La misión del regulador es modificar el caudal de alimentación del sistema de inyección de modo que se alcance o se mantenga el régimen de revoluciones nominal ajustado. Por lo tanto el caudal de alimentación se modifica hasta que el número de revoluciones real sea igual al nominal.

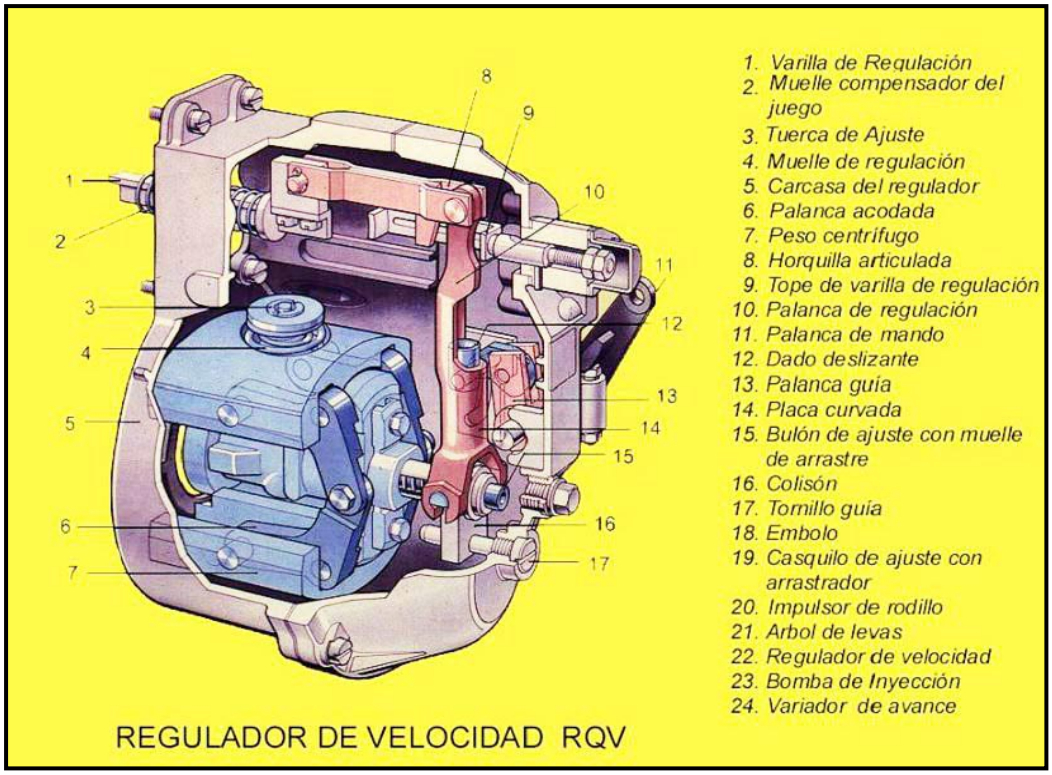


Fig. 85: Regulador de velocidad mecánico.

- Todo regulador del número de revoluciones tiene la misión de mantener un régimen determinado dentro del campo de tolerancia elegido.

- El regulador debe procurar que, dentro del margen de regulación, el régimen de regulación no descienda por debajo de un valor determinado, pues de lo contrario el motor se pararía. Tampoco debe sobrepasarse un cierto régimen a fin de evitar que el motor se autodestruya.

CIRCUITO DE REGULACION: Fig. 87.

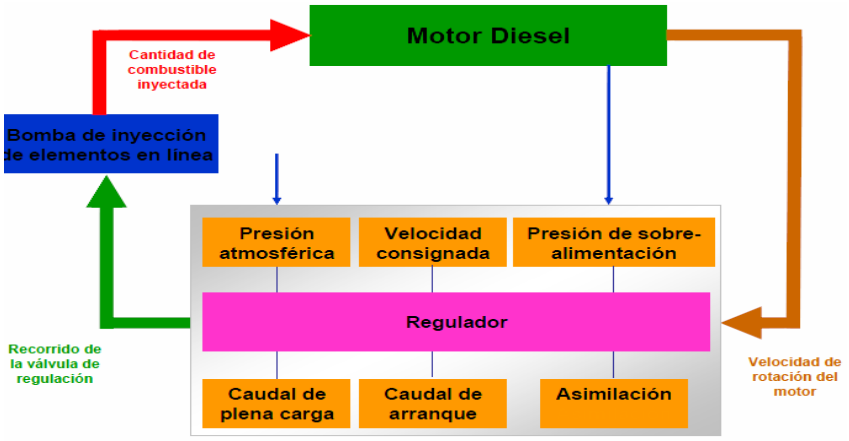


Fig. 87. Circuito de regulación.

BOMBAS DE INYECCIÓN ROTATIVA DE ÉMBOLO AXIAL:

Las bombas de inyección rotativas se basan en la acción de un único distribuidor giratorio que pone la cámara de compresión en comunicación con la aspiración y con la salida, alternativamente. El caudal se regula accionando una leva de disco que, en las bombas de émbolo único giratorio tipo Bosch, desplaza alternativamente el propio distribuidor y que, en las bombas de émbolos opuestos, mueve los propios pistones. Mientras que en el primer caso la carrera de retorno del elemento de bombeo se produce por la acción de un muelle, en el segundo es la presión de alimentación la que determina el retorno de los émbolos opuestos. Fig. 88.

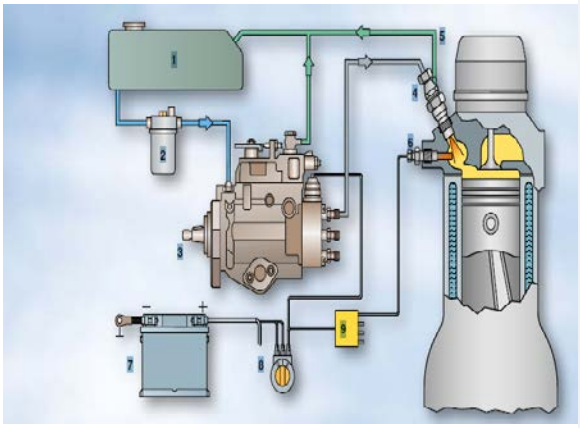


Fig.88. Bomba de inyección rotativa.

Sistema de inyección de bomba distribuidora con regulación mecánica

1. Tanque de combustible
2. Filtro de combustible
3. Bomba distribuidora
4. Portainyector con tobera
5. Retorno del combustible
6. Bujía de espiga incandescente (GSK)
7. Batería
8. Llave de encendido
9. Temporizador de precalentamiento (GZS)

Con relación a las bombas alternativas, las rotativas presentan algunas ventajas, como sus menores dimensiones, incorporación del regulador (generalmente de tipo hidráulico), su mayor precisión de funcionamiento y su menor necesidad de mantenimiento. Por el contrario, requieren un filtrado suplementario del combustible, ya que la lubricación de los elementos de la bomba la efectúa el propio combustible, el cual, por tanto, debe carecer de impurezas y agua para evitar el gripado.

Función:

Las bombas de inyección rotativas aparte de inyectar combustible en los cilindros también tienen la función de aspirar combustible del depósito de combustible. Para ello disponen en su interior, una bomba de alimentación que aspira combustible del depósito a través de un filtro. Cuando el régimen del motor (RPM) aumenta: la presión en el interior de la bomba asciende hasta un punto en el que actúa la válvula reductora de presión, que abre y conduce una

parte del combustible a la entrada de la bomba de alimentación. Con ello se consigue mantener una presión constante en el interior de la bomba.

Características de las bombas de inyección rotativa:

Un sistema de alimentación de combustible con bomba rotativa posee las siguientes características:

- Posee un solo elemento de bombeo para todos los cilindros del motor.
- Entrega el combustible en orden correlativo, por esta razón el orden de inyección lo determina la posición de sus cañerías de alta presión.
- Todos sus componentes se alojan en una sola carcasa.
- Se lubrica con el mismo combustible que inyecta, por lo tanto puede trabajar en cualquier posición.
- Es compacta y menos ruidosa.

Ventajas:

- Menor volumen y peso.
- caudales rigurosamente iguales a todos los cilindros.
- alta velocidad de rotación.
- menor coste.
- simplicidad de acoplamiento.

COMPONENTES DE UNA BOMBA ROTATIVA:

Una bomba Rotativa está constituida por los siguientes componentes: Fig. 89.

1. Cabezal.
2. Carcasa.
3. Eje de accionamiento.
4. Bomba de transferencial.
5. Válvula de control de la presión de transferencial.
6. Regular de velocidad.
7. Vareador de avance de la inyección.

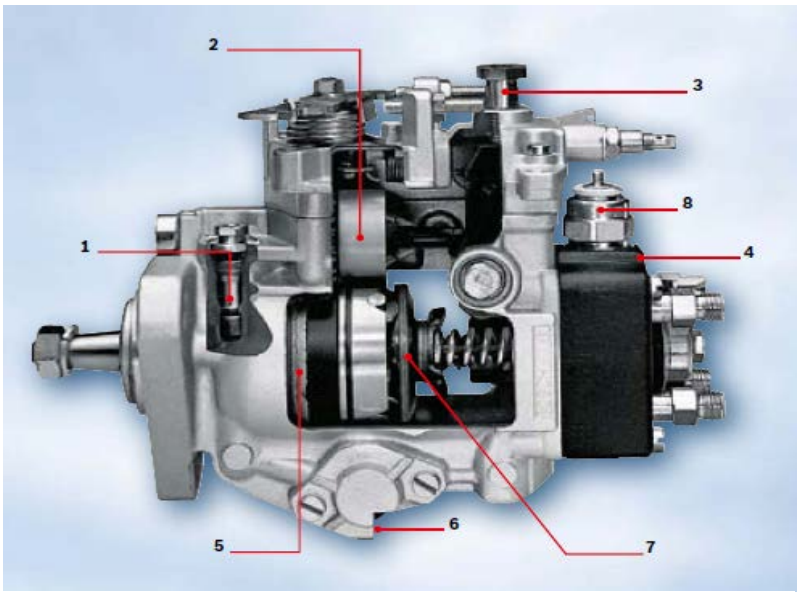


Fig. 89. Bomba de inyección rotativa y componentes.

UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES: Fig. 90.

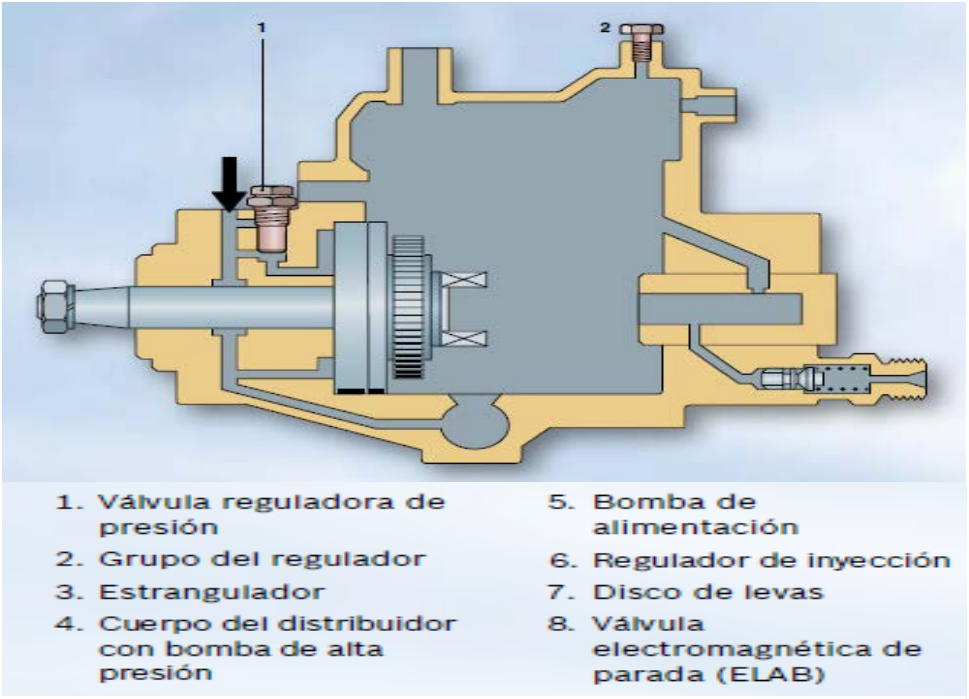


Fig.90. Bomba de inyección rotativa – ubicación de sus componentes.

ACCIONAMIENTO DE LA BOMBA VE: Fig. 91.

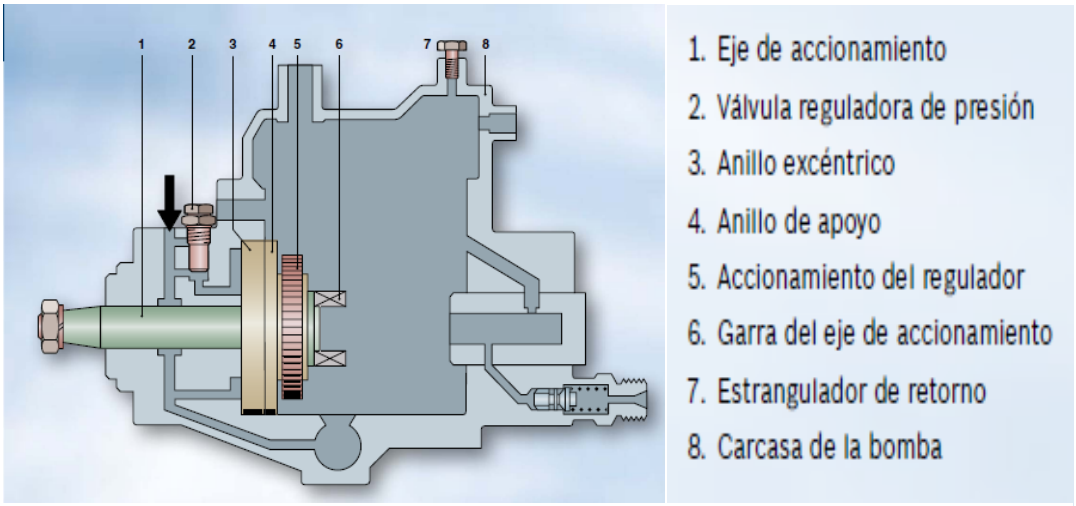


Fig. 91. Accionamiento de la bomba VE.

FUNCION DE SUS COMPONENTES: Figura Nº 92.

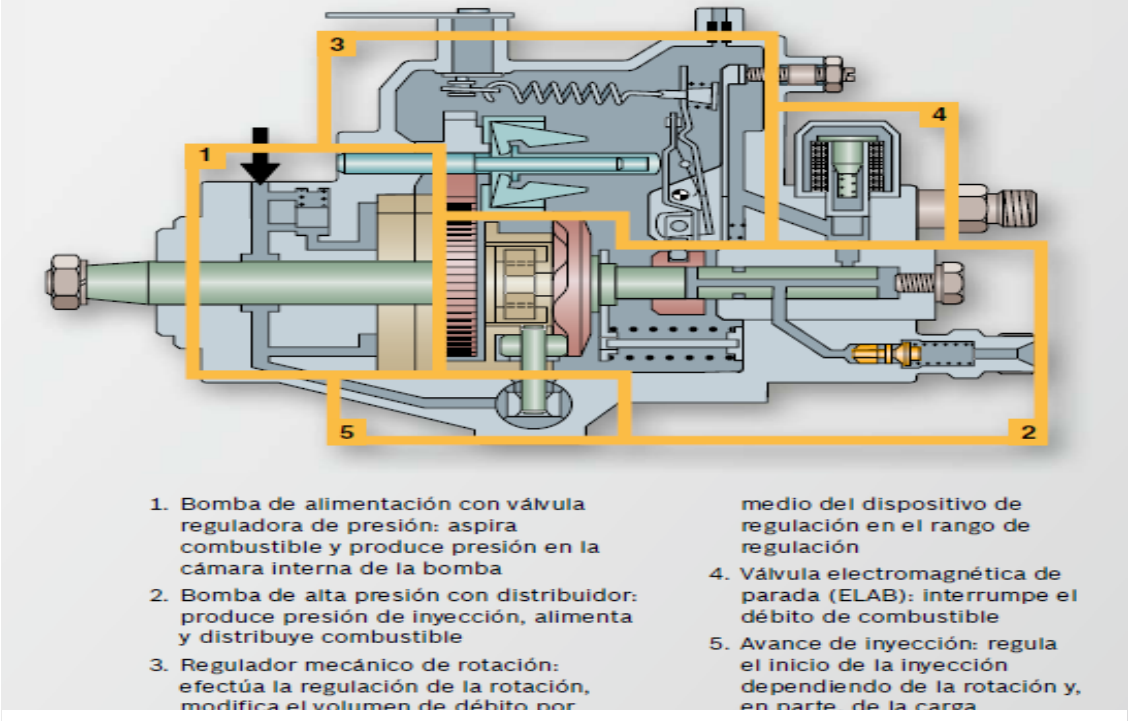


Fig. 92. Bomba de inyección rotativa – función de sus componentes.

La bomba de transferencia de combustible puede no ser necesaria cuando el flujo del tanque por gravedad es adecuado para suministrar combustible al cabezal del filtro.

Conforme el combustible fluye a través del sistema. Tenga presente que el combustible también proporciona lubricación y enfriamiento

SISTEMA DE ALTA PRESION: Fig. 93.

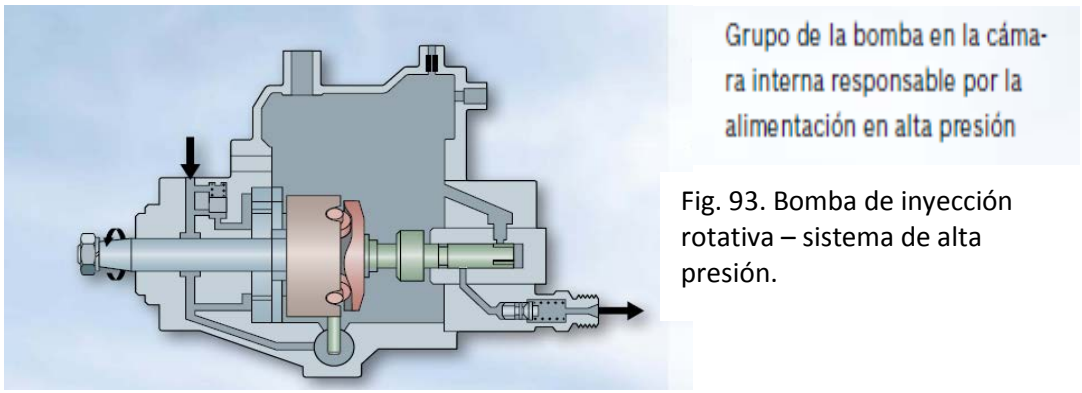
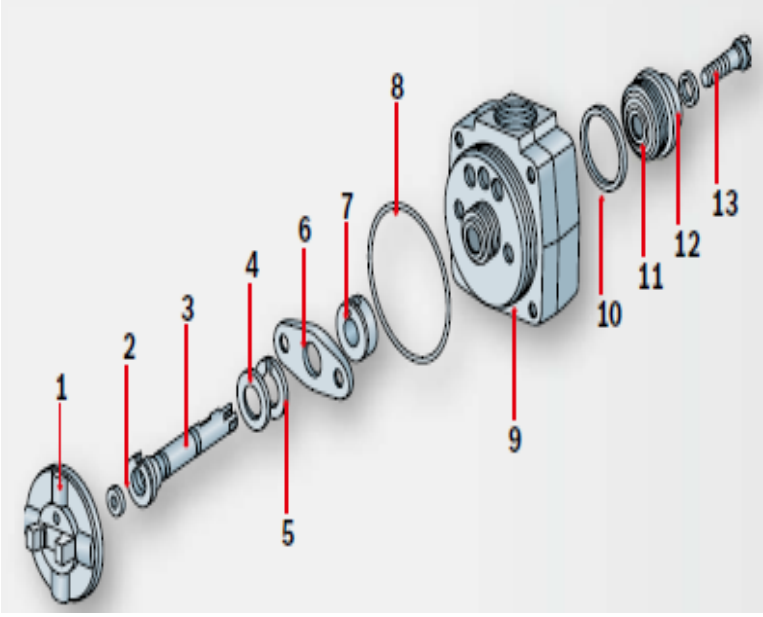


Fig. 93. Bomba de inyección rotativa – sistema de alta presión.

COMPONENTES DEL CONJUNTO DE ALTA PRESIÓN: Fig. 94.



Componentes del conjunto

1. Disco de levas
2. Arandela de compensación
3. Pistón distribuidor
4. Arandela de compensación
5. Anillo de apoyo
6. Bandeja de resortes
7. Taco regulador
8. Anillo de sellado
9. Cuerpo distribuidor/Cilindro de comando
10. Anillo de sellado
11. Bombona central
12. Anillo de sellado
13. Tornillo de sangría

Fig, 94. Bomba de inyección rotativa – componentes de alta presión.

VÁLVULA ELECTROMAGENETICA DE PARADA: Fig. 95.

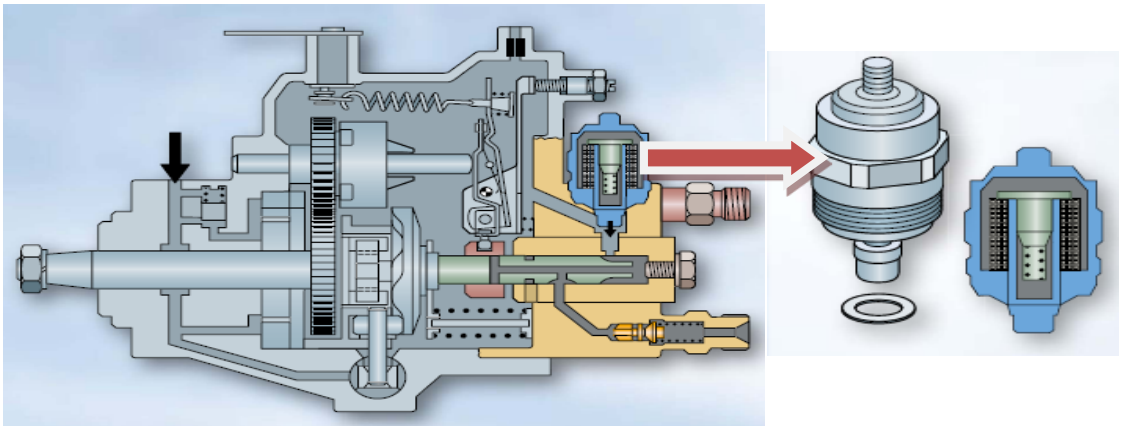


Fig. 95. Bomba de inyección rotativa – válvula electromagnética.

VARIADOR DE AVANCE DE INYECCION: Fig. 96.

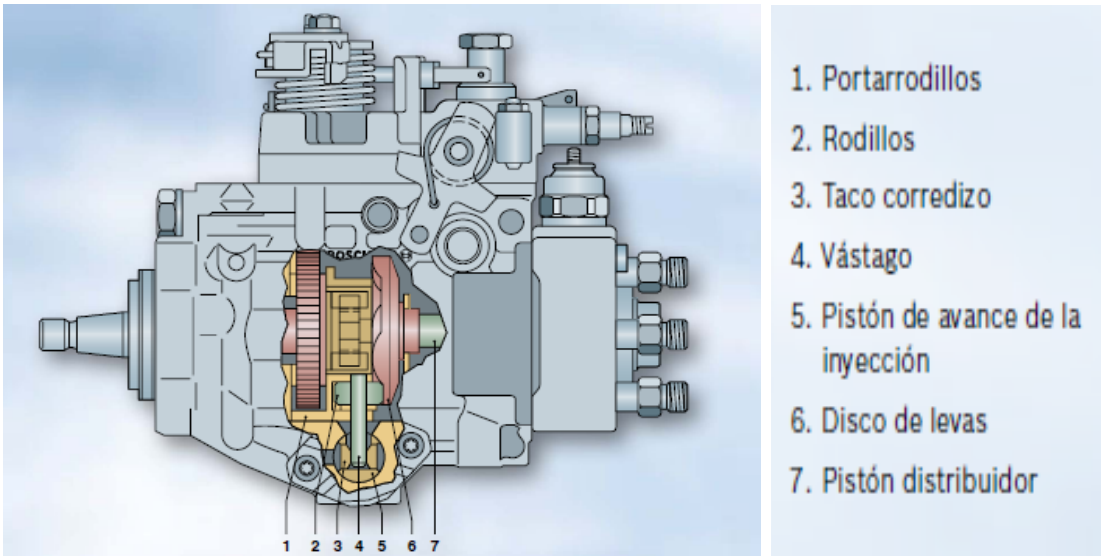


Fig. 96. Bomba de inyección rotativa – Variador de avance.

Todas las bombas tipo distribuidor tienen una placa de datos. La placa de datos proporciona información importante y especificaciones para la bomba.

El concepto de bomba básica para bombas Bosch VE, consiste en dos categorías; la bomba básica y derivaciones de la bomba básica.

La bomba básica es la bomba original VE liberada por Bosch.

Esta identificada por la información en la placa de datos, la cual esta estampada en la carcasa. **:** Fig. 97.

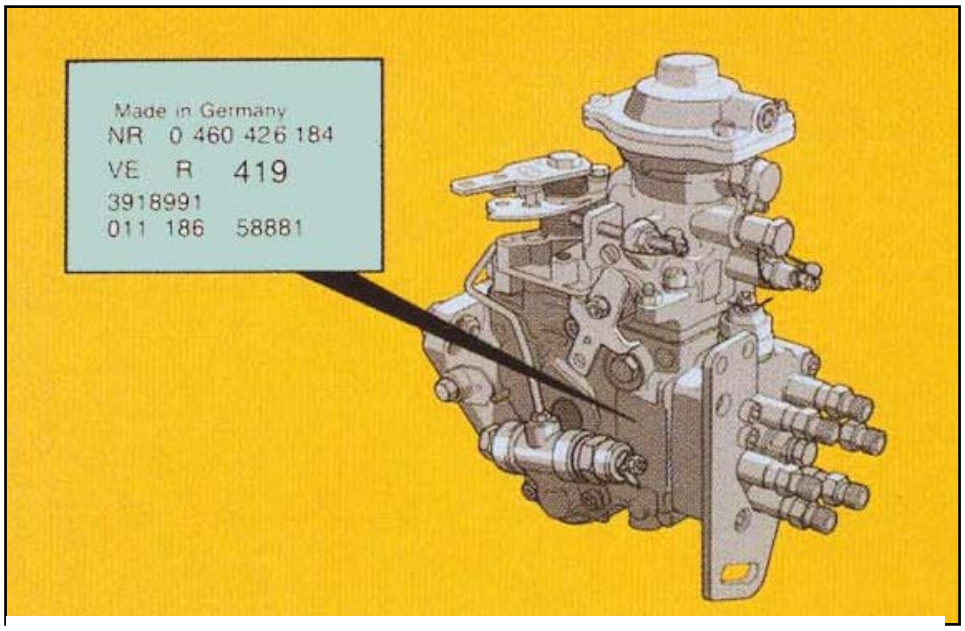
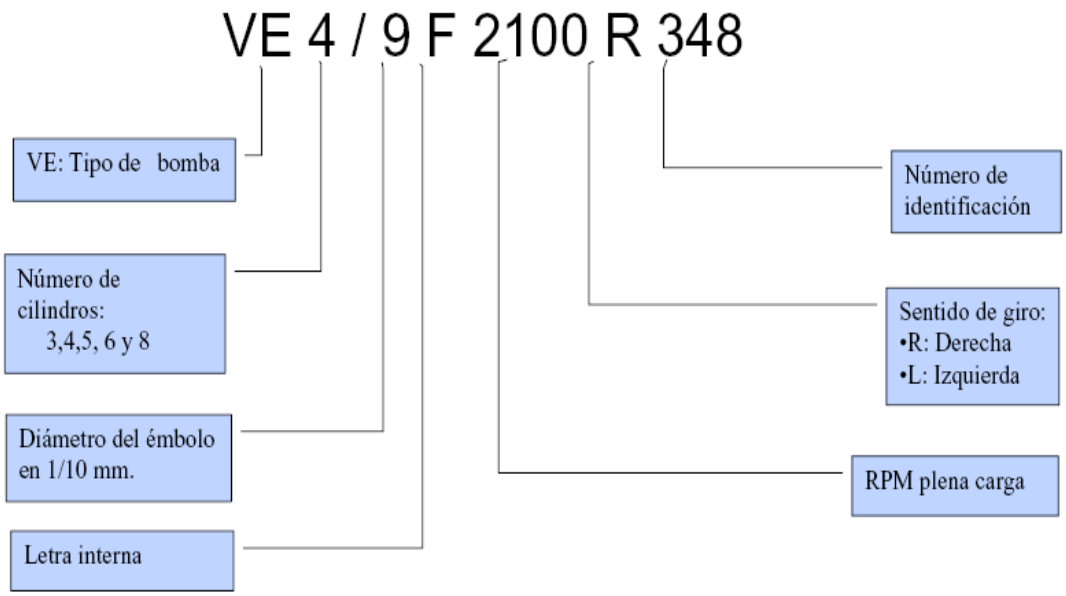


Fig. 97. Bomba de inyección rotativa – identificación – información.

IDENTIFICACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN ROTATIVA:



BOMBA DE INYECCIÓN ROTATIVA ELECTRÓNICA: Fig. 98.

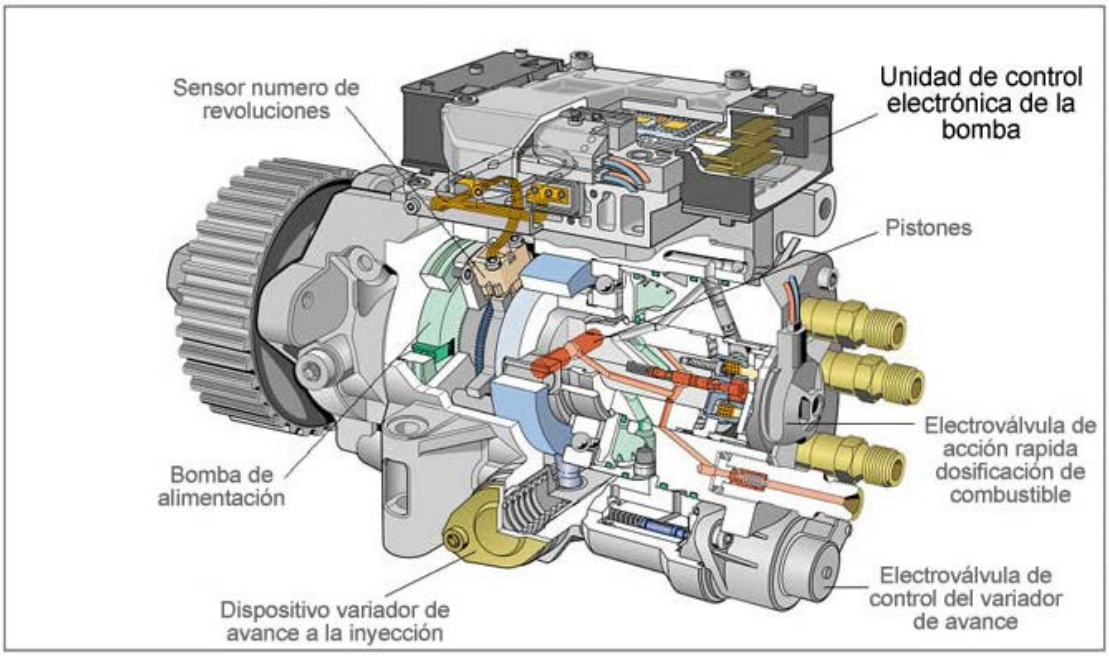


Fig. 98. Bomba de inyección rotativa radial electrónica.

La bomba rotativa de inyección de émbolos radiales VR fue desarrollada por Bosch especialmente para motores diesel de funcionamiento rápido con inyección directa y una potencia de hasta 37 KW por cada cilindro. Esta bomba se caracteriza por un mayor dinamismo en la regulación del caudal y del comienzo de inyección, y por presiones en el inyector de hasta 1600 bar.

Funciones:

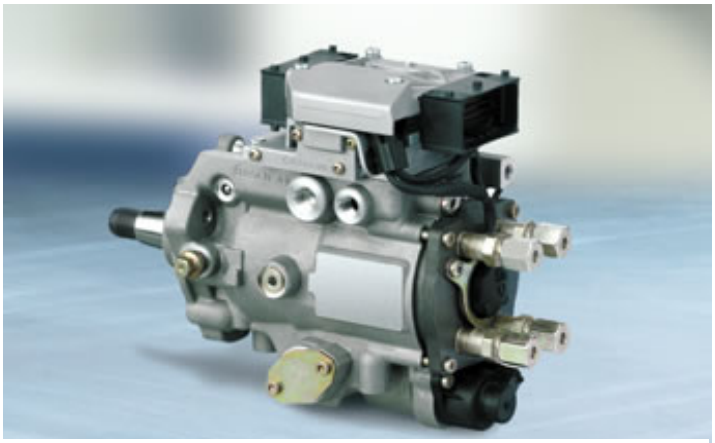


Fig. 99: Bomba de inyección rotativa radial electrónica.

Una instalación de inyección diesel con bomba rotativa de inyección de émbolos radiales VR tiene dos unidades de control para la regulación electrónica diesel: Una unidad de control del motor y una unidad de control de bomba. Esta división es necesaria para evitar por una parte un sobrecalentamiento de determinados componentes electrónicos y, por otra parte, para suprimir la influencia de señales parásitas que pueden producirse debido a las intensidades de corriente parcialmente muy elevadas (de hasta 20 Ah) en la bomba de inyección. Fig. 99.

Mientras que la unidad de control de bomba registra las señales de los sensores internos de la bomba respecto al ángulo de rotación y temperatura del combustible, y las evalúa para la adaptación del momento de inyección, la unidad de control del motor procesa sobre todo datos del motor y del entorno registrados por sensores externos, y calcula a partir de ellos las intervenciones de ajuste a realizar en el motor.

En particular, los sensores registran todos los datos de servicio necesarios como por ejemplo: la temperatura del aire aspirado, del líquido refrigerante y del combustible, el número de revoluciones del motor, la presión de sobrealimentación, la posición del pedal acelerador, la velocidad de marcha, etc.

Los circuitos de entrada de las unidades de control preparan estos datos y los microprocesadores calculan a partir de ellos, con consideración del estado de servicio, las señales de actuación para un servicio de marcha óptimo. Con la «vinculación en red» de diversos componentes del sistema, es posible: aprovechar varias veces las señales, adaptar con precisión las intervenciones de ajuste, ahorrar combustible y hacer que funcionen sin mucho desgaste todos los componentes que participan en el servicio.

El intercambio de datos entre la unidad de control del motor y la unidad de control de bomba se produce a través del sistema CAN Bus. La figura inferior

muestra como ejemplo una instalación de inyección diesel con la bomba rotativa de inyección de émbolos radiales en un motor diesel de cuatro cilindros, con diversos componentes.

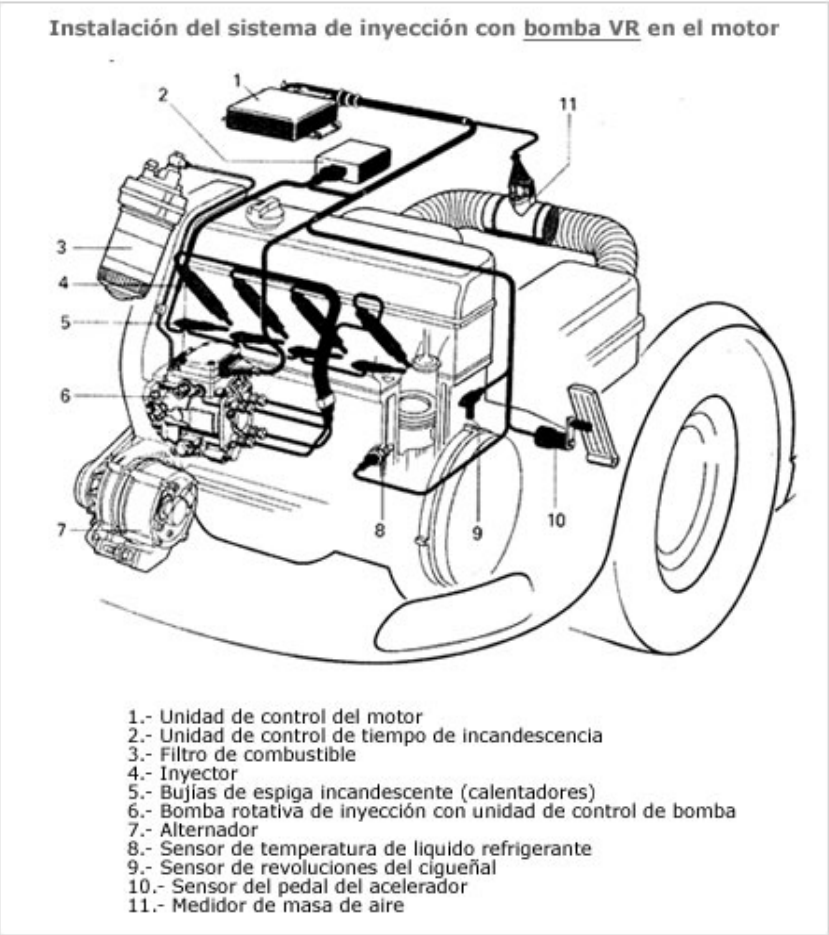


Fig. 100: Bomba de inyección rotativa Electrónico.

Funciones básicas:

Las funciones básicas controlan la inyección del combustible diesel en el momento correcto, en la cantidad correcta y con la mayor presión posible.

Aseguran así un funcionamiento favorable del motor diesel en consumo, poco nocivo y silencioso.

Funciones adicionales:
Funciones de control y regulación adicionales sirven para la reducción de las emisiones de escape y del consumo de combustible, o aumentan la seguridad y el confort. Ejemplos de ellas son:
Retroalimentación de gases de escape,
Regulación de la presión de sobrealimentación,

Regulación de la velocidad de marcha,
Inmovilizador electrónico, etc.

El sistema CAN Bus hace posible el intercambio de datos con otros sistemas electrónicos del vehículo (por ejemplo el ABS; control electrónico del cambio). Un interface de diagnóstico permite la evaluación de los datos del sistema almacenados en memoria al realizar la revisión del vehículo. El capítulo «Control del sistema con EDC» describe los procesos del registro electrónico de datos de servicio y su procesamiento, así como el funcionamiento de los diversos sensores y elementos actuadores.

BOMBA DE ALTA PRESIÓN PARA EL SISTEMA DE RIEL COMÚN (COMMON RAIL):

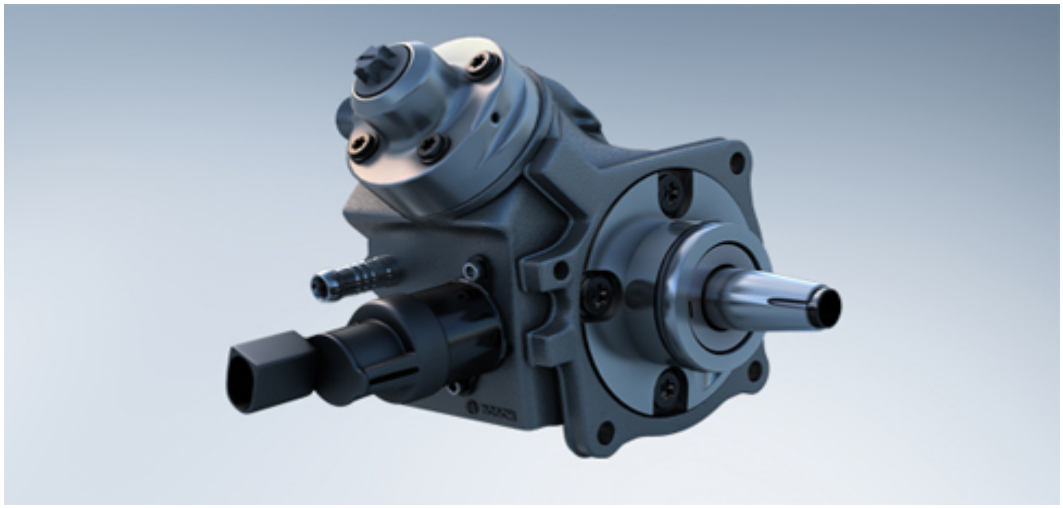


Fig. 101. Bomba de alta presión.

La misión de la bomba de alta presión es comprimir el combustible la cantidad precisa en todo el rango de funcionamiento del motor. Para hacerlo, introduce combustible constantemente en el acumulador de alta presión (raíl), manteniendo así la presión del sistema. Fig. 101.

El hecho de que la generación de presión no esté asociada a la velocidad del motor significa que la presión necesaria ya está disponible con el motor a bajas velocidades.

La mayor parte de las versiones del sistema common rail utilizan una bomba de pistones radiales.

Los sistemas common rail para motores de 130 a 300 kW pueden dotarse también de bombas de inyección de un solo cilindro.

Estas generan una presión inferior en el sistema y pueden instalarse con los sistemas Unit Pump y los sistemas de bomba PF mecánicos.

j) COLECTOR DE LA BOMBA DE INYECCIÓN (CAÑERÍAS DE RETORNO)

Es la tubería que devuelve el sobrante de la bomba de inyección. Fig. 102.

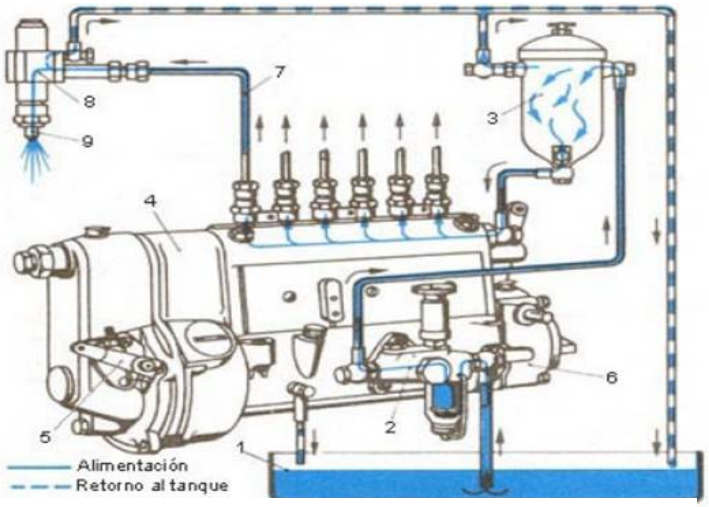


Fig.102: Circuito de retorno de combustible.

Son las tuberías por donde circula el combustible de retorno desde los inyectores, la bomba de inyección y el filtro de combustible.

Estas deben estar sujetados al motor o al chasis por medio de abrazaderas para evitar que se deterioren al generarse el rozamiento con los componentes del motor y la carrocería.

Las mangueras/cañerías de entrada y de retorno normalmente son de neopreno o de acero también llamados cañerías de rebose

k) INYECTORES:

Son los componentes del sistema de alimentación de combustible diesel que suministran y pulverizan el combustible en la precámara o cámara de combustión en el momento justo y la cantidad necesaria para el correcto funcionamiento del motor. Fig.103.



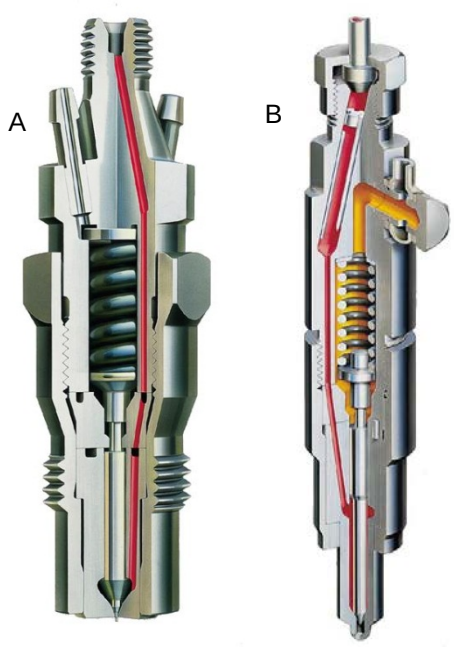
Fig. 103: Bombas de inyección en línea PE.

Además determina el consumo de combustible, la aceleración y la potencia del motor.

Por consiguiente un inyector en mal estado causa falta de potencia y eleva el consumo de combustible.

Tipos:

- Inyector de espiga.
  Fig. 104 (A).
- Inyector de orificios.
  Fig. 104 (B).



Fig, 104: Inyector de espiga (A) inyector de orificios (B)

1.1.5. CÁLCULO DEL CAUDAL.

CAUDAL: El caudal volumétrico es el volumen de líquido que fluye a través de un conducto en un tiempo determinado.

Por ejemplo si se toma un minuto para llenar un depósito de 10 litros con agua proveniente del grifo.

En este caso el caudal volumétrico del grifo es de 10 l/min. Fig. 105 y 106.

En la hidráulica se emplea el símbolo Q para denominar el caudal volumétrico y se emplea la siguiente fórmula.

$$Q = \frac{V}{T}$$

Q = Caudal volumétrico [m^3 / s]

V = Volumen [m^3]

T = Tiempo [S]


Tiempo (t)

Fig.105. Ejemplo de Volumen

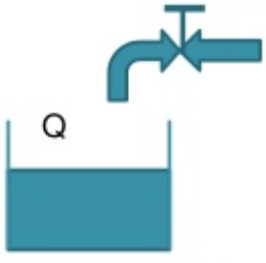


Fig. 106. Ejemplo de Volumen

Ejemplo

V = 105 Litros , Q = 4,2 l / min

T=?

$$T = \frac{V}{Q} = \frac{105\ l}{4{,}2\ l / min}$$

T = 25 minutos

Al transportar un volumen de 105 litros con un caudal volumétrico de 4,2 l/min, transcurren 25 minutos

Deduciendo de la formula

$$Q = \frac{V}{T}$$

Podemos obtener lo siguiente

V = Q . T

Q= 4,2 L/min = 4,2/60 L/s

T = 10 s

V = 0,7 litros

Un caudal volumétrico de 4,2 litros por minutos permite obtener 0,7 litros en 10 segundos

1.1.6. UNIDADES DE MEDIDA DE PRESIÓN.

PRESIÓN. Se denomina presión a la magnitud que relaciona la fuerza aplicada a una superficie.

Conocido como una superficie sometida a una fuerza, la superficie puede estar comprendida como sólido, líquido o aire. De ahí la expresión:

- Presión en los Sólidos.
- Presión en los Líquidos.
- Presión en los Gases.

La presión se mide con manómetros o barómetros, según el caso. (Sólo aplicada a fluidos).

Las Unidades utilizadas por la Norma Internación (SI):

- Kilopascal (kPa) = 10^3 Pa.
- Pascal (Pa)

Pa = $\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}\right]$ = Pascal: unidad derivada de presión del SI, equivalente a un newton por metro cuadrado ortogonal a la fuerza pico.

Sistema Técnico Gravitatorio:

Kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado = $\left[\frac{\mathrm{kgf}}{\mathrm{cm}^2}\right]$

Norma Americana:

- PSI, unidad de presión básica de este sistema, que es una libra fuerza por pulgada cuadrada $\left[\frac{\mathrm{libf}}{\mathrm{in}^2}\right]$

PSI = $\left[\frac{\mathrm{lib}}{\mathrm{pul}^2}\right]$

1 $\left[\frac{\mathrm{daN}}{\mathrm{cm}^2}\right]$ = bar = 14,5 PSI

Otros sistemas de unidades distintas:

- Atmósfera (atm) = 101325 Pa = 1013,25 bar = 760 mmHg
- Milímetro de mercurio (mmHg) = Torricelli (Torr)
- Pulgadas de mercurio (pulgadas Hg)
- bar. $\left[\frac{\mathrm{daN}}{\mathrm{cm}^2}\right]$

1.1.7. CAUDAL: UNIDADES DE MEDIDA.

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que pasa por un punto en un determinado tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Unidades utilizadas por la Internación (SI):

- Metro cúbico sobre segundo $\left[\frac{m^3}{seg}\right]$
- Decímetro cubico sobre segundo $\left[\frac{dm^3}{seg}\right]$
- Litro sobre segundo $\left[\frac{l}{seg}\right]$
- Litro por minuto l/min. Ejemplo: Fig. 107.
- Centímetro cubico por segundo $\left[\frac{cm^3}{seg}\right]$
- También se utiliza metro cubico por: minuto, hora, día, mes y año.



Fig. 107. Caudal expresado en litros por minuto.

Ejemplos:
El más conocido por la mayoría es m^3/mes para determinar el consumo de agua potable.

Para expresar el consumo de vehículos utilizamos litro/100 km.

Para motores estacionario o maquinaria de construcción litros/hora.

Vehículo	Tipo	Consumo	Emisiones
BMW i3 REX	Híbrido de autonomía extendida	0,6 l/100km	13gCO_2/km
Chevrolet Volt	Híbrido de autonomía extendida	1,2 l/100km	27gCO_2/km
Toyota Yaris HSD	Híbrido	3,5 l/100km	79gCO_2/km

Norma inglés:

Pie cúbico sobre segundo $\left[\frac{ft^3}{seg}\right]$

Galones por minuto $\left[\frac{gal}{min}\right]$

Para expresar el consumo de vehículos utilizamos Galones/hora $\left[\frac{gal}{hora}\right]$

1.1.8. TRATAMIENTO DE LOS DERRAMES DE PETRÓLEO.

El tratamiento de derrame del petróleo está en función de la magnitud del derrame:

a) Si el derrame es mínimo (cantidad en litros) se podrá recoger utilizando un trapo industrial y almacenar en un depósito indicado para materiales con aceite lubricante. Fig. 108.
b) Cuando la cantidad de derrame es moderado (cantidad en galones) entonces se puede utilizar aserrín para cercar y recoger el derrame luego depositar en el depósito indicado para productos o materiales con aceites con petróleo
c) Si el derrame es moderadamente alta entonces el procedimiento de su tratamiento es lo siguiente:



Fig. 108: Envaces para almacenar residuos.

- Utilizando arena cercar el derrame para evitar que se expanda (elimine todo fuente de ignición de la zona: baterías con conexiones, extensiones de tomacorrientes otros).
- Cuando lo tenga ya controlado el derrame puede iniciar con recoger el petróleo derramado y llenar a los depósitos con los medios adecuados disponibles.
- Posteriormente recoger el residuo sobrante conjuntamente con la arena y depositar en los envases acondicionados para su almacenamiento (con tapa hermética y etiquetado como residuo peligroso). Finalmente transportar a la zona de disposición de desechos.

1.2.1. PROCESO DE COMBUSTIÓN DE MOTORES DIESEL.

CICLO DIESEL DE CUATRO TIEMPOS.

El ciclo de funcionamiento de un motor diesel de cuatro carreras (tiempos) se distribuye como sigue:

PRIMER TIEMPO (Admisión):

- La válvula de aspiración se abre completamente.
- El émbolo baja hasta el PMI.
- Cuando llega al PMI el cilindro está lleno de aire a la presión de una atmósfera.
- Se encuentra representada por la línea a – b. Fig. 109.

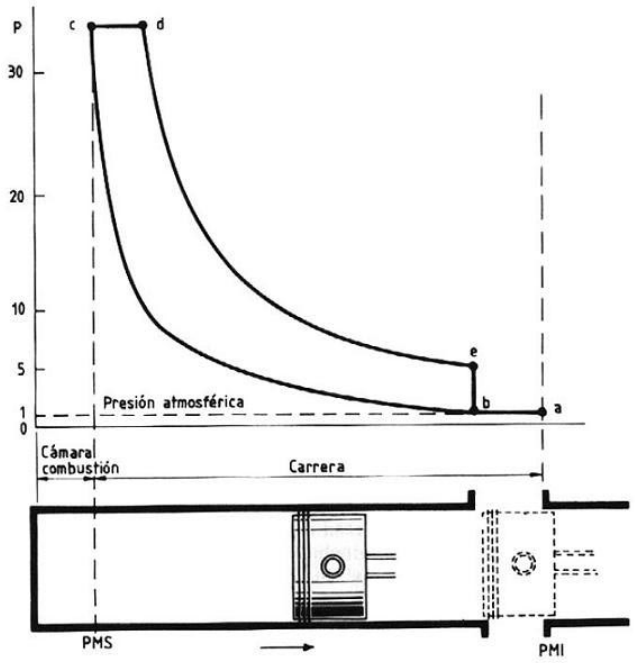


Fig. 109. Presión de Aire en el cilindro en los cuatro tiempos.

SEGUNDO TIEMPO (Compresión):

- En el PMI se cierra la válvula de admisión y al ascender el émbolo va comprimiendo el aire que hay en el interior del cilindro, hasta reducir el volumen.
- Esta fase de compresión se representa por la curva b – c. Es una curva adiabática, es decir que durante ese período no existe ni absorción ni desprendimiento de calorías. Fig. 109.
- Al final de la compresión la temperatura alcanzada es de 600^0 C y la presión es de alrededor de unos 30 a 35 bares. Fig. 109.

TERCER TIEMPO (Combustión expansión):

- En el momento que termina la compresión se inicia la introducción gradual del combustible.
- La introducción de combustible está regulada de forma que dura desde el PMS hasta que el émbolo ha recorrido parte de su carrera descendente.
- La combustión se mantiene constante en cierto espacio de la carrera de expansión y está representada por la línea a presión constante c – d. Esta combustión es característica en los motores de inyección de aire.
- En *d* termina la combustión y empieza a bajar la presión. La expansión comienza en el PMS hasta *d* (isobárica) y a partir de *d* es adiabática (curva d – e). Fig. 109.
- En *e* es el PMI y se abre la válvula de escape. Fig. 109

CUARTO TIEMPO (Escape):

- La válvula de escape se abre.
- Los gases fluyen al exterior por una diferencia de presión.
- La presión se iguala a la atmosférica. (línea e – b). Fig. 109.
- El émbolo sube hasta el PMS, expulsando los gases que quedan en el cilindro.
- La expulsión se realiza a la presión de una atmósfera (línea b – a). Fig. 109.
- El escape se representa en el diagrama por las líneas e – b y b – a. Fig. 109.

EVOLUCIÓN DE LA COMBUSTIÓN. Fig. 110.

1 = Presión de combustión
2 = Presión de Compresión

UT = Punto muerto inferior.
OT = Punto muerto superior.
(FB)= El inicio de la alimentación se produce en el cierre del orificio de entrada.
(SB)= Comienzo de la inyección hasta alcanzar la presión de apertura de los inyectores.
(SV) = Retraso de la inyección.
(VB) = Al continuar la compresión se produce el comienzo de la combustión.

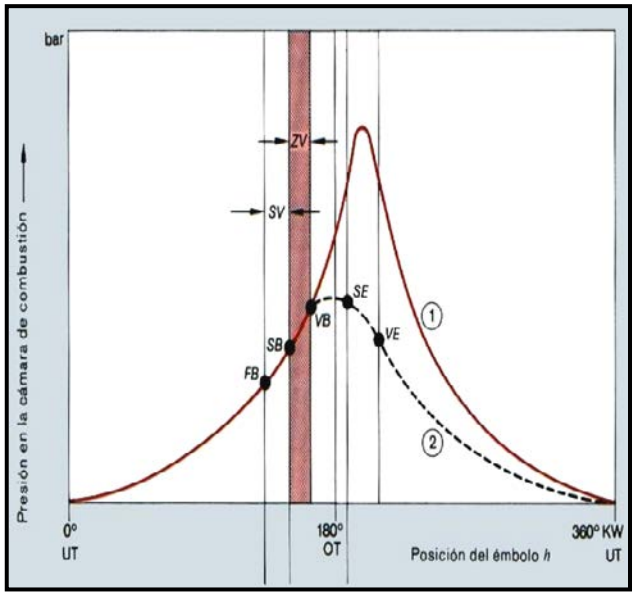


Fig.110. Presión de Aire en el cilindro en los cuatro tiempos.

(ZV)= Retraso de la combustión.
(SE)= Tras la abertura del orificio de descarga se produce el fin de inyección.
(VE)= Fin de la combustión.

RELACIONES DE PRESIÓN EN EL CILINDRO. Fig. 111.
A = Comienzo de la inyección.
B = Comienzo de la combustión.
C = Retardo de la combustión.

NOTA:
Por Retardo de la combustión se entiende el tiempo que transcurre entre el comienzo de la inyección y el comienzo de la combustión.

El comienzo de la inyección puede adelantarse mediante un variador de avance, dependiendo del número de revoluciones.

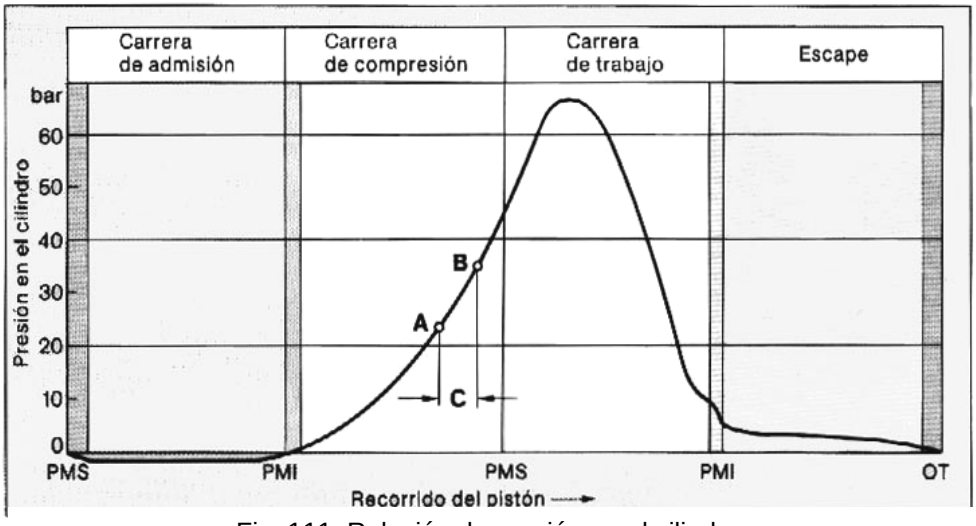


Fig. 111: Relación de presión en el cilindro.

CÁMARAS DE COMBUSTIÓN.

El encendido se produce al inyectar el combustible dentro de la cámara donde el aire ya se encuentra comprimido y caliente. Existen varios tipos de cámaras entre ellas tenemos:

- Inyección directa.
- Cámaras de precombustión.
- Cámara de turbulencia.

INYECCIÓN DIRECTA.

- El combustible se inyecta directamente a la cámara que no está subdividida de ningún modo.
- La forma más lógica de cámara de inyección directa es la *hemisférica,* hay que provocar remolinos de aire que mezclen rápidamente éste con el combustible. Fig. 112.
- Las cámaras son sencillas y baratas.
- El barrido es bueno.
- Arranque fácil sin artificios.
- Buen rendimiento y consumo específico.
- El motor es ruidoso debido a las altas presiones.

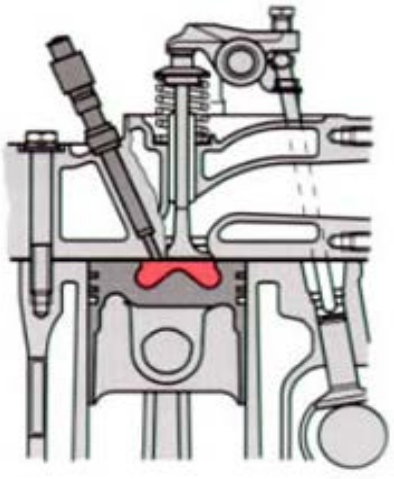


Fig. 112: Cámara de inyección directa hemisférica.

CÁMARAS DE PRECOMBUSTIÓN.

- Son fáciles de distinguir porque el inyector no dirige sus partículas a la cámara principal sino a una cámara de precombustión separada del cilindro por un conducto. Fig. 113.
- El encendido se produce en la culata.
- No es muy utilizado pues implica una pérdida importante de calor.
- La relación de compresión es muy similar a la de inyección directa. Es por ello que se suele añadir un pre calentador para poder arrancar con igual facilidad.
- Marcha suave y desgastes pequeños.
- Mayor consumo (30% más).

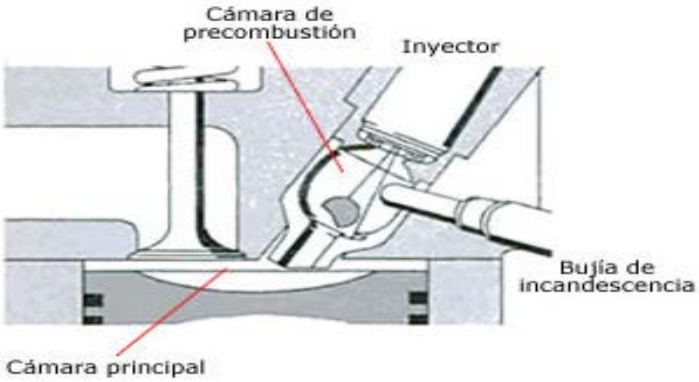


Fig. 113. Inyección indirecta con cámara de precombustión.

CÁMARA DE TURBULENCIA.

Es una variante del sistema de precombustión.

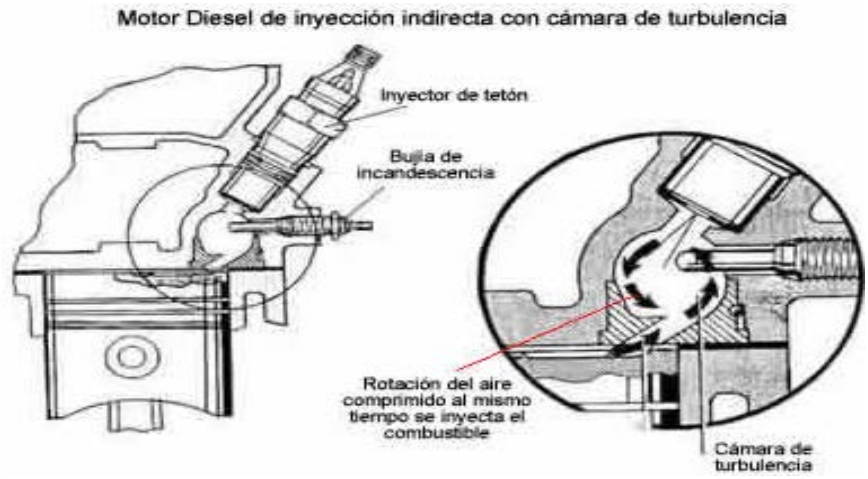


Fig. 114: Cámara de inyección indirecta con cámara de turbulencia.

- Exteriormente es difícil de distinguirlos. Fig. 114.
- La presión de inyección es pequeña. Raramente pasan más de 300 bar y bastan presiones de regulación del inyector de 100 a 110 bares.
- Admiten mayores velocidades de rotación.
- La marcha es suave.
- La combustión es más completa y rápida que con la cámara de precombustión.
- Exige precalentamiento de arranque y alta compresión.
- El consumo de combustible es alto (20 a 25% más).
- Empleado en motores PEUGEOT y PERKINS.

NOTA: Todos los motores diesel son de autoencendido, pero existen variaciones unos de otros según la forma de la cámara de combustión.

1.2.2. SERVICIO A LOS COMPONENTES DEL SISTEMA.

a) MANTENIMIENTO AL TANQUE DE COMBUSTIBLE:

Mantener mínimamente a ¾ de nivel máximo aun con mayor razón si se guardara por varios días estacionado o no tenga mucho recorrido por día, para evitar la condensación que afectara en el futuro todo el sistema de alimentación.

Desmontar y hacer una limpieza interna periódicamente por lo menos una vez al año.

b) MANTENIMIENTO A LA TAPA DEL TANQUE (DEPÓSITO) DE COMBUSTIBLE:

Verificar la válvula de venteo de la tapa del tanque, normalmente se obstruye con el polvo y el combustible que constantemente está mojando.

c) MANTENIMIENTO AL COLADOR:

Durante el desmontaje del tanque hacer una limpieza y si es necesario cambiar el filtro (malla o cedazo).

d) MANTENIMIENTO A LAS CAÑERÍAS:

Verificar las abrazaderas que lo sujetan a la carrocería y al motor.

Después de desmontar por alguna razón lavar y luego pulverizar con aire a presión por la parte interna antes de su montaje.

e) MANTENIMIENTO A LOS FILTROS:

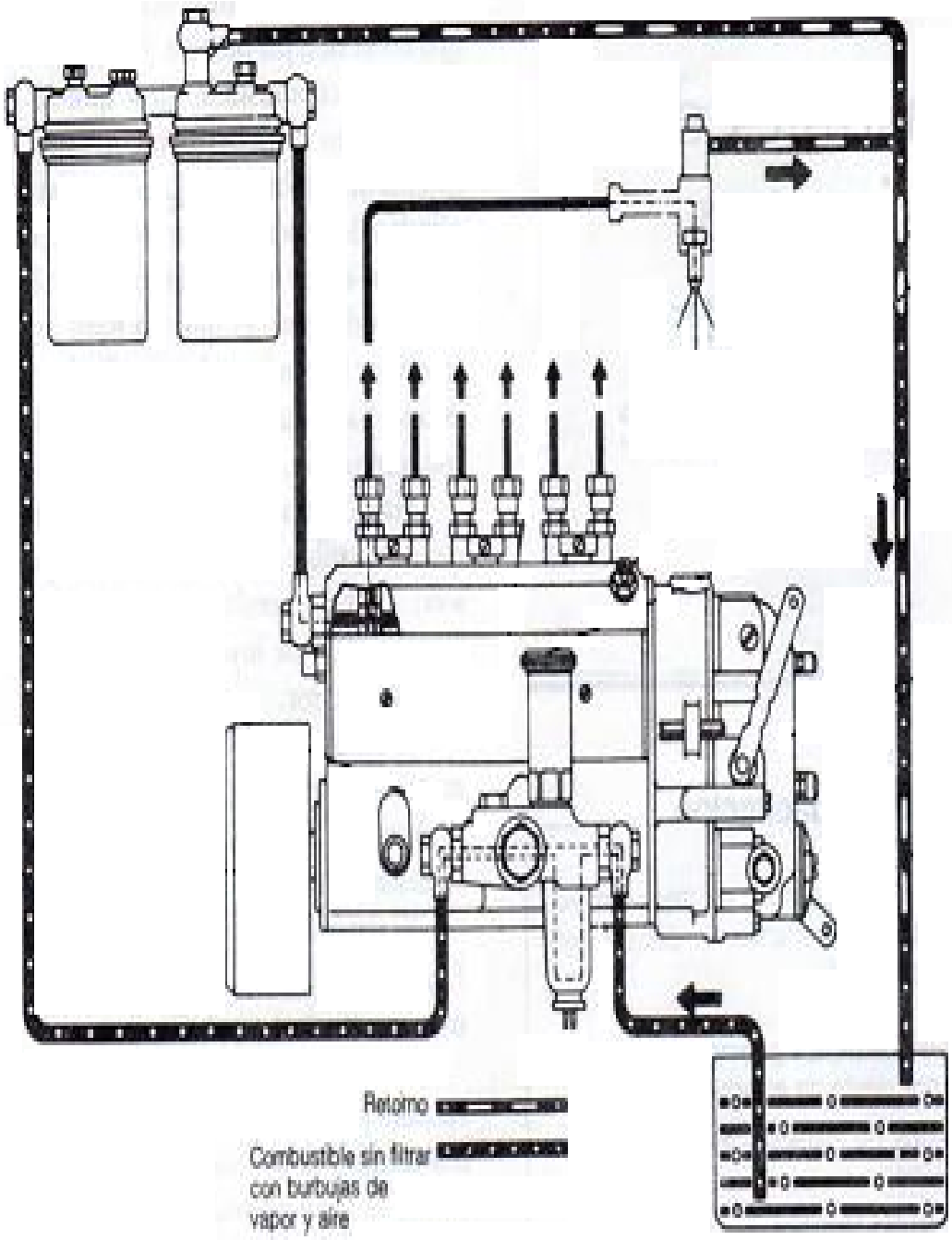
Si el filtro es del tipo elemento desmontar la base, lavar y cambiar todos los sellos, empaquetaduras y arandelas antes de montar con el elemento nuevo.

Cuando se trata de un filtro sellado desmontar utilizando un extractor de filtro (llave de filtro, zuncho o cadena) luego desechar el filtro. Ajustar el filtro utilizando solo con la fuerza de la mano sin utilizar una herramienta de ajuste; después que el sello del filtro hace contacto con la base girar ¾ de vuelta.

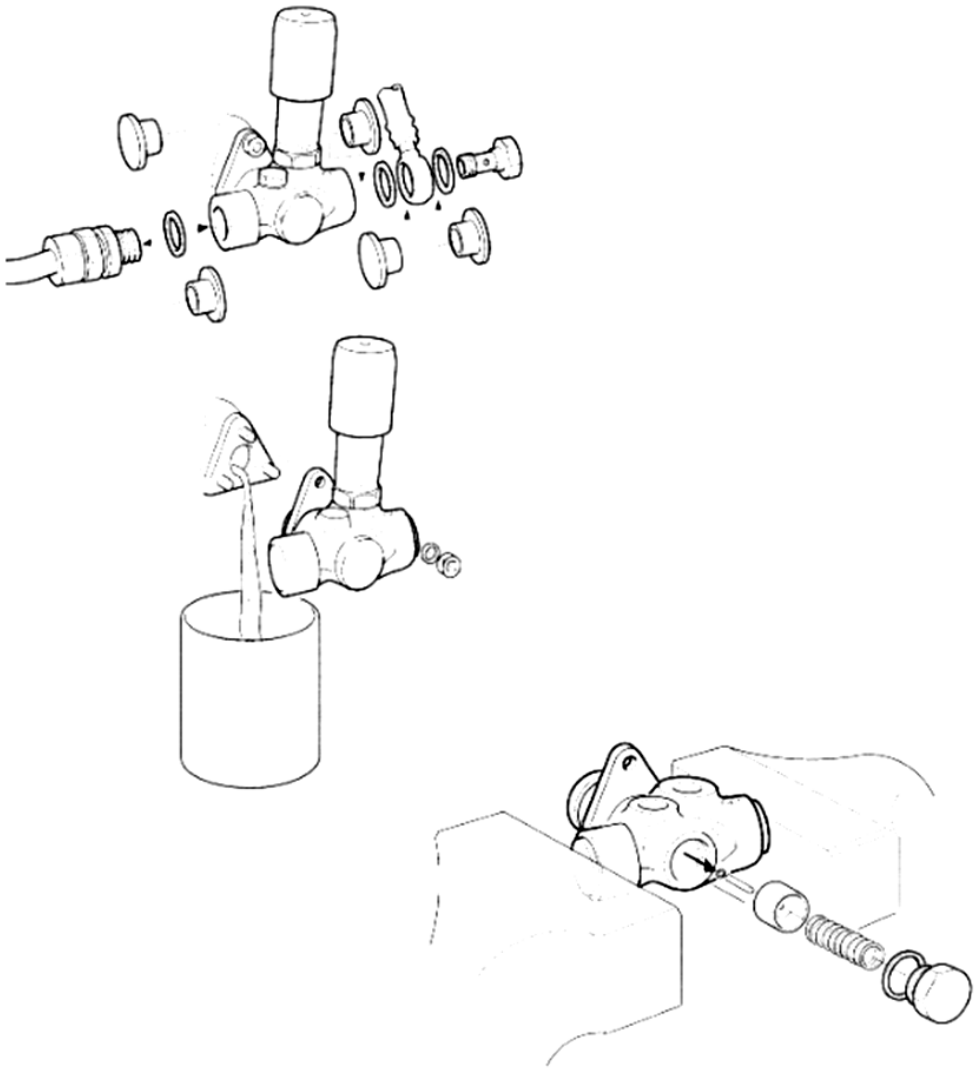
f) PURGADO DEL SISTEMA:

Siempre que se realice trabajos en el sistema de alimentación de combustible que demande desconectar algún dispositivo de la línea de alimentación; purgar el sistema. (Extraer el aire del sistema que dificulta o evita el arranque y funcionamiento del motor).

1.2.3. ESQUEMA DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.



AMODE…	NOMBRE	FIRMA	FECHA	SENATI
DIBUJADO	Juan Espino		Mayo/2014	ESCUELA DE AUTOMOTORES
REVISAD	Jaime D.			
ESCALA:	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.			DIBUJO TÉCNICO
				LÁMINA Nº



N°	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
1	Desarmar la bomba de alimentación.	Juego de llaves mixta en milímetros
2	Limpiar, clasificar y revisar componentes de la bomba de alimentación.	Juego de llaves mixta en pulgadas Juego de dados en milímetros y pulgadas
3	Armar la bomba de de alimentación.	Bandeja/recipiente/depósito
4	Probar caudal, estanqueidad y máxima presión.	Manometro de presión de combustible. Escáner o explorador de fallas

	DENOMINACIÓN		
SENATI	Realizar el mantenimiento de la bomba de alimentación	HT:T02	
	MECÁNICA AUTOMOTRIZ	Tiempo: 18 horas	HOJA:1/1

HOJA DE OPERACIÓN 05.

5. DESARMAR LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN.

Conocido también como bomba elevadora, de alimentación, de suministro o de transferencia.

La función de la bomba de alimentación es entregar el combustible del depósito hasta la bomba de inyección a través del filtro de combustible. Fig. 115.

La bomba de alimentación garantiza el suministro de combustible permanentemente a la bomba de inyección desde el depósito de combustible con una presión promedio de 1 - 1.5 bar (algunos de 2 hasta 8 bar de acuerdo a las rpm del motor).



Fig. 115: Bomba de alimentación tipo embolo.

Utilizado inicialmente para alimentar con combustible constantemente a baja presión a las bombas de inyección lineal y rotativa (presiones que oscilan entre 50 a 100 kPa). Las otras variaciones como para alimentar los inyectores bombas y para la alimentación de bombas de alta presión para el sistema de riel común (common rail).

Todas estas bombas son del tipo aspirante impelente, lo cual significa que tienen capacidad para succionar el combustible desde el tanque o depósito y enviarlo al exterior a una determinada presión.

5.1. DESMONTAJE DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN:

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Ubicar el vehículo en el área de trabajo.
2. Colocar los protectores al asiento y los guardafangos si así lo requiera.
3. Desconectar la batería o el fusible principal.
4. Colocar una bandeja debajo del motor; de tal manera que el combustible y el aceite lubricante llegue hacia ella y no se derrame al piso. Fig. 116.



Fig. 116. Bomba de alimentación tipo embolo.

5. Lavar la bomba exteriormente.
6. Desacoplar las tuberías de succión y presión de la bomba de alimentación. Fig. 117.
7. Poner tapones de protección.
8. Desmontar los pernos de fijación de la bomba de alimentación.
9. Retirar y llevar a la mesa de trabajo.

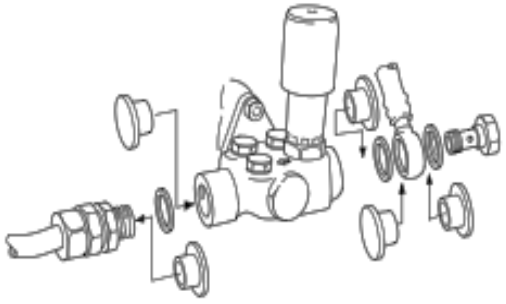


Fig.117. Desacople de tuberías de entrada y salida.

5.2. DESARMADO DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN:

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Retirar el anillo elástico (seguro) y el cuerpo elevador. Fig. 118.
2. Colocar la bomba de alimentación en un dispositivo de fijación o en un tornillo de banco.

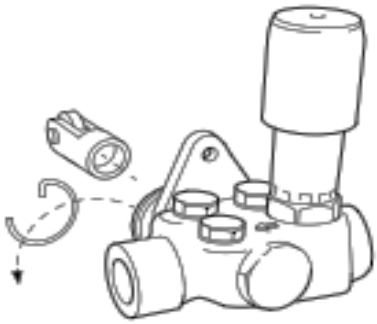


Fig. 118. Desmontaje de seguro del émbolo.

NOTA**:** Usar unas mordazas de material blanda (aluminio o bronce) para proteger las superficies de estanqueidad.

3. Quitar la bomba de cebado manual y la válvula de succión ubicado debajo de la bomba de cebado manual; el tapón de estanqueidad en el interior de la bomba de cebado y la válvula de succión de debajo. Fig. 119.

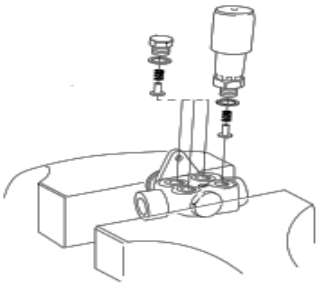
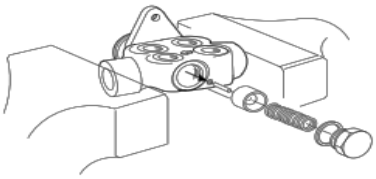


Fig. 119. Desmontaje de bomba manual.

4. Quitar los tapones de estanqueidad restantes y las válvulas de presión debajo.

5. Quitar el tapón de estanqueidad del émbolo de la bomba.



6. Sacar el resorte, el émbolo, la varilla de presión y el aro tórico del cuerpo de la bomba. Figura Nº 05.

7. Desarmar el cuerpo elevador. Fig. 120.

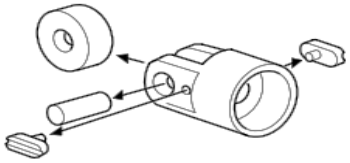


Fig. 120. Desmontaje del resorte, embolo y varilla.

HOJA DE OPERACIÓN 06.

6. LIMPIAR, CLASIFICAR Y REVISAR COMPONENTES DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Limpiar todas las piezas con petróleo o un solvente formulado para esta tarea (usar guantes de protección).

2. Verificar el estado de cada componente:
Fig. 121.

- Resortes.
- Pistón (embolo)
- Seguro.
- Válvulas.
- Juntas.

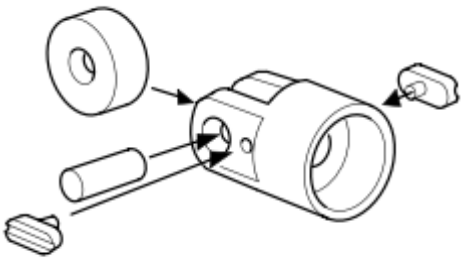


Fig.121. Émbolo de la bomba de alimentación.

3. Determinar el estado observando como:
Fig. 122.

- Resorte vencido o desgastado por el rozamiento lateral.
- Pistón rayado.
- Seguro gastado o doblado.
- Válvulas gastados o rayados.
- Juntas desgastados.

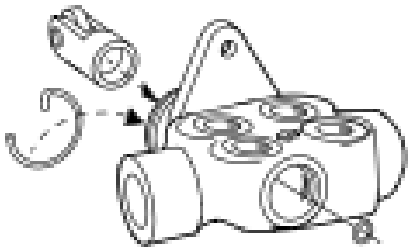


Fig. 122. Base de la bomba de alimentación.

Nota: Los componentes que se encuentren en el estado antes indicado entonces será necesario reemplazarlas.

Las juntas y los sellos si es necesario cambiar en cada mantenimiento.

HOJA DE OPERACIÓN 07.

7. ARMAR LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN:

PROCESO DE EJECUCIÓN:

Nota: Usar nuevas juntas (sellos) y retenes para el armado. Fig. 123.

1. Armar el cuerpo elevador.
2. Montar el aro (anillo) tórico en el cuerpo de la bomba.
3. Introducir el cuerpo elevador y el anillo elástico.

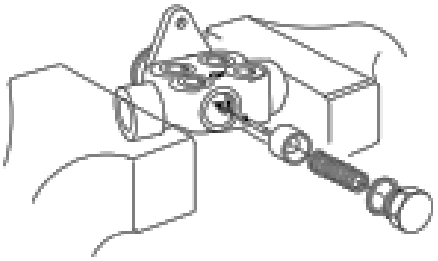


Fig. 123. Base de la bomba de alimentación.

Nota:
Usar mordazas de material blando (aluminio y bronce) para proteger las superficies de estanqueidad. Fig. 124.

4. Montar la varilla de presión, el émbolo y el muelle.
5. Montar el tapón de estanqueidad y la junta.
6. Apretar el tapón de estanqueidad.
   Montar las válvulas de presión y los muelles. Fig. 125.
7. Montar los tapones de estanqueidad y las juntas.
8. Apretar los tapones de estanqueidad. Fig. 126.
9. Montar las válvulas de succión y los muelles.

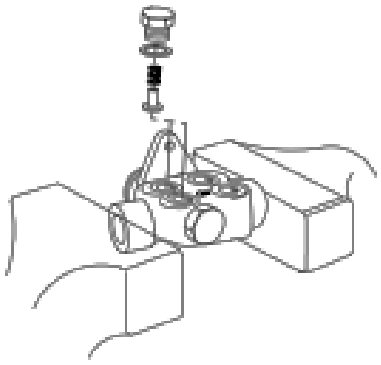


Fig. 124. Base de la bomba de alimentación.

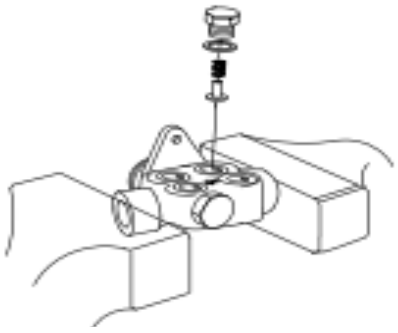


Fig.125. Base de la bomba de alimentación.

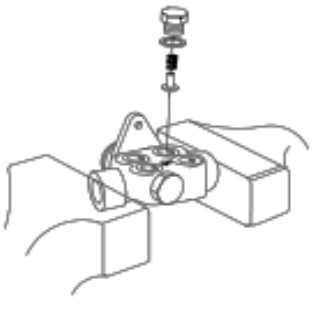


Fig. 126. Base de la bomba de alimentación.

10. Montar el tapón de estanqueidad y la junta en la válvula de succión interior.
11. Apretar el tapón de estanqueidad.

12. Montar la bomba de mano y la junta en la válvula de succión exterior. Fig. 127.

13. Apretar la bomba de mano.

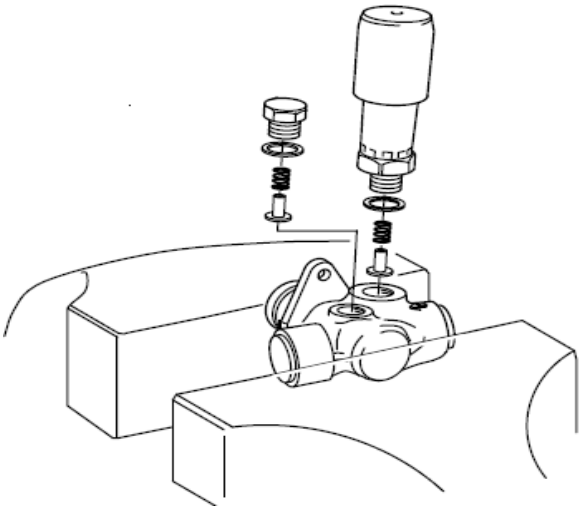


Fig. 127. Montaje de la bomba manual.

7.1. MONTAJE DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Fijar la bomba de alimentación en la bomba de inyección con sus respectivas tuercas.
2. Conectar las tuberías de succión y presión.
3. Utilizar nuevas juntas (arandelas) en los tubos de entrada y salida.
4. Par de apriete para tubos de entrada y salida aproximado 40 Nm.
5. Finalmente purgar el aire del sistema de alimentación.
6. Conectar la batería y arrancar el motor.
7. Comprobar si hay fugas.
8. Retirar la bandeja con mucho cuidado y llevar en contenido al depósito acondicionado para combustible usado. (Norma ISO 14001).
9. Recoger todas las herramientas y limpiar el área de trabajo.
10. Retirar las mangas y protector del asiento.

HOJA DE OPERACIÓN 08.

8. PROBAR CAUDAL, ESTANQUEIDAD Y MÁXIMA PRESIÓN.

8.1. CONTROL DE CAUDAL:

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Llenar un recipiente con el paso de combustible.
2. Controlar el tiempo.

- Medida de 500 ml del recipiente.
- Tomar referencia litros minuto para comparar datos del fabricante.
- El bajo caudal puede ser debido a filtro obstruido, bomba de combustible con desgaste, malla - colador, conducto o ventilación del depósito obstruidos.
- También se debe eliminar las burbujas de aire del sistema. (purgar el sistema de combustible).

8.2. VERIFICAR ESTANQUEIDAD:

Control de Estanqueidad, Dosificador, Distribuidor e Inyectores:

Cerrar salida del retorno **"R"** del lado de dosificador del distribuidor con el tapón correspondiente. Fig. 128.

1. Presurizar mediante el manorreductor hasta el doble de presión identificado anteriormente.
2. Bloquear válvula entre manorreductor inferior y recipiente.
3. Observar que el valor del manómetro se mantenga estable.

El descenso de presión indica fuga en distribuidor, dosificador o inyectores.

COMPROBACIÓN DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN:

1. Desmontar la bomba de alimentación.
2. Conectar una manguera transparente en la entrada y salida con ayuda de un conector.

Materiales: 02 recipientes uno vacío y otro con combustible.

3. Accionar la bomba manual hasta que pase por la manguera solo combustible libre de burbujas.
4. Dejar de accionar y observar:

   - Si el combustible retorna de la manguera significa que las válvulas no están sellando adecuadamente.
   - Si el combustible no retorna y permanece estable entonces la válvula está en buen estado.

   Si determina que está fallando las válvulas pase a desarmar y cambiar accesorios.

8.3. VERIFICAR MÁXIMA PRESIÓN.

El sistema de alimentación en los motores de inyección es un circuito cerrado en el que el combustible es bombeado desde el depósito hacia el regulador de presión, retornando el combustible sobrante hacia el tanque por el tubo de retorno desde el filtro, la bomba de inyección y los inyectores

Conectar el indicador de presión con el manómetro de 0 a 6 bares en la conexión de salida del filtro de combustible. Fig. 128.

Poner en marcha el motor y leer la presión.

Efectuar el control a la potencia máxima, es decir, con la carrera máxima de la cremallera por todo el intervalo de regímenes. (Bomba lineal convencional o EDC).

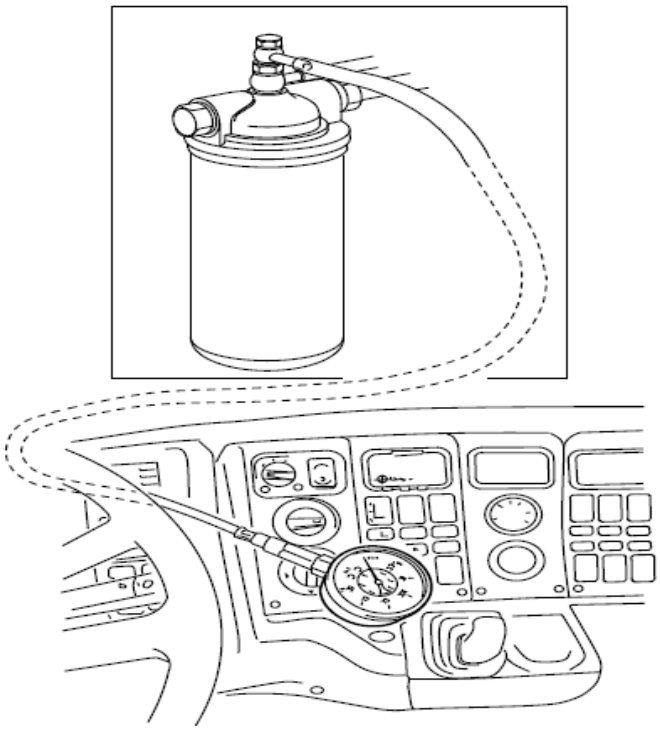


Fig. 128. Montaje de la bomba manual.

En los Sistemas de Riel Común en los motores diesel va montado un sensor de presión. Fig. 129.

Este sensor mide la presión del combustible en el tubo distribuidor (rail) del sistema de inyección diesel "Common Rail" (Riel Común).

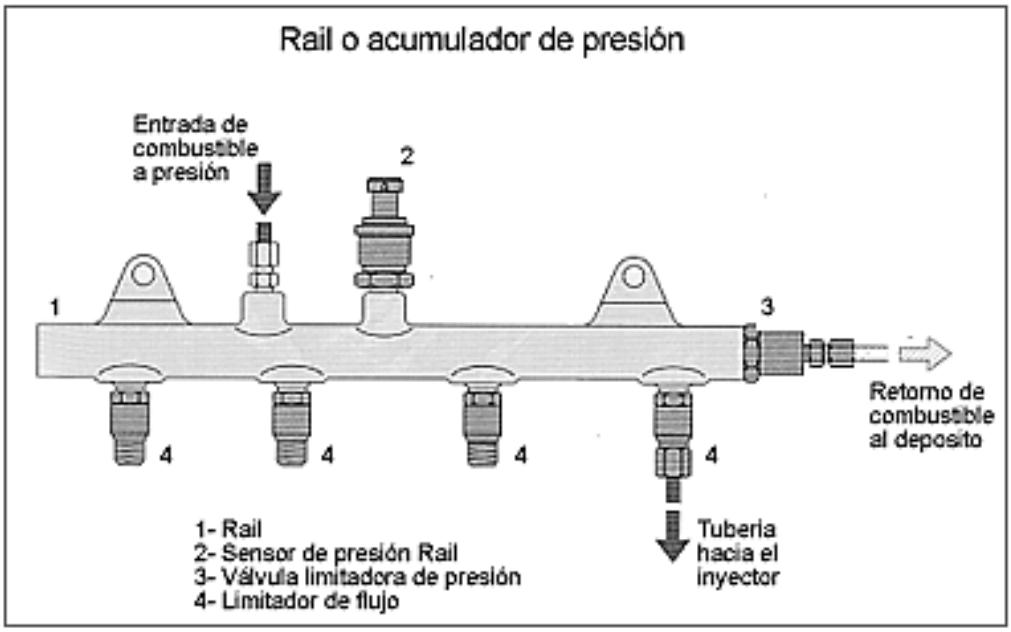


Fig. 129. Montaje de la bomba manual.

La presión máxima de trabajo (presión nominal) Pmax: es de 160 MPa (1600 bares). La presión del combustible es modulada en un circuito de regulación.

Es casi constante e independiente de la carga y de la velocidad de rotación. Las posibles desviaciones del valor teórico se compensan mediante una válvula reguladora de presión.

Los problemas de presión en el sistema pueden ser tanto por exceso como por defecto.

EL EXCESO SE PRODUCE GENERALMENTE POR:

Obstrucción en el retorno.

- Regulador de presión defectuoso.
- Ventilación del depósito cegada.

LA FALTA DE PRESIÓN POR:

- Filtro de combustible obstruido.
- Obstrucción en el tubo de entrada.
- Bomba defectuosa.
- Regulador de presión defectuoso.
- Ventilación del depósito cegada (obstruido).

Para la realización de las comprobaciones, debemos conectar el manómetro de presión después de la bomba de alimentación y antes del regulador de presión.

8.4. CONTROL PRESIÓN DE BOMBA Y ESTANQUEIDAD:

Para el control de presión se cuenta con manómetros de baja presión y alta presión, los accesorios así como sus respectivos adaptadores. Fig. 130.

1. Desacoplar el conducto de alimentación entre el motor y filtro de combustible.
2. Conectar el manómetro y accionar el arranque durante 3 seg. Aproximadamente.
3. Observar la presión que indica el manómetro. Fig. 131.
4. Esta deberia permanecer estable.
5. No bebería descender por debajo de la presión de trabajo.
6. Considerar siempre las especificaciones del fabricante.



Fig. 130. Manómetro montado en el motor.

Los sistemas mecánicos tipo **K** mantienen valores entre 4 y 5,5 Bar.

La presión de combustible más baja permitida a 1.900 r/min es de 2 bares en DSC9, 11 y 12, y de 3,0 bares en DSC14. (Datos camiones Scania).

Si la presión es demasiado baja, examinar las tuberías de combustible con conexiones, válvula de rebose, filtro de combustible y bomba de alimentación.

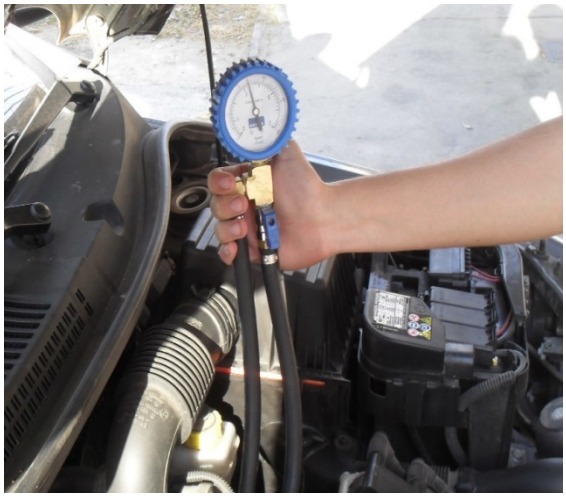


Fig. 131. Manómetro montado en el motor.

HOJA DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA 02.

2. BOMBA DE ALIMENTACIÓN: TIPOS, ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO.

2.1.1. BOMBA DE TRANSFERENCIA (BOMBA DE ALIMENTACIÓN).

También conocido como bomba elevadora, de alimentación, de suministro, o de transferencia.

La función de la bomba de alimentación es entregar el combustible del depósito hasta la bomba de inyección a través del filtro de combustible.



Fig. 132. Bomba de alimentación tipo émbolo.

Accionado por el motor, es la que inicialmente presuriza el sistema hasta la bomba de inyección, va montado en lugares distintos dependiendo de la marca y modelo del motor.

La bomba de alimentación está conectado a la bomba de inyección y conducido por su árbol de levas en las bombas lineales. Fig.132.

La bomba de alimentación garantiza el suministro de combustible permanentemente a la bomba inyección desde el depósito de combustible con una presión promedio de 1 - 1.5 bar (algunos de 2 hasta 8 bar de acuerdo a las rpm del motor).

Utilizado inicialmente para alimentar con combustible constantemente a baja presión a las bombas de inyección lineal y rotativa (presiones que oscilan entre 50 a 100 kPa).

Actualmente son variados los tipos y modelos de bombas incluido las presiones con las que alimentan el sistema.

Finalmente tenemos la bomba radial de alta presión para el sistema de Riel Común.

Todas estas bombas son del tipo aspirante impelente, lo cual significa que tienen capacidad para succionar el combustible desde el tanque o depósito y enviarlo al exterior a una determinada presión.

TIPOS:

a) Tipo Diafragma.
b) Tipo Embolo (Pistón).
c) Tipo Paleta - Aspa(Impelente)
d) Tipo Engranaje.
e) Tipo Eléctrico.

A. BOMBA DE ALIMENTACIÓN TIPO DIAFRAGMA:

En este modelo el mecanismo de accionamiento solo mueve el diafragma en la dirección de succión, la carrera de impulsión se hace por el empuje de un resorte. La fuerza de este resorte es la que determina la presión máxima de bombeo. Fig.133.

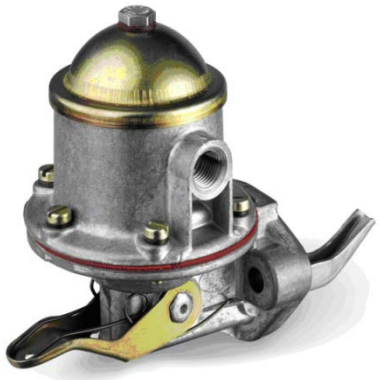


Fig. 133. Bomba de Alimentación tipo Diafragma.

Esta es accionada por el árbol de levas del motor.

Utilizado en los motores equipados con la bomba de inyección rotativa de la marca CAV.

Llamado también como la bomba de inyección rotativa tipo CAV. Fig.134.

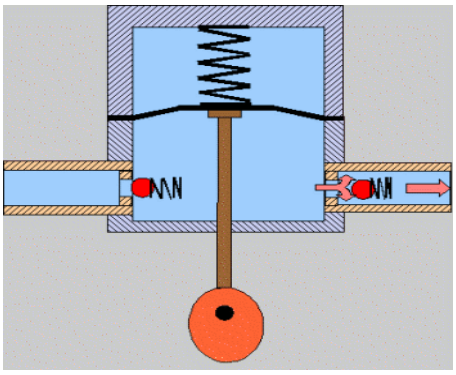
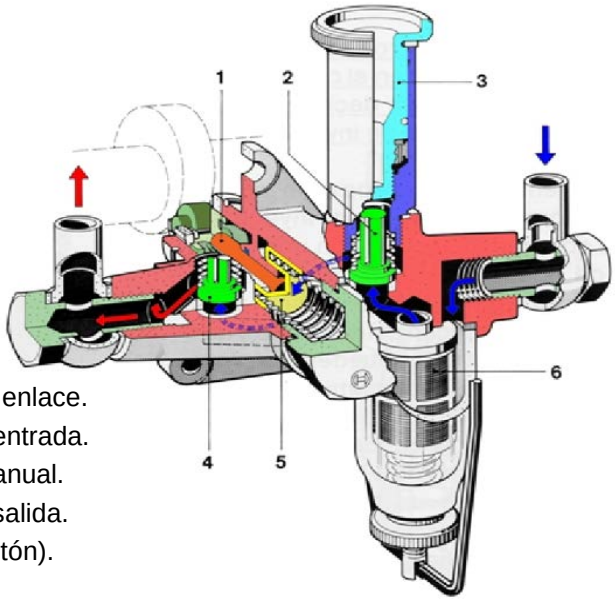


Fig. 134. Detalle interno de la bomba tipo diafragma.

B. BOMBA DE ALIMENTACIÓN TIPO ÉMBOLO O PISTON:

La bomba de transferencia o alimentación tipo pistón o embolo es muy utilizada en motores diesel equipados con sistemas de inyección lineal; generalmente va montado en la bomba de inyección y es accionada directamente por el árbol de levas de dicha bomba. Fig.135.



1. Vástago de enlace.
2. Válvula de entrada.
3. Cebador manual.
4. Válvula de salida.
5. Émbolo (pistón).
6. Prefiltro.

Fig. 135. Bomba de alimentación tipo embolo o pistón.

La presión está regulada entre 2 y 8 bares según el tamaño de la bomba de inyección y las revoluciones del motor. (Inicialmente de 01 a 02 bar de presión motores convencionales).

Denominación de la bomba de alimentación. Fig. 136.

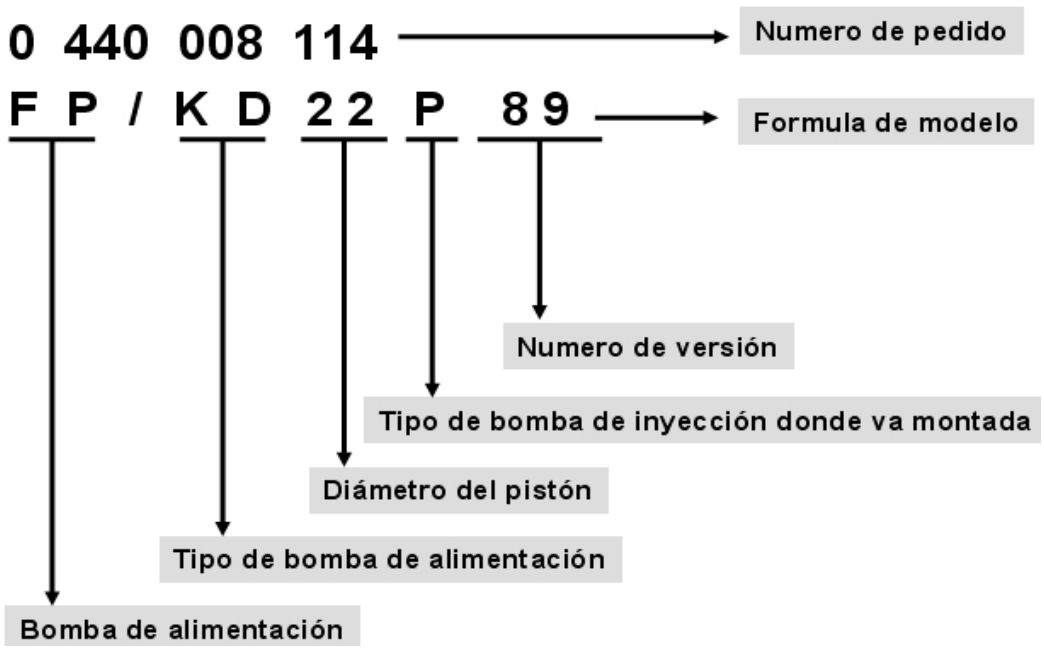


Fig.136. Explicación de la bomba de alimentación.

COMPONENTES/ PARTES DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN:

Fig.137.

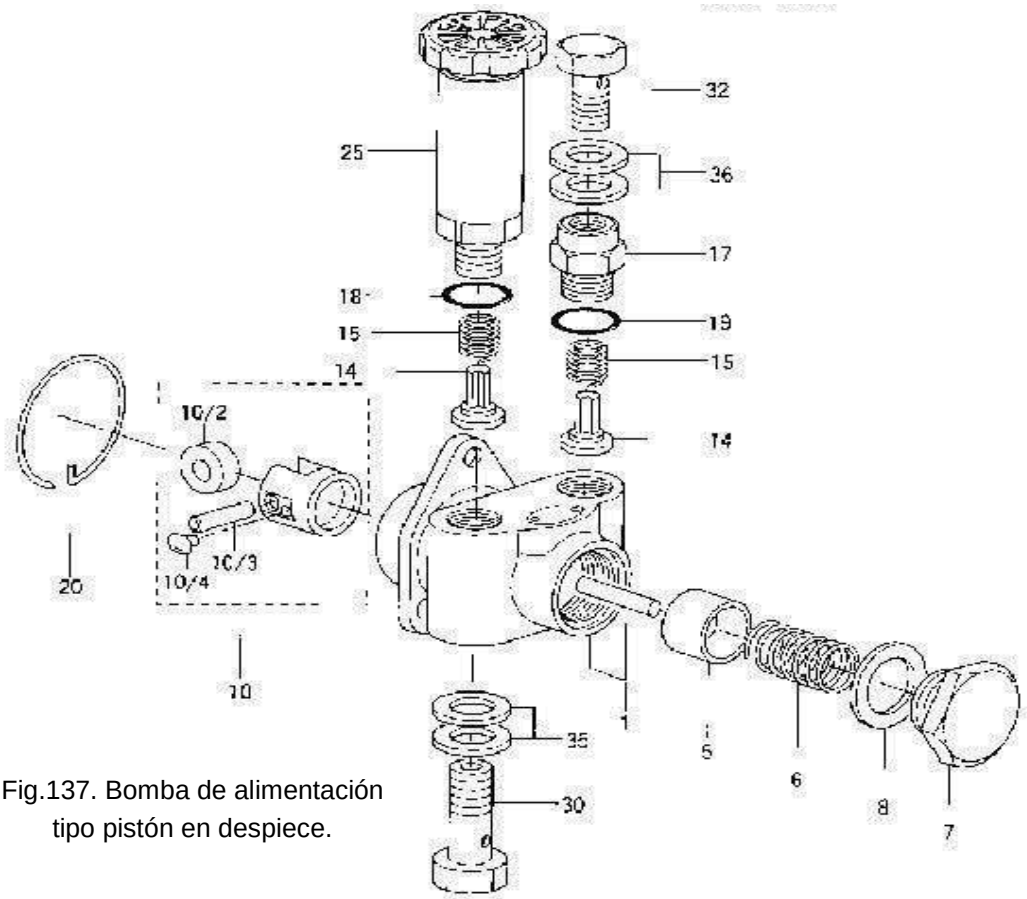


Fig.137. Bomba de alimentación tipo pistón en despiece.

- Cuerpo de la bomba.
- Cámara de presión.
- Rodillo impulsor.
- Niple de salida de combustible.
- Válvula de descarga.
- Pistón.
- Resorte del pistón.
- Cámara de aspiración.
- Filtro de entrada de combustible.
- Niple de entrada de combustible.
- Válvula de aspiración.
- Bomba manual de cebado.

FUNCIÓN DE COMPONENTES DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN:

a) RESORTE DEL PISTÓN:

El resorte (9) se ubica entre el pistón y el cuerpo de la bomba y cumple con la finalidad de impulsar el pistón a su posición original, cuando la excéntrica del eje de levas de la bomba inyectora no está actuando. Este resorte helicoidal de expansión y su tensión está calibrado de acuerdo al tipo de bomba en que se utilice. Fig.138.

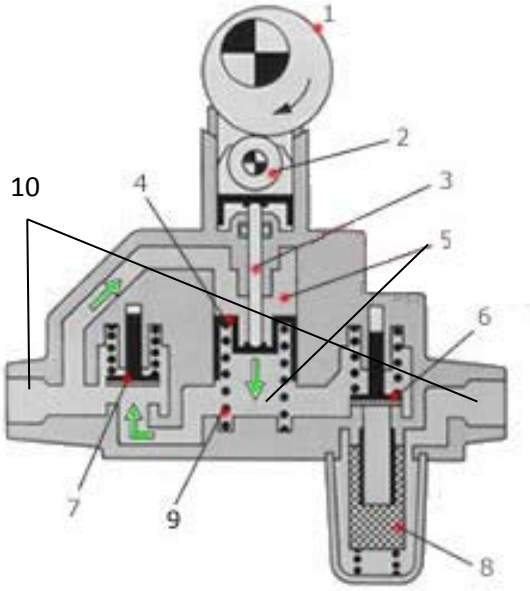


Fig. 138. Esquema de bomba de alimentación tipo pistón.

b) CÁMARA DE ASPIRACIÓN:

Consiste en el espacio ubicado entre la parte inferior del pistón y las válvulas de aspiración y descarga (5). El volumen de la cámara, varía de acuerdo a la posición del pistón en sus diversas etapas de funcionamiento. Es un Espacio hermético que se comunica con el conducto de entrada de combustible a través de la válvula de aspiración y con la cámara de presión y conducto de salida, de la válvula de descarga. En esta cámara se produce vacío cuando el pistón de la bomba ejecuta el recorrido de aspiración, permitiendo de esta forma que el combustible fluya a su interior. Figura Nº 23.

c) VÁSTAGO:

Conecta el pistón con el rodillo impulsor (3). Figura Nº 23.

d) FILTRO DE ENTRADA DE COMBUSTIBLE:

Este filtro generalmente va ubicado en la misma bomba de transferencia (8) y en algunos casos en la tubería de combustible, entre el tanque y dicha bomba. Su finalidad, es la de retener las impurezas mayores, a fin de evitar que éstas entren a la bomba y lleguen al filtro principal del combustible. Fig. 138

e) NIPLE DE ENTRADA Y SALIDA DE COMBUSTIBLE:

Este es igual al niple – conector - de salida (10) y su finalidad en este caso, es permitir la conexión de la manguera flexible o cañería rígida de entrada del combustible. A la bomba de alimentación y hacia el filtro desde la bomba antes indicada. Fig. 138.

f) VÁLVULA DE ASPIRACIÓN:

Esta válvula es igual a la válvula de descarga (6) y su funcionamiento varía, por encontrarse montada en un conducto diferente. Permite el paso del combustible procedente del tanque a la cámara de aspiración y evita que aquel retorne cuando el pistón lo impulsa hacia la cámara de presión. Fig. 138.

g) VÁLVULA DE DESCARGA:

Esta válvula es igual a la válvula de aspiración (7). Permite el cierre de entrada desde la cámara de aspiración para que pueda pasar el combustible al siguiente nivel. Fig. 138.

De acuerdo a sus características de accionamiento, las bombas de transferencia de embolo o pistón, se clasifican en los siguientes tipos:

1. Bomba de Alimentación de simple efecto.
2. Bomba de Alimentación de doble efecto.

En general, ambos tipos de bombas están provistos de bomba manual para cebado y filtro de entrada de combustible o pre filtro.

B1. BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE SIMPLE EFECTO:

El cuerpo de la bomba se construye de hierro fundido en su interior se encuentran los distintos pasajes de combustible, cámaras de presión y aspiración y los diversos elementos constituyentes.

La cámara de presión ubicada entre la parte superior del pistón y el cuerpo de la bomba, tiene por finalidad acumular el combustible que es transferido de la cámara de aspiración.

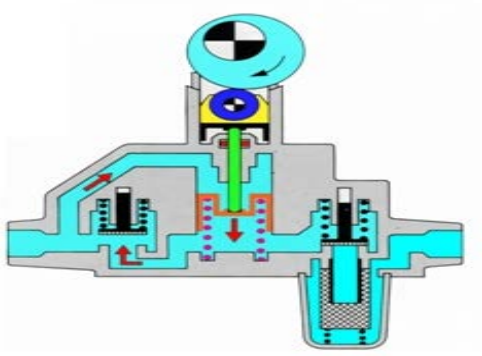


Fig. 139. Bomba de simple efecto/llenado de cámara de presión.

Para permitir posteriormente el envío de éste al exterior de la bomba, presionado por el pistón accionado por el rodillo impulsor.

Este elemento, generalmente se construye en acero y es de un acabado muy fino. Fig. 139.

Se encuentra ubicado entre la excéntrica del eje de levas de la bomba

inyectora y el pistón de la bomba de transferencia su montaje a la bomba se obtiene a través de un pasador y tanque deslizable que actúa como corredera en el alojamiento de aquella.

Un seguro alojado en el cuerpo de la bomba, impide que dicho conjunto se desmonte la finalidad del rodillo, es transmitir el movimiento de la excéntrica del eje de levas al pistón de la bomba. Un resorte helicoidal de expansión mantiene el rodillo constantemente presionado contra el eje de levas de la bomba inyectora.

El niple – conector - de salida de combustible es de acero y tiene la forma de un rodillo taladrado, para permitir el paso de combustible, se atornilla directamente al cuerpo de la bomba, aprisionado entre dos arandelas de ajuste a la manguera flexible o cañería rígida de salida de combustible.

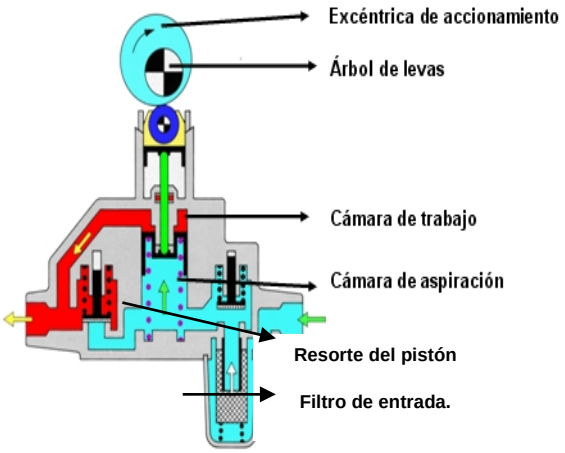


Fig.140. Bomba de simple efecto/Impulsión de combustible de la cámara de presión.

Esta bomba de alimentación consta de dos cámaras separadas por un émbolo, que al ser empujado por la excéntrica del árbol de levas, llena la cámara de presión a través de la válvula de retención instalada en el lado de impulsión**.** Fig.140.

Durante la carrera de alimentación y admisión, provocada por la fuerza del muelle, el combustible es impulsado desde la cámara de presión hacia la bomba de inyección. Al mismo tiempo, se aspira combustible desde el depósito, haciéndolo pasar por la válvula de admisión, mientras crece el volumen en la cámara de aspiración.

B2. BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE DOBLE EFECTO:

La bomba de alimentación de doble efecto no tiene dos cámaras diferenciadas, sino que utiliza las dos carreras del émbolo para impulsar el combustible, Esto lo consigue mediante dos válvulas paralelas y de efecto inverso en cada una de las cámaras que forma el émbolo. Fig. 141.



Fig.141. Bomba de Alimentación de doble efecto con válvulas paralelas.

Durante la carrera ascendente, provocada por la fuerza del muelle, el combustible es impulsado desde la cámara superior hacia la bomba de

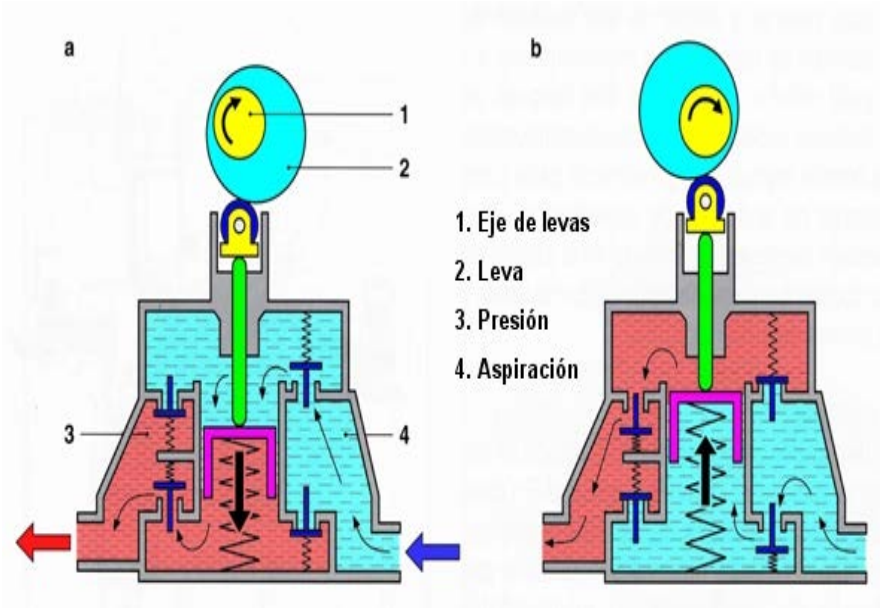


Fig. 142. Esquema funcional de la bomba de alimentación de doble efecto.

inyección. Al mismo tiempo, se aspira combustible desde el depósito en la cámara inferior haciéndolo pasar por la válvula de admisión.

Mientras crece el volumen en la cámara de aspiración en la cámara de impulsión decrece. En la carrera descendente del pistón se invierten las funciones. Fig.142.

C. BOMBA DE ALIMENTACIÓN TIPO PALETA – ASPA, ALETA (IMPELENTE):

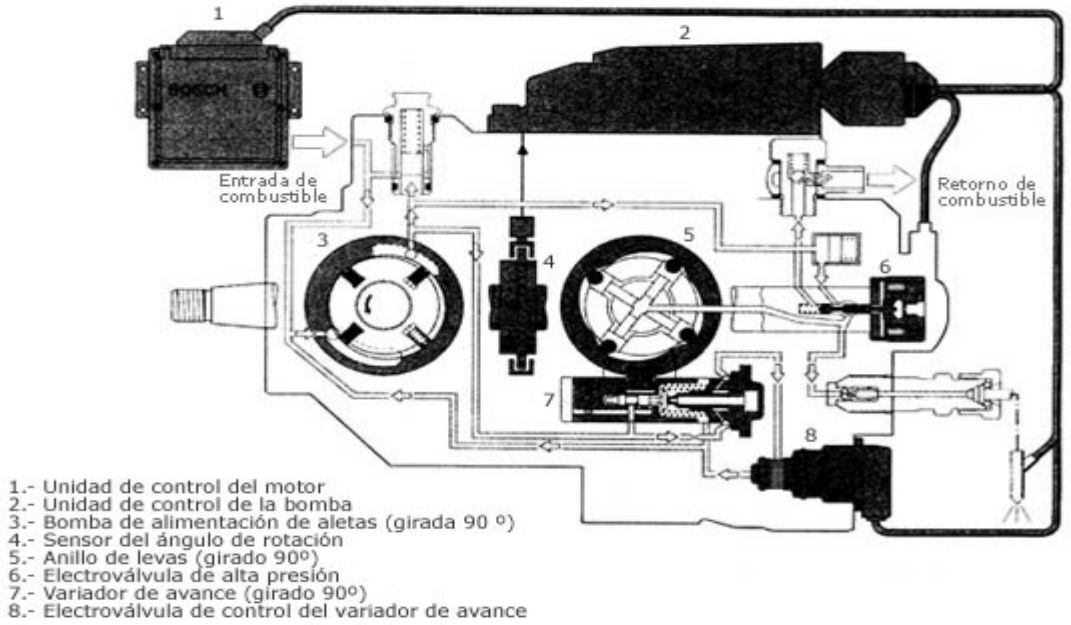


Fig.143. Bomba de Inyección Rotativa con Bomba de alimentación tipo Paleta.

Este tipo de bomba está construida por un cuerpo dentro del cual giran las paletas, que son las encargadas de producir la succión del combustible y posteriormente, su envío al exterior. Fig.143.

Las paletas son impulsadas por su eje de accionamiento y, debido a la acción del resorte expansor, se ajustan herméticamente a la pared del cuerpo de la bomba, evitando así las presiones internas de combustible. Fig. 144.

Aspira combustible del depósito y lo introduce al interior de la bomba de inyección. Utilizado generalmente en la bomba de inyección rotativa. Fig. 144.

Este tipo de bomba de alimentación también va como equipamiento en la bomba rotativa de inyección de émbolos radiales.

Entre la pared interior del cuerpo de la bomba y un anillo de apoyo que sirve de cierre, está alojado el anillo de recepción excéntrico (3) con superficie perfilada de rodadura interior.

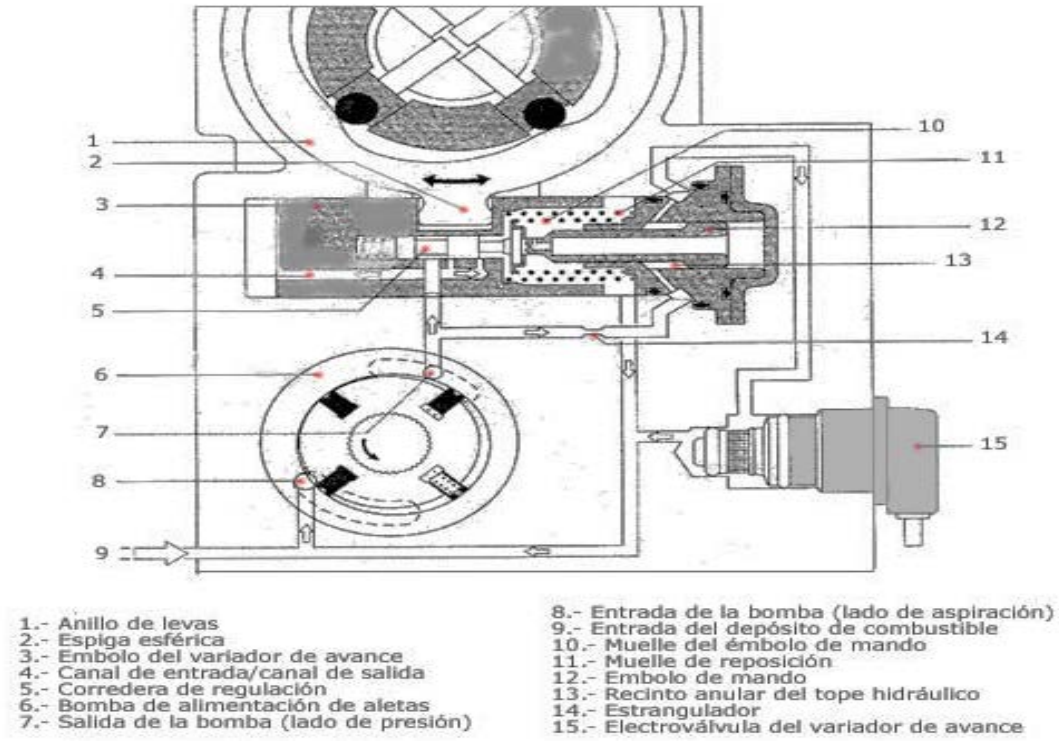


Fig. 144: Ubicación de la Bomba de Alimentación Tipo Paleta.

En la pared interior del cuerpo de la bomba, están previstas dos escotaduras que permiten la entrada (4) en la bomba y la salida (7) de la bomba. Debido a su forma se denominan también «riñón de aspiración» o «riñón de impulsión» - Cámara de aspiración y cámara de impulsión. En el interior del anillo de recepción se mueve el rotor de aletas (2), que es propulsado por un dentado en el eje de accionamiento (1). En las ranuras guía del rotor se conducen las aletas, que cargadas por la fuerza de un muelle y por la actuación de la fuerza centrífuga son presionadas hacia el exterior contra el anillo de recepción.

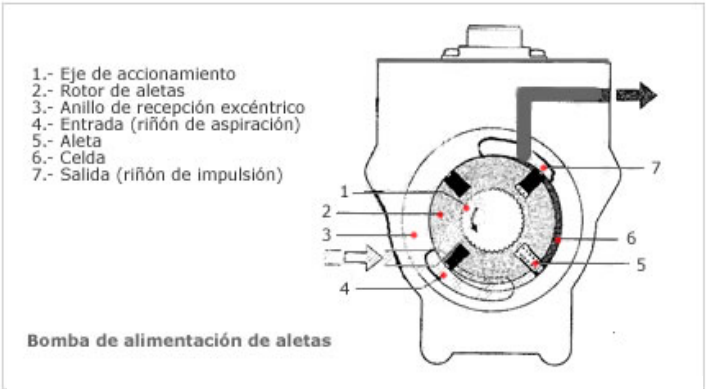


Fig.145. Detalle de la Bomba de Alimentación Tipo Paleta.

El recinto designado como «celda» (6) está formado por los siguientes componentes: Fig.145.

- Pared interior del cuerpo.
- Anillo de apoyo.
- Superficie perfilada de rodadura interior, del anillo de recepción.

- Superficie exterior del rotor de aletas.
- Dos aletas contiguas.

El combustible que llega a través del taladro de entrada en el cuerpo de la bomba y por comunicaciones internas hasta la cámara de aspiración en la celda, es transportado por el giro del rotor de aletas en dirección a la cámara de impulsión. El volumen de la celda se reduce durante el giro, debido a la superficie perfilada de rodadura interior del anillo de recepción excéntrico, y se comprime el combustible. La reducción del volumen hace que aumente fuertemente la presión de combustible hasta la salida de la cámara de impulsión. Desde la cámara de impulsión se abastecen con combustible «a presión» a los diversos componentes a través de comunicaciones internas en el cuerpo de la bomba. También llega a la válvula reguladora de presión a través de una de estas comunicaciones.

El nivel de presión necesario de esta bomba rotativa es relativamente alto en comparación con otras bombas rotativas Debido a esta elevada presión, las aletas (5) presentan un taladro en el centro de su cara frontal, de forma tal que solo se desliza sobre el perfil del anillo de recepción una de las aletas del lado frontal. De esta forma se evita que toda la cara frontal de la aleta esté sometida a presión, lo que tendría como consecuencia un movimiento radial no deseado. Al cambiar de una arista a otra (por ejemplo de entrada a salida) puede propagarse la presión que actúa sobre la cara frontal de la aleta, a través del taladro, hacia el otro lado de la aleta. Las fuerzas de presión opuestas que actúan se compensan en gran parte, y las aletas están en contacto sobre la superficie de rodadura interior del anillo de recepción, como se ha descrito anteriormente, por efecto de las fuerzas centrífugas y elásticas.

D. BOMBA DE ALIMENTACIÓN TIPO ENGRANAJE.

Esta bomba viene como equipamiento para la alimentación de la bomba de alta presión del sistema Riel Común (Common Rail) en buses, vehículos industriales y vehículos todo terreno. Esta bomba va integrada en la bomba de alta presión y presenta un accionamiento común con ella, o bien está fijada directamente al motor y tiene un accionamiento propio.

Las formas de accionamiento convencionales son acoplamiento, rueda dentada o correa dentada.

Los elementos constructivos esenciales son dos ruedas dentadas (02) que giran en sentido opuesto y que engranan mutuamente, transportando el combustible en los espacios entre dientes, desde el lado de aspiración (01) al lado de impulsión (03). Fig.146.

La línea de contacto de las ruedas dentadas realiza el sellado entre el lado de aspiración y el lado de impulsión, e impide que el combustible pueda fluir hacia atrás.

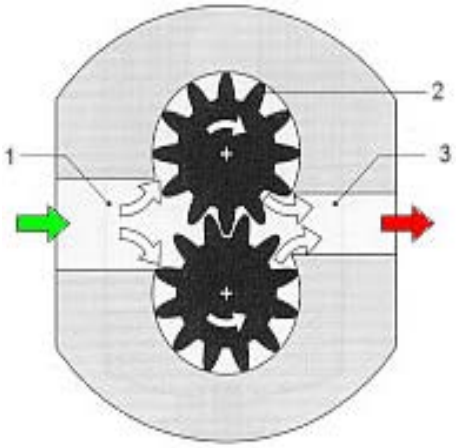


Fig. 146. Bomba de alimentación tipo engranaje.

El caudal de suministro es aproximadamente proporcional al # de revoluciones del motor. Por este motivo, la regulación del caudal, se realiza por regulación de estrangulación en el lado de aspiración, o por una válvula de descarga en el lado de impulsión.

La bomba de combustible de engranajes no requiere un mantenimiento frecuente (exenta de mantenimiento).

Para la purga de aire del sistema de combustible en el primer arranque o si se ha vaciado el depósito de combustible, puede estar montada una bomba manual directamente en la bomba de combustible de engranajes, o en la tubería de baja presión.

F. BOMBA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.

Se utiliza únicamente en turismos y vehículos industriales ligeros. Junto a la función de suministrar combustible para la bomba de alta presión, tiene además la función de interrumpir el suministro de combustible en caso necesario, dentro del marco de una supervisión del sistema.

Comenzando con el proceso de arranque del motor, la electrobomba de combustible funciona continuamente y de forma independiente del régimen del motor, también conocido como bomba de alimentación previa.

La bomba transporta así el combustible continuamente desde el depósito de combustible, a través de un filtro de combustible, hacia la bomba de alta presión. El combustible excedente retorna al depósito a través de una válvula de descarga.

Mediante un circuito de seguridad se impide el suministro de combustible estando conectado la llave de encendido y parado el motor.

Existen bombas eléctricas de combustible para el montaje en tubería o montaje en el depósito. Las bombas de montaje en tubería se encuentran fuera del depósito, en la tubería de combustible, entre el depósito y el filtro. Las bombas de montaje en el depósito se encuentran, por el contrario, dentro del depósito de combustible en un soporte especial, que normalmente contiene también un colador (tamiz) de combustible por el lado de aspiración. Fig. 147.

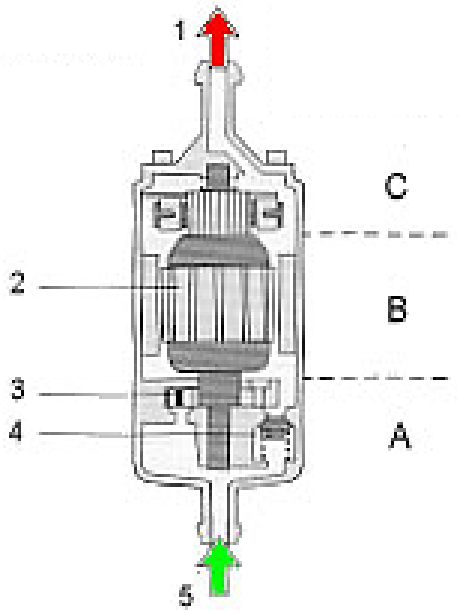


Fig. 147. Bomba de alimentación eléctrica.

Una electrobomba de combustible consta de los tres elementos fundamentales:

- Accesorios (elementos) de la bomba (A).
- Motor eléctrico (B)
- Tapa de conexión (C).

F1). ACCESORIOS (ELEMENTOS) DE LA BOMBA:

Para el sistema Riel Común (Common Rail) está constituido como bomba celular de rodillos. Fig. 148.

Consta de una cámara dispuesta excéntricamente (4), en la que gira un disco ranurado (2). En cada ranura se encuentra un rodillo conducido suelto (3).

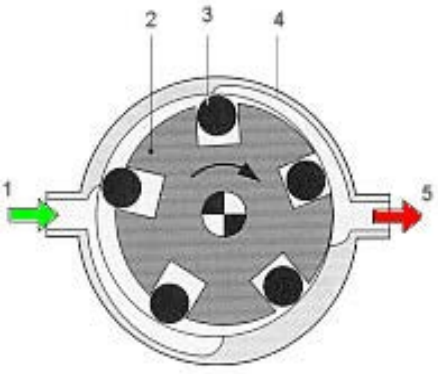


Fig. 148. Bomba celular de rodillos.

Por la rotación del disco ranurado y por la presión del combustible del combustible se empujan los rodillos contra la pista de deslizamiento de rodillos situada exteriormente y contra los flancos propulsores de las ranuras.

Los rodillos actúan aquí como juntas de rotación, formándose una cámara entre cada dos rodillos del disco ranurado y la pista de deslizamiento de los rodillos.

El efecto de bombeo se produce por el hecho de que el volumen de la cámara se reduce continuamente tras cerrarse la abertura de entrada (1). Después de abrir la abertura de salida (5), el combustible atraviesa el motor eléctrico y sale de la bomba celular de rodillos por la tapa de conexión del lado de presión.

F2). EL MOTOR ELÉCTRICO:

Consta de un sistema de imán permanente de un inducido, el tamaño depende del caudal de suministro deseado con una presión del sistema determinada.

El motor eléctrico y el elemento de bomba se encuentran en un cuerpo común.

Están rodeados continuamente de combustible refrigerándose así continuamente.

De esta forma puede conseguirse una elevada potencia del motor sin complejos encargados de hacer hermético entre el elemento de bomba y el motor eléctrico.

F3). LA TAPA DE CONEXIÓN:

Contiene las conexiones eléctricas y el empalme hidráulica por el lado de impulsión. Adicionalmente pueden estar integrados elementos antiparasitarios en la tapa de conexión.

2.1.2. MANTENIMIENTO DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN.

- El mantenimiento de la bomba de alimentación consiste en verificar el estado externo del componente que generalmente es visual: Para descartar fugas o algunas averías mecánicas.
- Verificar funcionamiento.
- Verificar presión de funcionamiento.
- Verificar estanqueidad.
- Desmontando y desarmando verificar el astado del cuerpo y sus componentes. Fig. 149.
- Asentar la base y cambiar accesorios.

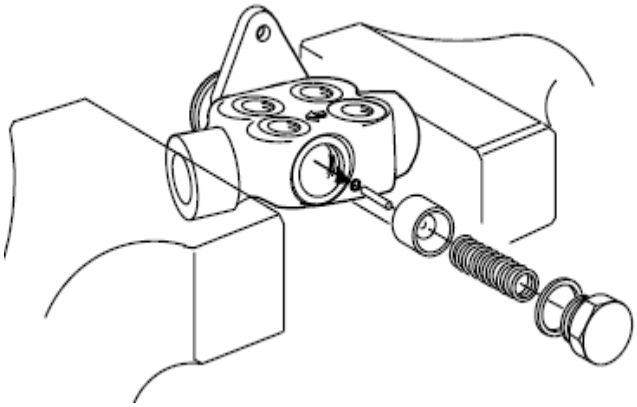


Fig. 149. Bomba celular de rodillos

2.1.3. CÁLCULO DE PRESIÓN EN LOS LÍQUIDOS.

El estado de un cuerpo puede ser sólido, liquido, o gaseoso. La diferencia esencial entre estos estados se manifiesta por la magnitud que en ellos tiene la cohesión de sus moléculas. Esta cohesión (fuerza de unión) es grande en los sólidos, pequeña en los líquidos y desaparece completamente en los gases. Otras diferencias estriban en la conservación del volumen y la forma.

PRESIÓN EN LOS LÍQUIDOS:

Una fuerza exterior produce, en un líquido encerra presión: la llamada presión del líquido. Fig. 150.

La presión de un líquido en todos los puntos del misr actúa con la misma magnitud.

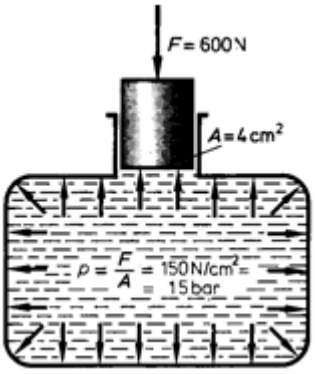


Fig. 150. Presión en líquido.

Presión = $\frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}} = \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{N}{cm^2}$$

La unidad derivada SI de la presión es el pascal (Pa). Un pascal es igual a la presión que actúa uniformemente sobre una superficie y con la que se ejerce la fuerza de 1 Newton en sentido perpendicular a la superficie de un metro cuadrado.

1 Pa = $1\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ = (Pascal, físico francés, 1623 - 1662)

Dado que esta unidad corresponde a una presión pequeñísima, se ha adoptado el nombre especial bar para designar la décima parte del mega pascal (MPa):

1bar = 0.1 MPa

Unidad de presión es el bar (Actualmente se está utilizando el Pascal como kPa. Es la unidad de medida en los instrumentos de medida como indicadores de presión o manómetros de presión):
1bar = 100 kPa.
1bar = 100 000 $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}$ (Pa) =100 kPa.

DIFERENCIA ENTRE FUERZA Y PRESIÓN:

Fuerza (F) = $[N\ ]$ **Presión (P) =** $\frac{\mathbf{daN}}{\mathbf{cm}^2}$

1 dirección	en todas direcciones
1 punto de aplicación	innumerables puntos de aplicación

La presión sobre el fondo y la presión lateral de un líquido de reposo (presión hidrostática) dependen de la columna de líquido, de la densidad de líquido y de la aceleración de la gravedad.

No dependen de la forma del recipiente ni de la cantidad de líquido. Fig.151.

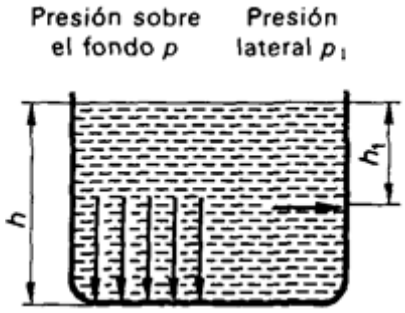


Fig.151. Presión Hidrostática.

La aceleración de la gravedad es necesaria como factor, ya que en el concepto de densidad solo está contenida la masa, pero no la fuerza (kg/dm^3). Sin embargo, la presión hidrostática indica siempre la fuerza por unidad de superficie (N/m^2).

La presión sobre el fondo y la presión lateral se indican por lo general en:
N/m^2 = Pa o en bar.

1bar = 100 000 $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}^2}$ (Pa)

En la prensa hidráulica la fuerza ejercida sobre un embolo pequeño (émbolo de bomba) origina en el líquido encerrado una presión que actúa en todas las direcciones y por tanto también sobre el émbolo grande (émbolo de trabajo). Fig.152.

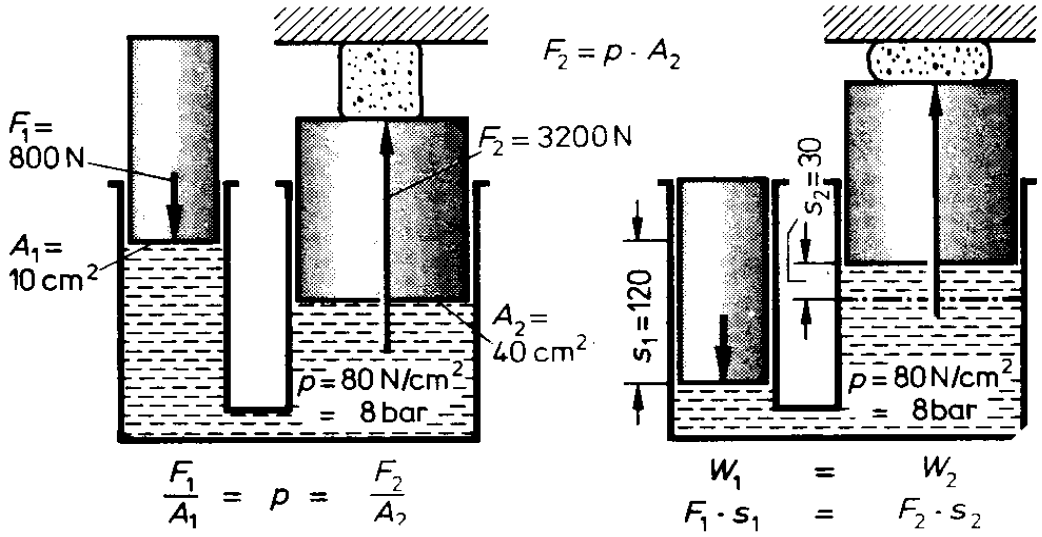


Fig.152. Principio de prensa hidráulica.

En el émbolo grande se produce de este modo una fuerza cuya magnitud depende del tamaño de la superficie de émbolo (fuerza = presión X superficie).

La de las fuerzas (F_1/F_2) es igual a la relación de las superficies de los émbolos (A_1/A_2).

El aumento de la fuerza se consigue, de acuerdo al recorrido del embolo, de manera que las carreras de los émbolos son inversamente proporcionales a las fuerzas.

$$\frac{\mathbf{S_2}}{\mathbf{S_1}} = \frac{\mathbf{F_1}}{\mathbf{F_2}} \qquad \textbf{dónde: } \mathbf{F_1 . S_1 = F_2 . S_2}$$

De donde resulta que el trabajo realizado por el émbolo de bomba es igual al trabajo producido por el émbolo de trabajo (despreciando las pérdidas).

Aplicación del principio de la prensa hidráulica en el automóvil: frenos hidráulicos, elevadores de coches, volquetes hidráulicos, servo dirección, etc.

En recipientes unidos (vasos comunicantes) el líquido se mantiene a la misma altura. Ejemplo: en un carburador cuando el motor está en reposo, el nivel de combustible en la cámara del flotador es el mismo que en el tubo de mezcla unido a aquella cámara. Fig.153.

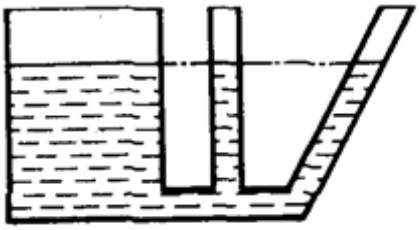


Fig.153. Vasos comunicantes.

Empuje ascensional.

Cuando se sumerge un trozo de madera en agua, se percibe claramente una fuerza en sentido opuesto que empuja a la madera hacia arriba cuando se la suelta. Existe pues una fuerza de empuje hacia arriba cuya magnitud depende de la densidad del líquido desplazado y del volumen del cuerpo sumergido, así como de la aceleración de la gravedad. Fig.154.

$$F_A = V \cdot g \cdot g$$

La fuerza ascensional no depende del peso del **cuerpo sumergido:**

La causa del empuje ascensional es la diferencia de presiones de líquido sobre los lados superior e inferior del cuerpo. La diferencia entre la mayor presión que actúa sobre el lado inferior del cuerpo y la menor presión que actúa sobre el lado superior del mismo, tiene como resultado la fuerza de empuje que puede determinarse con un dinamómetro de resorte.

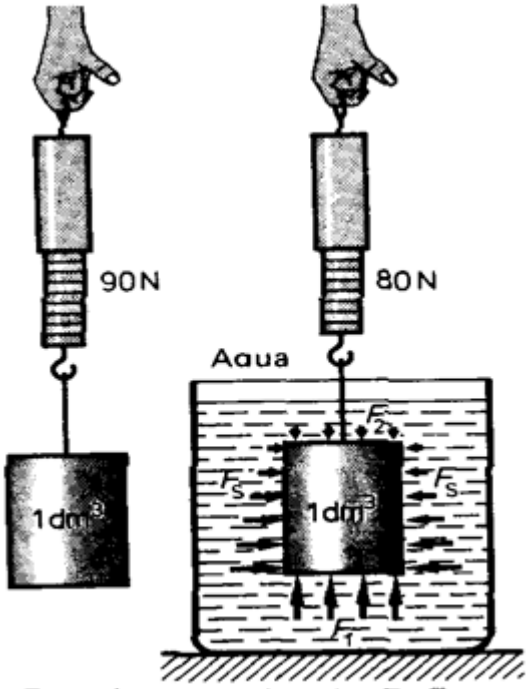


Fig.154. Empuje ascensional.

El empuje hacia arriba que experimenta un cuerpo sumergido en un líquido, es igual al peso del líquido desplazado por el cuerpo.

(Principio de Arquímedes; 222 años antes de JC)

Ejemplos: buque, flotador del carburador, flotador del indicador de nivel de combustible y areómetro.

Ejercicios de aplicación:

1. El diámetro efectivo de una bomba de combustible es de 35 mm. La presión de alimentación es P= 0.17 daN/cm^2.
¿Cuál es la fuerza de resorte de la membrana, en N?

2. El esquema representa una prensa hidráulica. Fig.155.
a) Calcular la fuerza F_1 en el embolo de la bomba
b) Determinar la presión P del líquido
c) ¿Cuál es el valor de F_2 en el embolo de trabajo?

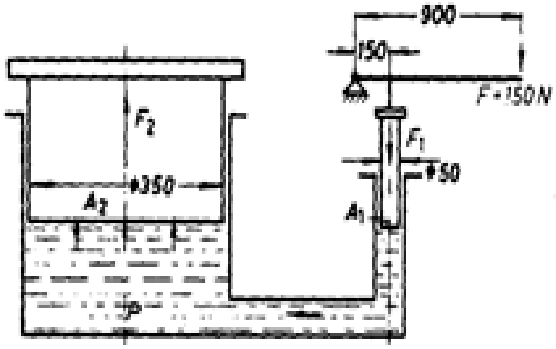


Fig.155. Empuje ascensional.

3. Calcular la profundidad de inmersión t en mm del flotador cilíndrico del indicador de nivel del tanque de combustible.
El flotador tiene un diámetro d= 30 mm, peso fuerza del cuerpo G_c= 100 mN, densidad del combustible ρ = 0.8 kg/dm^3

4. La bomba de combustible del tipo diafragma tiene un diámetro d = 50 mm y la fuerza del resorte es F = 60 N. Calcular:
a) Presión en el fondo del tanque en bar.
b) Fuerza ascensional F_A en N.
c) Presión de elevación de la bomba en bar.

2.1.4. CONVERSIONES.

La unidad derivada SI de la presión es el pascal (Pa).

$$1\ Pa = 1\frac{N}{m^2}$$

La presión de los líquidos también se da en múltiplos del pascal como el Kilopascal y el Megapascal:

1 MPa = 1000 kPa = 1’000,000 Pa

Dado que el pascal corresponde a una presión pequeñísima, se ha adoptado el nombre especial bar para designar la décima parte del megapascal (MPa).

1bar = 0.1 MPa

Unidad de presión es el bar.

1bar = 100 000Pa =1 $\left[\frac{\mathrm{daN}}{\mathrm{cm}^2}\right]$

1Pa = 0, 0001 $\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}^2}\right]$

Ejercicios:

5. ¿En 120 kPa cuantos Pa hay?

6. ¿En 0.7 MPa cuantos kPa y Pa hay?

7. Convertir 500 Pa a $\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}^2}\right]$

8. Convertir 20 $\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}^2}\right]$ a Pa

9. Convertir 150 bar a MPa

10. Convertir 250 $\left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}^2}\right]$ a bar

11. Convertir 100 $\left[\frac{\mathrm{daN}}{\mathrm{cm}^2}\right]$ a bar

12. Convertir 2500 Pa a bar

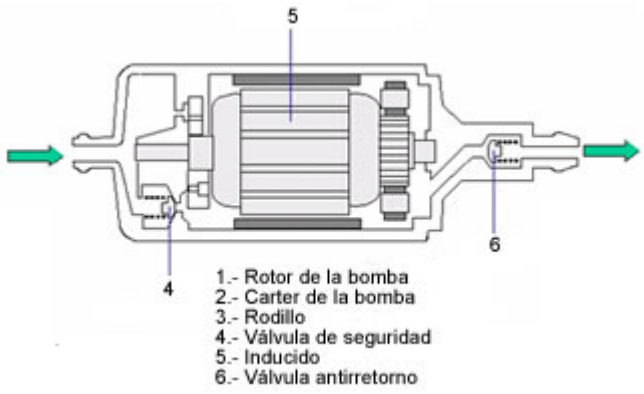


Fig.156. Bomba eléctrica

13. La electrobomba multicelular de rodillos del sistema de alimentación de combustible ejerce una presión manométrica de 2.5 bar para impulsar el combustible desde el depósito de combustible. Fig.156.
¿A cuántos MPa (Megapascal) corresponde?

14. El regulador de presión del sistema de inyección electrónica de combustible riel común, regula la presión de combustible de los inyectores a 1500 bar. Fig.157. ¿A cuántos kPa es equivalente?

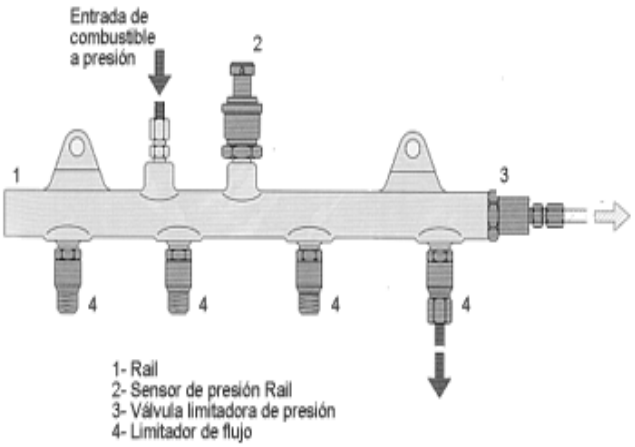


Fig.157. Bomba eléctrica..

2.1.5. DILATACIÓN DE LOS LÍQUIDOS.

Si un cuerpo se dilata en todas direcciones, tiene lugar entonces una dilatación cúbica. En los líquidos solo se trata de dilatación cúbica (el aumento de volumen).

Como el líquido carece de forma propia, solo puede tener sentido hablar de dilatación cúbica, pues sus dimensiones dependen del recipiente que lo contiene, observándose un ascenso del nivel del fluido debido a que en general, los líquidos se dilatan más que los sólidos.

En consecuencia. Para determinar la dilatación absoluta o verdadera de un líquido se deberá considerar la dilatación que experimenta el recipiente que lo contiene.

Se ha comprobado experimentalmente que, por ejemplo, un litro de aceite aumenta su volumen 8 diezmilésimas por cada grado de elevación de temperatura.

Coeficiente de dilatación cubica $\frac{0.0008 \cancel{1}}{\cancel{1} \text{ l} \cdot 1 \text{ K}} = 0{,}0008$ por 1 Kelvin

El aumento de volumen que experimenta un cuerpo solido o liquido por cada grado que se eleva la temperatura, se denomina coeficiente de dilatación cubica y es tres veces mayor que el coeficiente lineal.

2.1.6. PROTECCIÓN PERSONAL AL MANIPULAR COMBUSTIBLES.

Por sí mismos, estos productos resultan en general poco agresivos para la salud, pudiendo causar ligera irritación, tras un contacto repetido y prolongado con la piel o las mucosas.

Sin embargo, conviene señalar que, en ocasiones, contienen aditivos de la más variada naturaleza, que pueden resultar peligrosos, por lo que debe consultarse siempre la ficha de seguridad de cada producto en particular.

De acurdo a la Norma ISO 14001, ISO 18001 y Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional; que indica expresamente contar en todos los talleres con las hojas de seguridad de todas sustancias con las que se cuanta para las tareas como: lubricantes, Solventes, combustibles y otros.

PRECUACIONES DURANTE SU MANIPULACIÓN:

Evitar la inhalación de los vapores que se originan cuando se calientan estos productos. Los lugares en donde se realicen operaciones con formación de vapores o nieblas deben estar acondicionados según establece la Seguridad y Salud Ocupacional en el Trabajo. Si a pesar de todo puede persistir su presencia, se deberá utilizar protección respiratoria provista del filtro adecuado.

Cuando se vaya a manipular estos productos conviene utilizar guantes, de acuerdo con las recomendaciones indicadas. Fig.158.



Fig.158. EPP (Equipos de protección personal).

En trabajos de precisión en los que se requiera mucha sensibilidad táctil y no sea posible el uso de guantes, utilizar una crema barrera adecuada.

Atención: la protección que proporcionan dichas cremas no durará toda la jornada laboral, por lo que se aplicarán al comenzar el trabajo con las manos limpias y se repetirá la aplicación al menos dos veces más, debiendo lavarse siempre antes de aplicarla de nuevo.

CONDICIONES A TENER EN CUENTA PARA EL MANEJO SEGURO:

- No guardar ni consumir alimentos o bebidas, ni fumar en los lugares donde se utilicen estos productos.
- Evitar el contacto con la piel, así como la impregnación de la ropa con aceites minerales, grasas y demás derivados de petróleo.
- No reutilizar botellas de agua o contenedores de bebidas, rellenándolos con los productos en cuestión.
- Cuando sea necesario trasvasarlos desde su envase original a otro más pequeño, usar recipientes especiales para productos químicos y etiquetarlos adecuadamente, debiendo permanecer siempre bien cerrados.
- En caso de duda, consultar la hoja de datos de seguridad de cada producto en particular.

PRIMEROS AUXILIOS:

a) **En caso de inhalación:** Respirar aire fresco. Si fuera preciso, practicar respiración boca a boca o mediante medios instrumentales.
b) **En caso de contacto con la piel:** Lavarla con abundante agua. Si se ha impregnado la ropa, debe retirarse de inmediato y cambiarse por otra limpia.
c) **En caso de contacto con los ojos:** Enjuagarlos con abundante agua durante unos 10 minutos, manteniendo los párpados abiertos. Aplicar un colirio y si es necesario, acudir a un oftalmólogo.
d) **En caso de ingestión:** No inducir el vómito. Beber agua en abundancia.
e) **En caso de duda sobre cualquiera de los puntos anteriores:**
Consulte a su instructor o al brigadista de primeros auxilios de la zona o área de actividad.

AGENTES EXTINTORES:

Estos productos presentan por lo general, un elevado punto de inflamación. No obstante, en caso de incendio en el que se hallen implicados, evitar la inhalación de los gases formados.

Pueden utilizarse como agentes extintores espuma, polvo seco y CO_2. El agua puede resultar ineficaz.

MEDIDAS A TOMAR EN CASO DE VERTIDO:

- Recoger con materiales adsorbentes (sepiolita, tierra de diatomeas, etc.).
- Evitar que los productos derramados alcancen los desagües.

ELIMINACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS Y ENVASES:

Los residuos de estos productos se consideran especiales, debiendo ser tratados y eliminados igual que los productos lubricantes; en los respectivos depósitos acondicionados para su almacenaje, que debe contar de modo obligatorio con una etiqueta.

2.2.1. COMPROBACIÓN DEL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN.

Todos los motores de combustión interna llevan como equipamiento una bomba de alimentación. Entonces su funcionamiento y el estado del mismo son muy importantes.

Una forma de determinar el estado es, después de apagar el motor por más de dos horas accionar la bomba manual; normalmente esta debe presentar resistencia a la hora de presionar y no es así entonces las válvulas no están realizando un buen sellado.

2.2.2. INSPECCIÓN EXTERIOR.

Las inspecciones externas normalmente son visuales para verificar fugas de combustible por las arandelas y empaques de junta.

En otras ocasiones pueden presentar rajaduras u otro tipo de deterioro en el cuerpo de la bomba de alimentación.

2.2.3. PRUEBA DE PRESIÓN.

Una forma de verificar el estado de funcionamiento de la bomba de alimentación es verificar la presión de trabajo y la estanqueidad.

Desacoplar conducto de alimentación entre motor (sistema de inyección de alta) y filtro de combustible – después de la bomba de alimentación.

Conectar un medidor de presión (manómetro) arrancar el y observar la presión en el indicador de presión y comparar con las especificaciones del fabricante.

2.2.4. PRUEBA DE LAS VÁLVULAS DE PRESIÓN Y DE ADMISIÓN.

Para determinar la estanqueidad de las válvulas de la bomba de alimentación:

VÁLVULA DE PRESIÓN:

Instalar un manómetro después de la bomba de alimentación, utilizando un adaptador.

Dar arranque por unos segundos y apagar: luego observar la presión que indica el manómetro y ésta debe permanecer estable.

No bebería descender por debajo de la presión de trabajo; genéricamente los sistemas mecánicos mantienen valores entre 4 y 5,5 bar.

VÁLVULA DE ADMISIÓN:

Instalar un vacuómetro con generador de vacío en la entrada de la bomba de alimentación y accionar (generar vacío) unos 5 a 8 mmHg. Luego observar; se debe mantener estable el manómetro de lo contrario la válvula no tiene buen sellado.

2.2.5. CÁLCULO DEL CAUDAL: Fig.159.

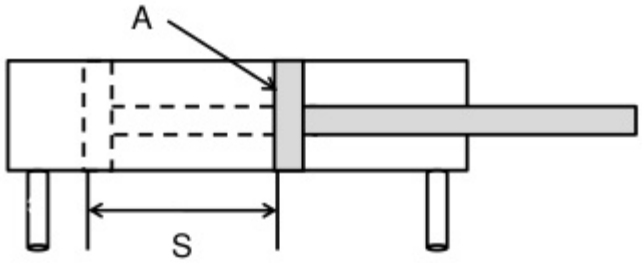


Fig.159. Cilindro hidráulico.

I. $Q = \frac{V}{T} = (\text{ Caudal Volumétrico } = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$

II. $V = A \cdot S$ (Volumen = Área * Longitud)

Remplazando II en I tendremos lo siguiente

Q = A . Vel (A = área, Vel = velocidad)

Deduciendo tendremos :

$$A = \frac{Q}{Vel} = l/min$$

$$Vel = \frac{Q}{A} = m/s$$

EJERCICIOS DE CAUDAL:

1 Ejercicio

Datos: Q= 4,2 l/min; V = 4 m/s,

A = ?

2. Ejercicio

Datos: Q= 4,2 l/min; A= 0,28 cm^2

V=?

3. Ejercicio

Datos: A= 8 cm^2; S=10cm; t=1 min;

Q=?

2.2.6. CAUDAL:

El caudal volumétrico es el volumen de líquido que fluye a través de un conducto en un tiempo determinado.

Por ejemplo si se toma un minuto para llenar un depósito de 10 litros con agua proveniente del grifo.

En este caso el caudal volumétrico en el grifo es de 10 $\frac{l}{min}$.

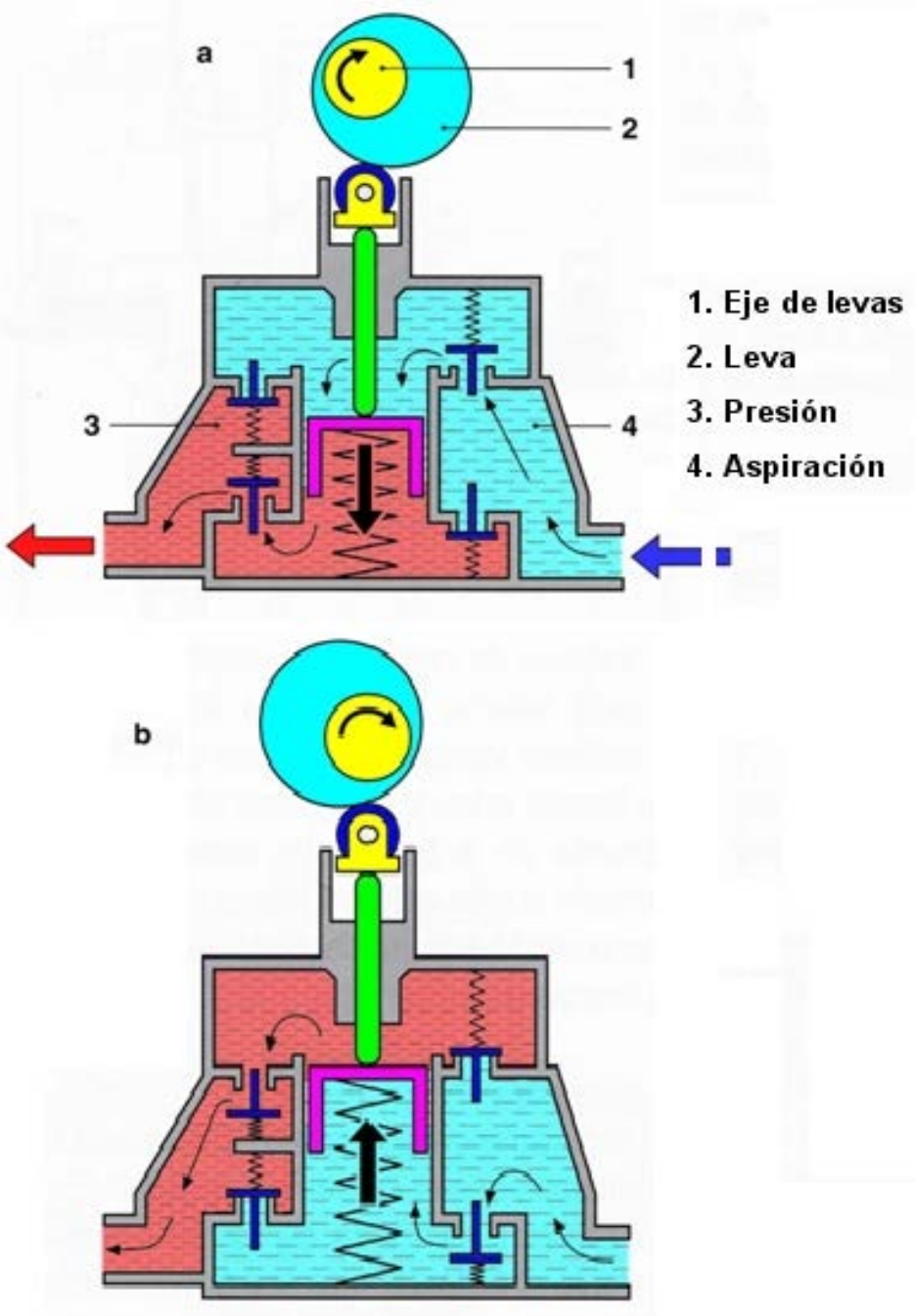
Fig.160.

EJERCICIOS:

1. Datos:
Volumen = 80 litros de combustible.
Q = 2 $\frac{dm^3}{seg}$
Calcular el tiempo en seg.

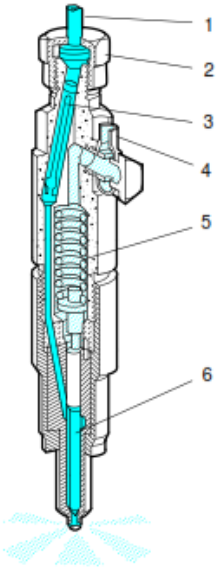
2. Datos:
Q = 0,5 $\frac{dm^3}{seg}$
t = 20 seg.
Calcular el volumen en l.

2.2.7. ESQUEMA DE LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE TIPO PISTÓN DE DOBLE EFECTO.

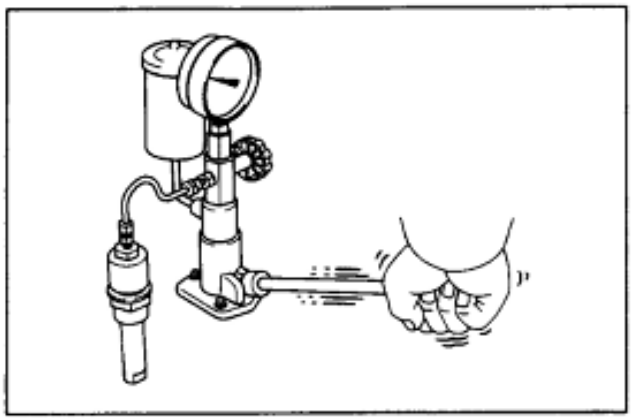


AMODE…	NOMBRE	FIRMA	FECHA	SENATI ESCUELA DE AUTOMOTORES
DIBUJADO	Juan Espino		Mayo/2014	
REVISADO	Jaime D.			

ESCALA:	BOMBA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE TIPO PISTÓN DE DOBLE EFECTO	DIBUJO TÉCNICO
		LÁMINA Nº



Inyector de un solo muelle



N°	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
1	Desmontar inyectores hidráulicos.	Juego de llaves mixta en milímetros
2	Desarmar, limpiar y verificar inyectores hidráulicos.	Juego de llaves mixta en pulgadas
3	Armar inyectores.	Juego de dados en milímetros y pulgadas
4	Regular y comprobar inyectores.	Probador de inyectores hidráulicos (diesel)
		Bandeja/recipiente/depósito
		Tornillo de banco
		Rectificadores de toberas

	DENOMINACIÓN		
SENATI	Realizar el mantenimiento de los inyectores hidráulicos	**HT:T03**	
	MECÁNICA AUTOMOTRIZ	Tiempo: 12 horas	HOJA:1/1

HOJA DE OPERACIÓN 09

9. DESMONTAR INYECTORES HIDRÁULICOS.

Cuando se tiene que trabajar con el sistema de combustible y otros sistemas del motor u otros componentes del vehículo se tiene que tener en consideración que manipular inadecuadamente puede ser más perjudicial que la misma falta de mantenimiento; es así cuando se trata del sistema de inyección el cuidado y la limpieza tiene que ser mayor porque se trata de componentes que trabajan con tolerancias muy pequeñas y la presencia de cualquier partícula por más pequeño que sea afectara el normal funcionamiento y la vida útil de la misma. Fig.160.

Algunas consideraciones:

- Antes de aflojar cualquier conexión del sistema de combustible compruebe que esté libre de grasa y suciedad, para evitar la posible contaminación de las tuberías de combustible.

- Si es necesario limpiar o lavar si fuera el caso el área del motor o del sistema en la se trabajará.

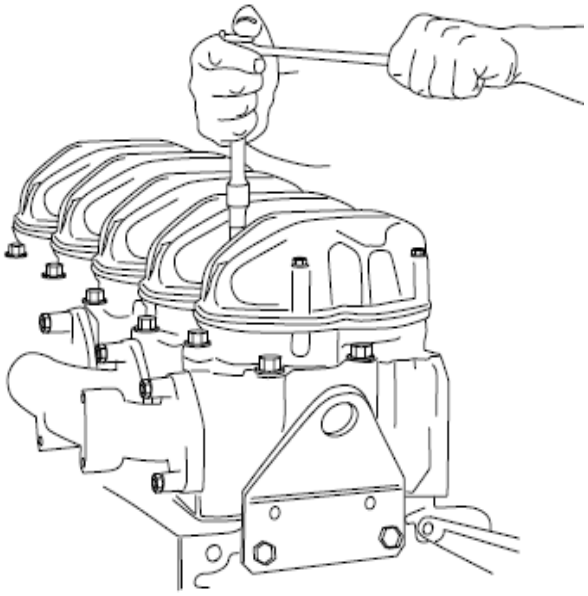


Fig. 160. Desmontaje de inyectores.

- recomendable evitar esta operación después de haber abierto cualquier parte del sistema de combustible.

- Por seguridad (es posible que alguien trate de encender el motor) y sin inyectores bañe el motor en petróleo. y si es electrónico con conectores de los inyectores sueltos dando pulso… no es buena idea; y también sirve para "resetear" la computadora.

PROCESO DE EJECUCIÓN.

1. Ubicar el vehículo en el área de trabajo.
2. Desconectar la batería o quitar el fusible general/principal. Fig.161.



Fig.161. Desmontaje de inyectores.

3. Poner debajo del vehículo una bandeja de preferencia ancha que abarque todo el motor para evitar derramar el petróleo.

4. Poner mangas de protección al vehículo si fuera el caso y al asiento de piloto – copiloto.

5. Limpiar o quitar algún agente extraño que se pueda ubicar al lado de los inyectores.

6. Aflojar los racores de conexión de la tubería de combustible al inyector y a la bomba de inyección. Fig.162.

Nota: Si las tuberías de combustible se mantienen unidas por medio de una o varias abrazaderas, retirar las abrazaderas que puedan estar conectadas al o el cuerpo de la bomba.



Fig.162. Desconectar cañería de entrada al inyector.

7. Retirar las arandelas de rebose.
8. Desconectar las cañerías de conexión de retorno del inyector hacia el depósito de combustible, teniendo la precaución de recoger las arandelas de cobre si los racores.

Observación: En los inyectores de sujeción por mordaza o brida con más de una tuerca o tornillo de fijación.

9. Aflojar estos elementos gradualmente y uniformemente para no deformar el inyector y después retirar las tuercas o tornillos y la mordaza.

10. Retirar los inyectores jalando o girando. Fig.163.



Fig.163. Desmontaje de inyectores.

Observación: Si el inyector está muy apretado en la tapa tendrá que utilizar un extractor adecuado.

11. Utilizando un extractor adecuado desmonte los inyectores. Fig.164.

Nota: Enumerar los inyectores para que se pueda instalar en su mismo alojamiento. Fig.165.

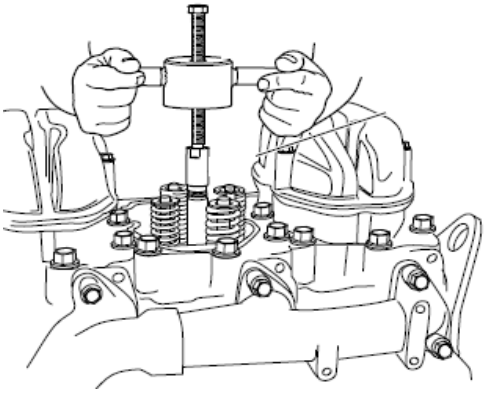


Fig.164. Desmontaje de inyectores.

12. Retirar las arandelas de la base del portainyectores.

13. Tapar los agujeros para evitar la contaminación. Fig.166.

14. Poner tapones a los inyectores y las cañerías. Fig.166.

15. Llevar al área de trabajo los inyectores para la reparación o mantenimiento.

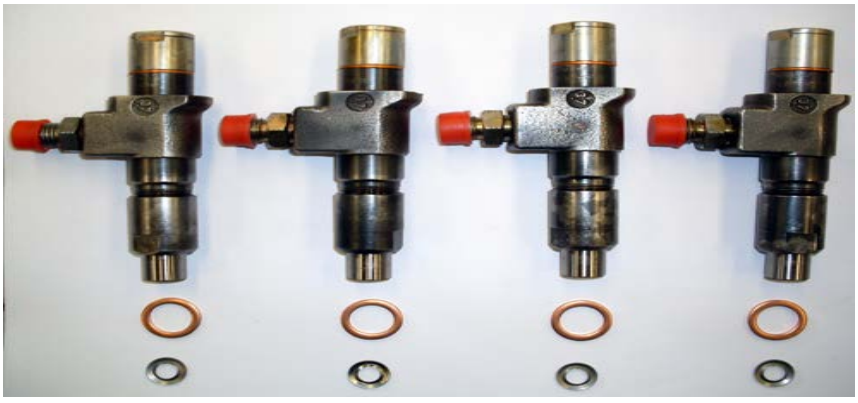


Fig. 166. Desmontaje de inyectores.

HOJA DE OPERACIÓN 10.

10. DESARMAR, LIMPIAR Y VERIFICAR INYECTORES HIDRÁULICOS.

Nota: Antes de desarmar, debemos comprobar la presión de disparo o de apertura, para verificar el trabajo de los inyectores. Fig.167.

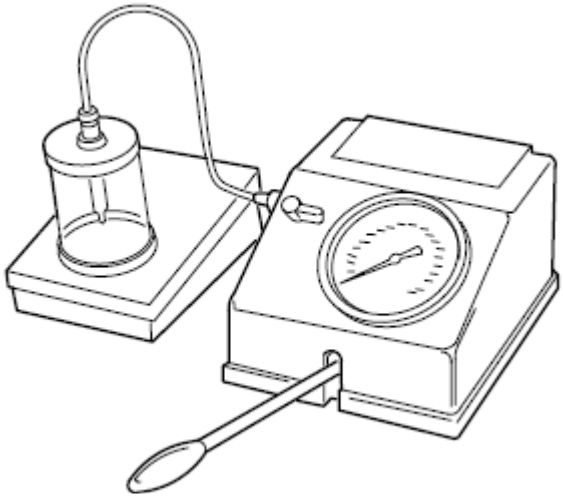


Fig.167. Desmontaje de inyectores.

Otro aspecto que debemos tomar en cuenta, es la atomización y el tipo de chorro del inyector; por lo que debemos verificarlo.

Si el resultado es normal entonces s puede utilizar sin ningun problema de lo contrario se tiene que desarmar para realizar su reparación.

Observación: Utilizar los implementos de seguridad (guantes, mascarilla y lentes de seguridad).

Tener las herramientas necesarias como:

- Una bandeja. Fig.168.
- El torque.
- Limpia toberas.
- Llave para tuberías.
- El asienta toberas.
- El manómetro de presión.
- Las tuberías necesarias.



Fig.168. Bandeja con solvente.

Teniendo las herramientas adecuadas proceder al desarmado del inyector.

No utilizar cepillo de acero, cuchillo ni herramienta similar, tampoco herramientas de rotación con cepillo.

De lo contrario se estropearan los orificios del inyector, los bordes de los orificios de las toberas. Fig.169.

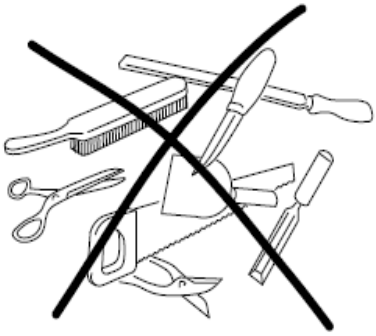


Fig.169. Herramientas que no se deben usar en limpieza de inyector.

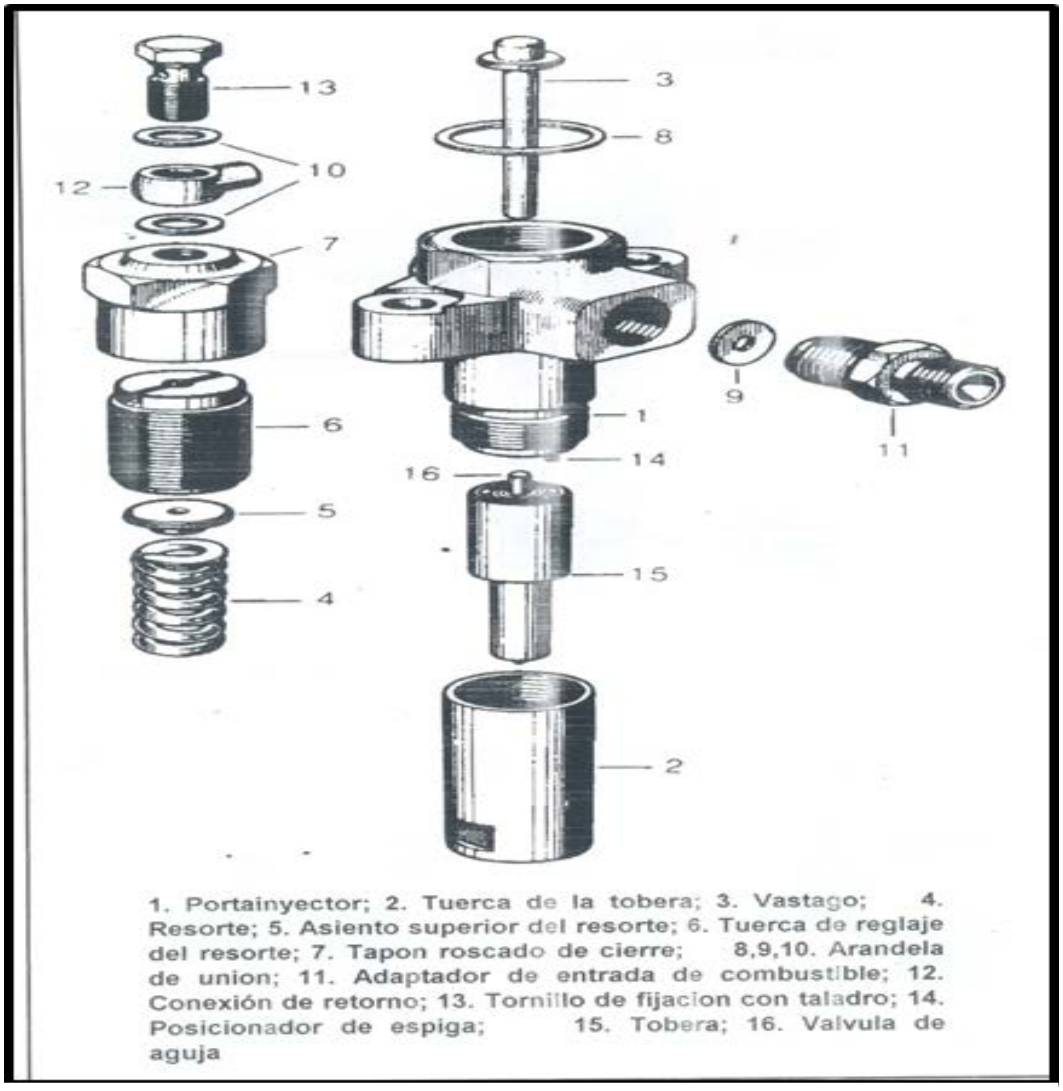
PROCESO DE EJECUCIÓN .

1. Colocar el inyector en el banco de trabajo para proceder al desarmado.

2. Retirar el tornillo de ajuste. Figura Nº 10.



Fig.170. Retirando la tureca de ajuste.



1. Portainyector; 2. Tuerca de la tobera; 3. Vastago; 4. Resorte; 5. Asiento superior del resorte; 6. Tuerca de reglaje del resorte; 7. Tapon roscado de cierre; 8,9,10. Arandela de union; 11. Adaptador de entrada de combustible; 12. Conexión de retorno; 13. Tornillo de fijacion con taladro; 14. Posicionador de espiga; 15. Tobera; 16. Valvula de aguja

Fig.171. Despiece de un inyector.

3. Retirar los componentes internos del portainyector. Fig.171 y 172.



Fig.172. Despiece de un inyector.

4. Extraer la válvula de aguja de la tobera. Fig.173.



Fig.173. Despiece de la aguja y la tobera.

5. Limpiar todas las piezas con Diesel. Fig.174.

10.1. LIMPIAR INYECTORES:

10.2. PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Limpie la tobera
2. Verifique daños. Fig.174.
3. Asentar la tobera en el asienta tobera, haciendo formas de ocho.
4. Verificar el asiento de la aguja con una inspección visual. Fig.175.
5. Colocar la aguja en el cuerpo de la tobera.

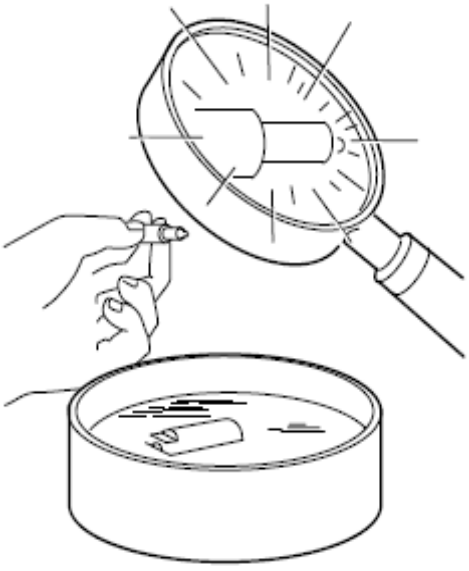


Fig.174. Verificando daños y limpieza de la aguja de la tobera.



Fig.175. Despiece de un inyector.

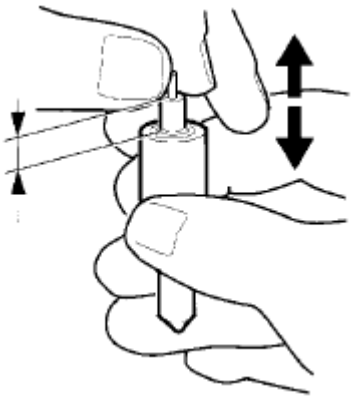


Fig.176. Prueba de deslizamiento de la aguja en la tobera.

6. Manteniendo vertical el cuerpo de la tobera levantar la aguja 10 mm, luego soltar; la aguja debe caer por su propio peso, levantar la aguja repetidas veces girando y probando para asegurarse que retorna con facilidad. Fig.176.

Ya cuando todo está listo podemos empezar con el armado del inyector hidráulico.

Otra posibilidad que tenemos en la limpieza es: si los componentes no presentan desgaste hacer la limpieza con ultrasonido. Fig.177.



Fig.177. Equipo de lavado de ultrasonido.

HOJA DE OPERACIÓN 11.

11. ARMAR INYECTORES.

Después de haber determinado el estado de los componentes, que generalmente es visual para determinar el desgaste y las rayaduras en los elementos; se tiene dos opciones reutilizar los componentes o desechar y reemplazar por unos nuevos. Luego proceder el armado de los inyectores. Fig.178.



Fig. 178. Despiece de un inyector.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Coloque el cuerpo del inyector en la base para armar.

2. Coloque la válvula de aguja en la tobera. Fig.179.



Fig.179. Montaje de la aguja en la tobera.

3. Coloque la tobera en el cuerpo del inyector.

4. Coloque los elementos de ajuste (válvula de empuje y muelle regulador).
Fig.180.



Fig.180. Montaje de resorte y válvula.

5. Coloque la porta toberas.

6. Dar el ajuste necesario a la porta toberas. Fig.181.

7. Coloque el tornillo regulador.

8. Coloque el racor de cierre.

9. Luego probamos el inyector

Observación:

Asegúrese de instalar en la posición correcta la válvula de empuje.



Fig. 181. Ajuste de la turca del portainyectores

HOJA DE OPERACIÓN 12.

12. COMPROBAR INYECTORES Y REGULAR.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

Como se dijo anteriormente hay que verificar el estado de los inyectores: antes de desarmar y luego de armar.

Pues bien ya lo tenemos armado entonces procederemos a verificar el estado de los inyectores, con el probador de inyectores. Fig.182.



Fig.182. Probador de inyector.

Son 03 pruebas que se deben realizar para determinar si es necesario algunos ajustes necesarios en los inyectores.

- Test de presión (control de ajuste de la presión de descarga).
- Test de estanqueidad.
- Test de atomización y ruido (Forma de chorro y chirrido).
- La comprobación de inyectores puede resultar peligrosa ya que la presión a que sale el combustible de la tobera del inyector es muy alta suficiente para

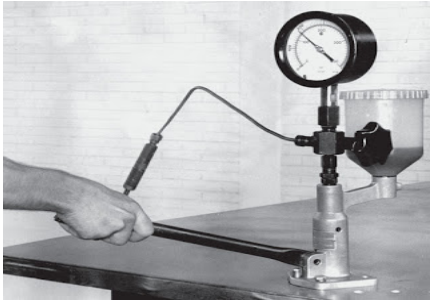


Fig.183. Inyector apuntando cerca de la mano del operador.

perforar la piel humana y llegar al torrente sanguíneo. Que puede tener consecuencias **MORTALES**.

- Lo ideal es probar el inyector alojado en una campana de pruebas especial de manera que el chorro no pueda dañar a nadie.

- El inyector deberá apuntar siempre en sentido opuesto al operador del aparato de pruebas o a cualquier otra persona que se encuentre presente durante la prueba. Fig183.

- Al realizar estas pruebas además de protegerse las manos con una crema adecuada o con guantes de goma es aconsejable utilizar gafas de seguridad.

12.1. TEST DE PRESIÓN (CONTROL DE AJUSTE DE PRESIÓN DE DESCARGA).

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Colocar una tubería (cañería) en el manómetro de presión.
2. Colocar el inyector en el otro extremo de la tubería.
3. Ajustar las dos tuberías con una llave para tuberías (17 mm o 19 mm).
4. Colocar un recipiente para que retenga el diesel pulverizado.
5. Abrir la válvula del dispositivo de test (probador de inyector).
6. Accionar la palanca del dispositivo en la frecuencia de una bombeada por segundo Fig.184.
7. Efectuar la lectura de presión de apertura en el instante en que se inicia la pulverización, a través del manómetro



Fig. 184. Probador de inyector.

Datos: Presiones de ajuste de algunos modelos:
12 a 150 bar, 182 a 190 bar, 230 a 240 bar, 230 a 240 bar, 220 bar, 250 bar

INDICACIÓN:

Para todos los motores, el ajuste de la presión se hace variando el espesor de calce (lainas - arandelas) que va montado sobre el resorte actuador. Aumentándose el espesor del calce, aumenta la presión y viceversa.

Es importante indicar que la construcción de los inyectores, además de la variación de marcas (CAV y Bosch), varía de acuerdo con el modelo y aplicación del motor.

12.2. TEST DE ESTANQUEIDAD:

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Abrir la válvula del dispositivo de test.

2. Aplicar una presión controlada de 20 bares menor a la presión recomendada para apertura del inyector (vea las especificaciones del fabricante). Fig.185.

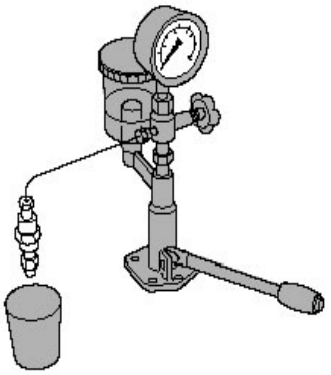


Fig.185. Prueba de estanqueidad del inyector.

Observación: Ninguna gota de diesel deberá salir de la punta del inyector antes de 10 segundos. Fig.186.

Es importante indicar que cuando el motor presente fallas en el funcionamiento en función de uno de los inyectores defectuosos, se puede descubrir en cuál de ellos está el problema de la siguiente manera:

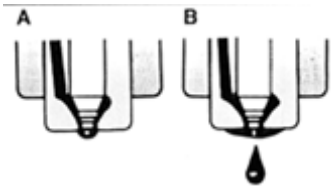


Fig.186. Goteo en un inyector.

Deje el motor en marcha mínima (en mínimo, ralentí) y afloje la conexión de entrada de todos los inyectores, uno a la vez: en el inyector en que el motor no presenta una disminución de revoluciones, hay irregularidades o problemas.

12.3. TEST DE ATOMIZACIÓN Y RUIDO (FORMA DE CHORRO Y CHIRRIDO):

SST. (Seguridad y salud en el trabajo):

Tener cuidado en esta prueba y mantenga el cuerpo alejado de los chorros de aceite de calibración.

El fluido de test puede penetrar en la piel, entrar en la corriente sanguínea, causar envenenamiento y posiblemente, la muerte.

Observación:

La atomización debe presentarse con las siguientes características:

La atomización debe ser muy fina, en forma de niebla. Fig. 187 y 188.

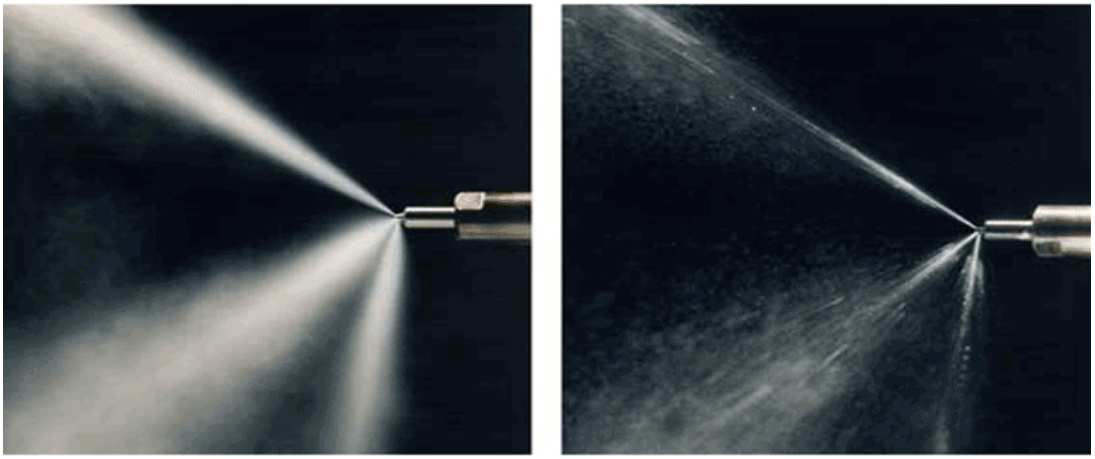


Fig.187. Atomización de los inyectores tipo orificios.

La atomización debe ocurrir de forma homogénea, o sea, debe ser obtenido el mismo resultado en todos los agujeros: calidad de la nebulización y ángulo de los chorros.



Fig.188. Atomización de los inyectores tipo espiga.

Durante el test anterior, estar atento también para el ruido emitido por el inyector.

Para que el conjunto inyector pulverice correctamente el combustible es preciso que la aguja oscile hacia atrás y hacia adelante, a una frecuencia muy elevada, durante la fase de inyección.

Al llegar al inyector el combustible a presión impulsado por la bomba de inyección se produce una variación de la presión de impulsión durante el periodo comprendido entre el comienzo y el final del suministro. Esta variación hace que oscile la válvula de aguja del inyector, oscilación que puede percibirse por el zumbido y la vibración que produce. Fig.189.

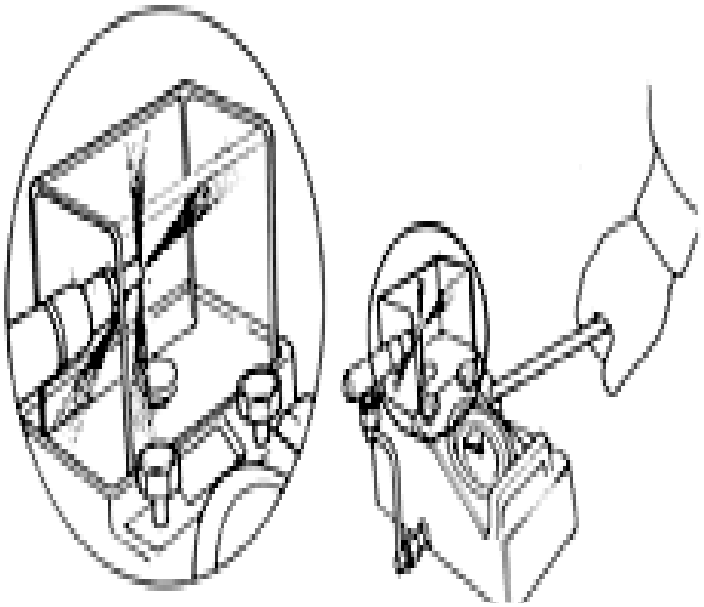


Fig.189. Prueba de estanqueidad del inyector.

Si no hay zumbido o éste es irregular lo más probable es que el inyector se encuentra en mal estado o a que la válvula de aguja se pega.

La palanca del comprobador deberá accionarse a un ritmo uniforme para que se produzca el zumbido y el manómetro deberá estar cerrado.

HOJA DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA 03

6.1.1. INYECTORES HIDRÁULICOS: TIPOS Y ELEMENTOS QUE LO COMPONEN.

El inyector diésel es el componente del sistema de inyección, que se encarga de introducir el combustible finamente pulverizado en la cámara de combustión.

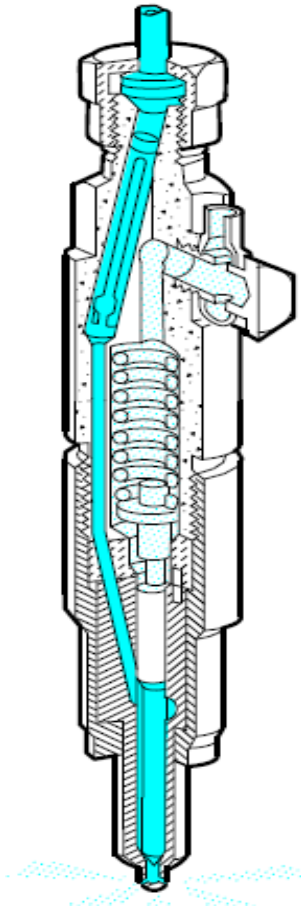


Fig.190. Inyector tipo orificio.

Dependiendo que sean inyectores para motores de inyección directa o indirecta, su construcción y morfología es distinta.

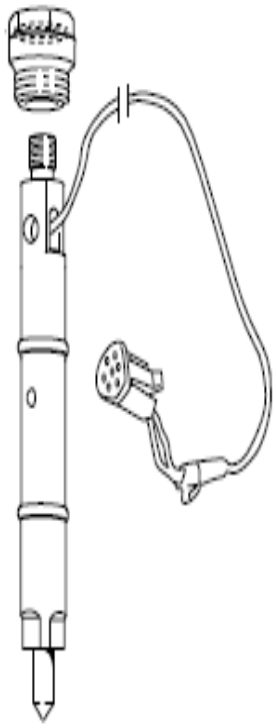


Fig.191. inyector tipo orificio.

Los inyectores llamados de orificios son los de inyección directa y los de tetón de inyección indirecta. Fig.190.

Realmente esta característica mencionada es de la tobera, que es el principal componente que se sustituye en el inyector cuando se repara.

El inyector es el elemento que nos permite determinar externamente, si un motor es de inyección directa o indirecta.

Con las primeras gestiones electrónicas para motores diésel se utilizaban inyectores con sensor de movimientos de aguja o inyectores pilotados, o como se denominan vulgarmente, los inyectores con cable. Fig.191.

Son inyectores mecánicos completamente iguales a los convencionales y pueden ser reparados sin ningún problema. Su diferencia se encuentra en el hecho de llevar una bobina eléctrica en la parte superior que detecta el

movimiento de la aguja de la tobera, lo que supone de hecho el comienzo real de la inyección.

Los inyectores mecánicos convencionales son reparables todos excepto los de los inyectores de la marca Stanadyne o Carterpillar, que son los llamados de lapicero que no tienen reparación y se sustituyen completos. Fig. 192.

3.1.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS INYECTORES HIDRÁULICOS.

El inyector pulveriza el combustible en la cámara de combustión.

El combustible es presionado en los tubos de alta presión que conectan al inyector.

Hay tres tipos de inyector convencionales utilizados en los motores hasta los años 2000. Estas son:

- Inyectores con un muelle.
- Inyectores con dos muelles.
- Inyectores con sensor del movimiento de la aguja.

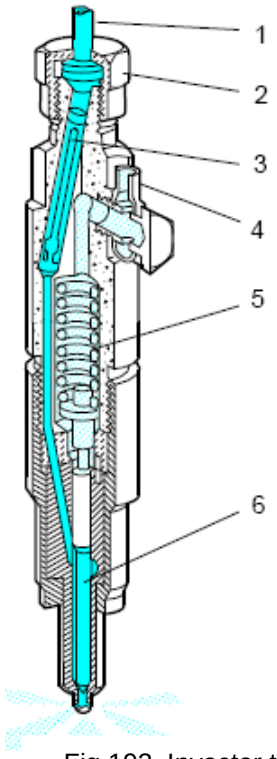


Fig.192. Inyector tipo orificio de un resorte.

INYECTOR DE UN SOLO MUELLE: Fig.192.

En la conexión de tubo del inyector hay un filtro de varilla montado a presión. El combustible es presionado por un conducto del filtro de varilla a la tobera. Ciertos inyectores carecen de filtro.

El movimiento de la aguja de la tobera es regulado por la presión del combustible y la tensión del resorte.

Cuando el combustible procedente de la bomba de inyección ha alcanzado una cierta presión (presión de apertura), se levanta la aguja de la tobera (inicio de la inyección). Entonces se pulveriza el combustible en la cámara de combustión a través de varios orificios minuciosamente calibrados.

El combustible que se fuga entre la aguja y el cuerpo de la tobera, es conducido de vuelta al depósito de combustible por la tubería de rebose conectada a los inyectores (cañería de retorno de combustible).

INYECTOR DE DOS MUELLES: Fig.193.

En la conexión de tubo del inyector hay un filtro de varilla montado a presión. El combustible es presionado por un conducto del filtro de varilla a la tobera. Ciertos inyectores carecen de filtro.

En la posición de reposo, el muelle superior de presión, actuando por mediación del vástago y el muñón de presión, mantiene la aguja de la tobera presionada contra su asiento en el cuerpo del soporte del inyector.

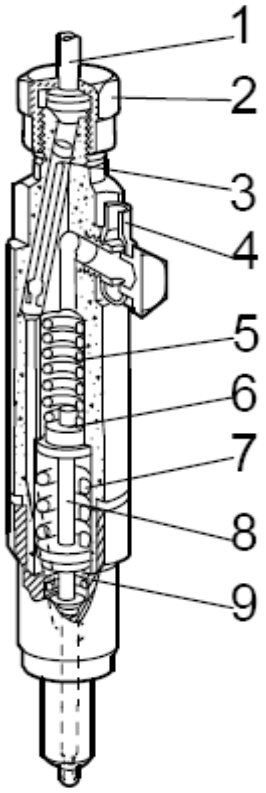


Fig. 193. Inyector tipo orificio de dos resortes.

PRIMERA ETAPA:

Cuando aumenta la presión del combustible, la aguja de la tobera es presionada, por mediación del vástago y el muñón de presión, contra el muelle superior de presión.

Este movimiento de elevación se detiene en la superficie transversal superior de la aguja de la tobera cuando hace contacto con las escotaduras de la arandela espaciadora. La carrera de la aguja de la tobera desde el asiento hasta la escotadura de la arandela espaciador se llama elevación preliminar.

SEGUNDA ETAPA:

Cuando se ha efectuado la elevación preliminar y la aguja de la tobera ha presionado el casquillo de la tobera contra la arandela espaciadora, entra en acción el segundo muelle de presión.

Con ello se refuerza la presión del muelle. Para levantar más la aguja de la tobera, se necesita entonces una mayor presión de combustible.

Una vez alcanzada esta presión, se eleva la aguja de la tobera, abriendo una mayor área de flujo para el combustible.

Cuando se ha efectuado la inyección, se cierra la tobera por la acción de los dos muelles.

En ralentí (baja carga parcial) sólo se abre la primera etapa del inyector, de forma que el motor tiene un ralentí más silencioso.

En las zonas intermedias de régimen y de carga, la primera etapa siempre está activa, mientras que la segunda etapa depende de la carga. Una carga más elevada produce un periodo de inyección más prolongado.

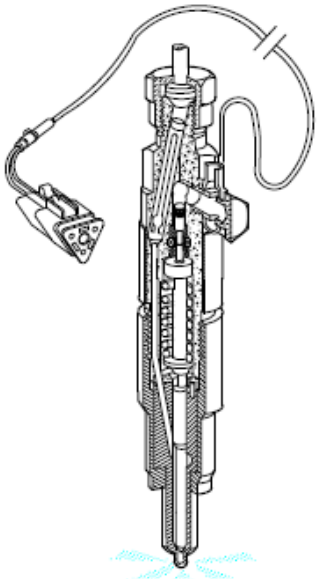


Fig. 194. Inyector con sensor de movimiento de aguja.

INYECTOR CON SENSOR DE MOVIMIENTO DE LA AGUJA: Fig.194.
En la versión con sensor de movimiento de la aguja, hay en la parte superior del soporte del inyector una bobina eléctrica que produce una tensión inductiva cuando se empuja el vástago de presión hacia arriba. La tensión inductiva es transmitida como señal, mediante un enchufe y un cable de conexión, a un dispositivo de mando.

3.1.3. CÁLCULO DE LA PRESIÓN Y DEL VOLUMEN INYECTADO.

El motor diesel aspira aire puro y lo comprime. Casi al final del tiempo de la compresión, poco antes del punto muerto superior, el inyector proyecta (inyecta) en la cámara de combustión la cantidad de combustible correspondiente que le suministra la bomba de inyección.

La cantidad de combustible inyectada e el cilindro a cada ciclo de trabajo se denomina cantidad inyectada.

Para la determinación de la cantidad inyectada en g o e mm3 por ciclo de trabajo y cilindro se tienen los siguientes datos:

- Consumo especifico = b
- Potencia del motor = Pe
- Numero de revoluciones = n
- Numero de ciclos de trabajo =
- Numero de cilindros = i
- Sistema de 2 o 4 tiempos.

La cantidad inyectada se calcula de la siguiente manera:

1. El consumo específico da los gramos consumidos por kW y hora; se multiplica por la potencia del motor y se tiene el consumo para el total de kW. Este valor se divide por el número de cilindros y se tiene la cantidad inyectada por cilindro y hora para una potencia determinada.

$$\frac{\text{Consumo especifico. Potencia del motor}}{\text{Numero de cilindros}} \Big\} \text{Cantidad inyectada por cilindro y hora para una potencia dada}$$

2. Para determinar con qué frecuencia se inyecta el combustible en el cilindro, se tomas las revoluciones por minuto del motor y se multiplican por 60 y se tiene, para los motores de dos tiempos, el número de vueltas por hora (que es igual al de tiempos de trabajo). En los motores de cuatro tiempos, como solo hay un tiempo de trabajo cada dos vueltas, hay que dividir por 2 el resultado.

Revoluciones por minuto. 60 → ciclos de trabajo por hora en los motores de dos tiempos.

$$\frac{\text{Revoluciones por minuto. 60}}{2} \rightarrow \text{ciclos de trabajo por hora en los motores de cuatro tiempos.}$$

3. A continuación se divide la cantidad inyectada por hora por el número de ciclos de trabajo en ese mismo tiempo y se tiene la cantidad por ciclo, es decir la cantidad de cada inyección.

$$\frac{\text{Cantidad inyectada por hora y por cilindro}}{\text{Numero de ciclos de trabajo por hora}} \Big\} \text{Cantidad inyectada por cilindro y hora para una potencia dada.}$$

Notaciones

b = Consumo específico $\left[\frac{g}{kWh}\right]$

n = Revoluciones del motor [1/min]

K_{II} = Cantidad inyectada en los motores de dos tiempos [g/cm³]

ρ = Densidad del combustible [g, mm³]

P_e = Potencia del motor [kW]

i = Número de cilindros

K_{IV} = Cantidad inyectada en los motores de cuatro tiempos [g, mm³]

Cuatro tiempos

$$K_{IV} = \frac{b \cdot P_e \cdot 2}{i \cdot n \cdot 60} \text{ [g] por inyección}$$

$$K_{IV} = \frac{b \cdot P_e \cdot 2 \cdot 1000}{i \cdot n \cdot 60 \cdot \rho} \text{ [mm³] por inyección}$$

b) $$K_{IV} = \frac{b \cdot P_e \cdot 2 \cdot 1000}{i \cdot n \cdot 60 \cdot \rho} \text{ [mm³]}$$

$$K_{IV} = \frac{0{,}0654 \cdot 1000}{0{,}84} = \underline{77{,}9 \text{ mm}^3}$$

Fórmula con ejemplo

$$\text{Cantidad inyectada} = \frac{\text{Consumo esp.} \cdot \text{Potencia}}{\text{Nº cilindros} \cdot \text{Nº ciclos trabajo}}$$

Dos tiempos

$$K_{II} = \frac{b \cdot P_e}{i \cdot n \cdot 60} \text{ [g] por inyección}$$

$$K_{II} = \frac{b \cdot P_e \cdot 1000}{i \cdot n \cdot 60 \cdot \rho} \text{ [mm³] por inyección}$$

Un motor Diesel de cuatro tiempos tiene las siguientes características:

$P_e = 65$ kW | $n = 2400$ 1/min

$b = 290$ g/kWh | $i = 4$

$\rho = 0{,}84$

Calcular la cantidad inyectada en g y mm³ por inyección (ciclo de trabajo).

a) $$K_{IV} = \frac{b \cdot P_e \cdot 2}{i \cdot n \cdot 60} \text{ [g]}$$

$$K_{IV} = \frac{290 \cdot 65 \cdot 2}{4 \cdot 2400 \cdot 60} = \underline{0{,}0654 \text{ g}}$$

Ejercicios

25.7 Un motor Diesel de cuatro tiempos, de seis cilindros, desarrolla a 1 800 1/min revoluciones una potencia de 105 kW y se ha medido un consumo específico de 260 g/kWh. ¿Cuál es la cantidad inyectada en gramos por ciclo de trabajo?

25.8 Un motor Diesel de dos tiempos tiene las siguientes características:

$b = 240$ g/kWh $\quad n = 1900$ 1/min

$P_e = 120$ kW $\quad \rho = 0{,}84$ g/cm³

$i = 10$

Calcular la cantidad inyectada en g y mm³.

25.9 De la fórmula para calcular la cantidad inyectada (en mm³) para un motor de cuatro tiempos despejar

a) el consumo específico,
b) la potencia del motor,
c) las revoluciones del motor y
d) la densidad del combustible.

3.2.1. DIAGNÓSTICO DE FALLAS DE LOS INYECTORES.

Para determinar el estado de funcionamiento de los inyectores, primero observar varios aspectos de funcionamiento del motor:

Un inyector defectuoso puede dañar el electrodo de la bujía de incandescencia; por lo tanto si ha habido problemas con los inyectores en motores de inyección indirecta deberá comprobarse el estado de dichas bujías.

El estado de los inyectores tiene una importancia crítica para el buen funcionamiento del motor y por ello es necesario comprobarlos periódicamente.

Los síntomas de suciedad o desgaste de los inyectores son la emisión de humo negro en el escape, fuerte golpeteo del motor, pérdida de potencia, sobrecalentamiento, fallos de encendido y mayor consumo de combustible y pérdida de potencia.

Los síntomas de mal funcionamiento de los inyectores son:

- La emisión de humo negro por el escape.
- La falta de potencia del motor.

- Calentamiento excesivo.
- Aumento de consumo de combustible
- Ruido de golpeteo del motor.

Puede localizarse el inyector defectuoso haciendo la prueba de desconectarle el conducto de llegada de combustible mientras el motor está en funcionamiento. En estas condiciones se observa si el humo del escape ya no es negro, se cesa el golpeteo, etc.

En cuyo caso, el inyector que se ha desconectado es el defectuoso. Hay que tener en cuenta que si desconectamos un inyector el motor tiene que reducir las revoluciones, esto demuestra, que el inyector está funcionando adecuadamente.

3.2.2. CÁLCULO DE PRESIÓN.

1. Halla el valor en Pascales de las siguientes unidades de presión:

a) 13 $\left[\frac{daN}{cm^2}\right]$ b) 73 cmHg c) 1200 mbar

Solución: a) 1,27 106 Pa; b) 9,73104 Pa; c) 1,2105 Pa

2. Un hombre de 70 kg de masa está parado y apoyado en sus dos pies. La superficie de apoyo de cada zapato es de 200 cm^2. ¿Cuál será la presión, expresada en Pascales, ejercida sobre el suelo? Dato: g = 9,81 $\left[\frac{m}{seg^2}\right]$

Solución: P = 17.167,5 Pa

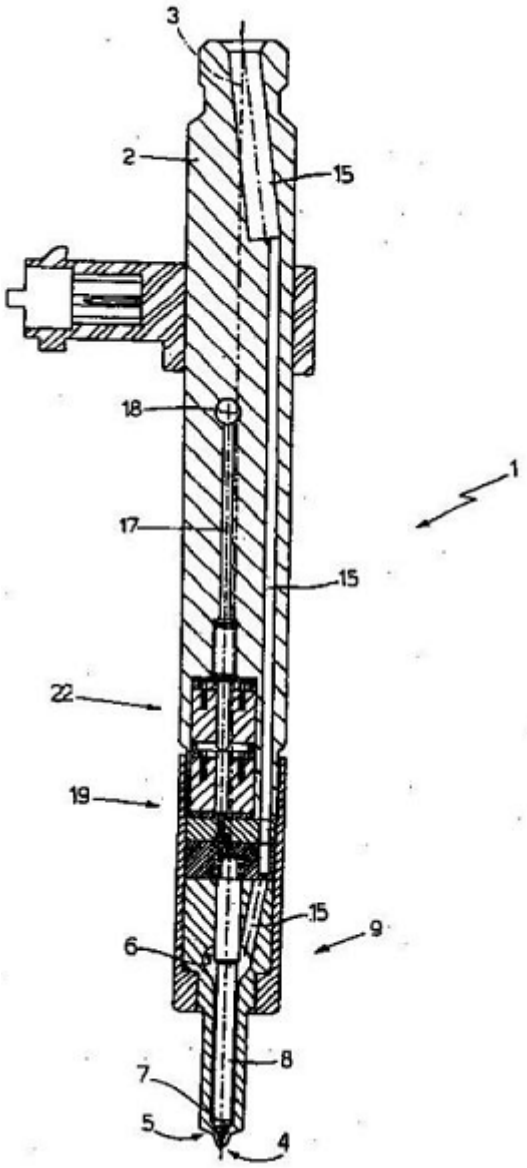
3. Una aguja hipodérmica de sección 0,01 mm^2 se clava en la piel con una fuerza de 50 N. ¿Cuál es presión ejercida?

Solución: P= 5109 Pa

4. Sobre un émbolo de sección 3 cm^2 que se mueve dentro de un pistón se coloca una masa de 20 kg. ¿Qué presión ejerce en el fluido del interior del pistón?

Solución: P= 6,54105 Pa

3.2.3. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES HIDRÁULICOS.



AMODE…	NOMBRE	FIRMA	FECHA	SENATI ESCUELA DE AUTOMOTORES
DIBUJADO	Juan Espino		Mayo/2014	
REVISADO	Jaime D.			

ESCALA:	INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES HIDRÁULICOS.	DIBUJO TÉCNICO
		LÁMINA Nº

3.3.1. REGULACIÓN DE LA PRESIÓN Y COMPROBACIÓN DE LOS INYECTORES.

REGULACIÓN DE LA PRESIÓN:

Accionando la palanca de mando de la bomba aproximada de 60 emboladas por minuto, se observará la lectura máxima alcanzada en el manómetro, que corresponde a la presión de regulación o accionamiento del inyector, la cual debe ser la especificada por el fabricante.

Si la presión de apertura es superior a la prescrita, es síntoma de que la aguja del inyector esta "pegada", o a una obstrucción parcial de la tobera, o bien a una precarga incorrecta del muelle de presión.

Si la presión es inferior a la prescrita, lo cual suele suceder cuando el inyector ha funcionado más de 50.000 km, ello suele ser debido a falta de tensión del muelle de presión o rotura del mismo mostrados en Fig. 195 y 196.

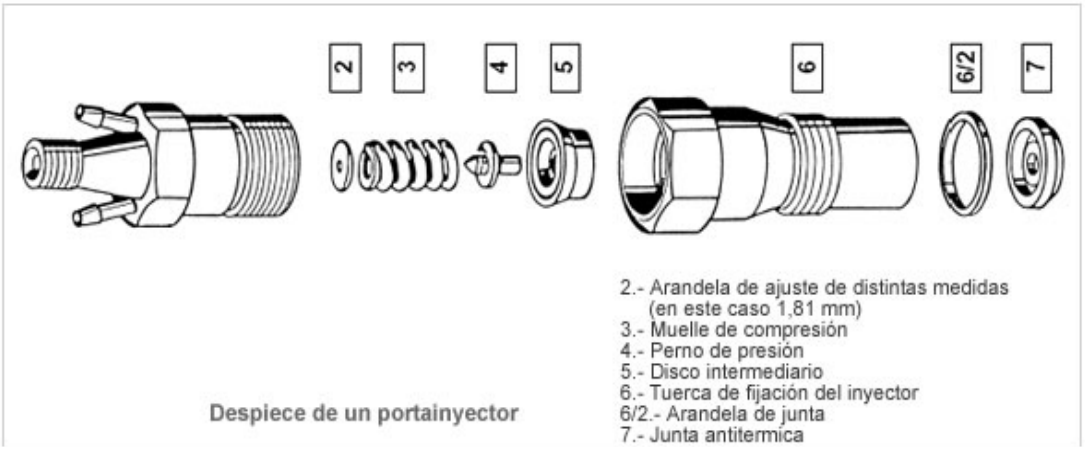


Fig. 195. Despiece de un inyector tipo espiga.

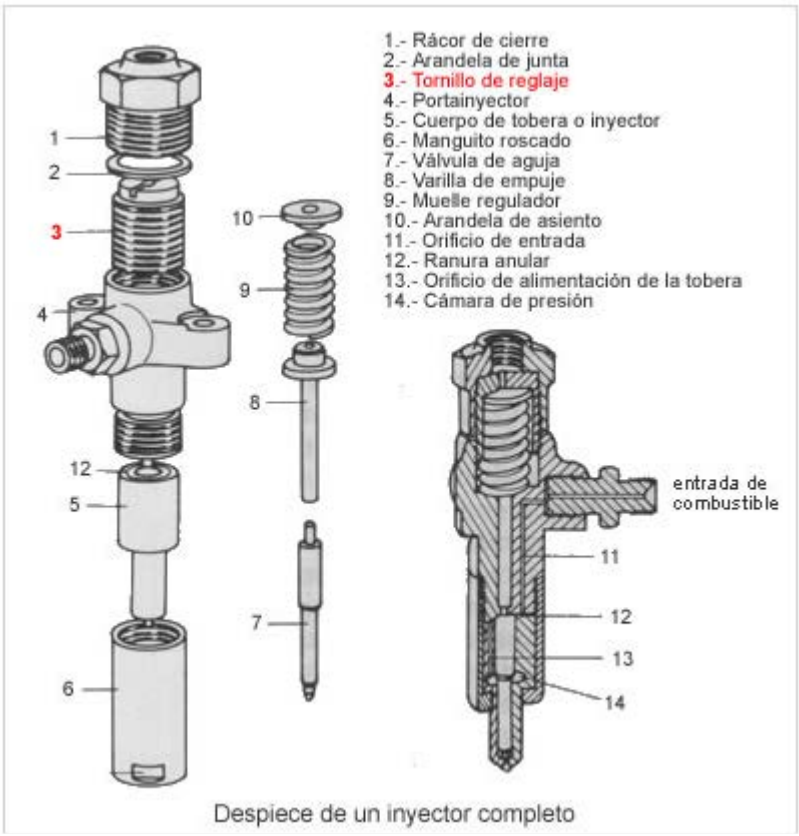


Fig. 196. Despiece de un inyector tipo orificios.

En cualquier caso, deberá procederse al desmontaje y limpieza del inyector y a la regulación del mismo a la presión correcta.

Esta operación de regulado se realiza apretando o aflojando el tornillo de regulación o interponiendo calces calibrados (arandelas) entre el muelle y la carcasa, según los casos.

COMPROBACIÓN DE LOS INYECTORES:

Si queremos comprobar el correcto funcionamiento del inyector sin tener que desarmarlo, solo será necesario desmontar del motor y comprobar s estado utilizando uno de los comprobadores que hay para esta función (probador de inyectores). Fig.197.

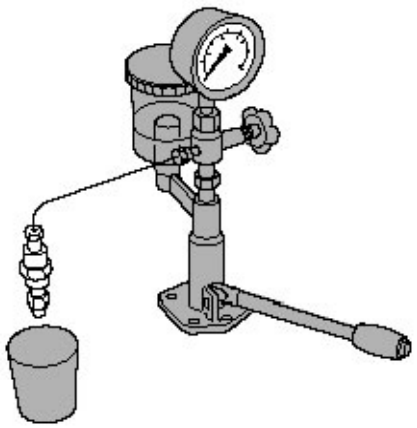


Fig. 197. Probador de inyectores.

La comprobación del funcionamiento consiste en determinar si el inicio de la inyección se produce a la presión

indicada y la pulverización obtenida es correcta.

Para realizar estas verificaciones se dispone de un comprobador, en el que se sitúa el inyector en un acoplamiento adecuado, conectando al mismo una tubería de alta presión que le hace llegar combustible desde una bomba manual, a una determinada presión, indicada por un manómetro.

La prueba del inyector se efectúa en varias fases, que son las siguientes:

VERIFICACIÓN DE LA PULVERIZACIÓN: Fig. 198.

Montar el inyector sobre el comprobador de manera que vierta el chorro sobre la cámara, o un recipiente, se accionara la palanca de mando hasta conseguir la inyección de combustible en un chorro continuo.

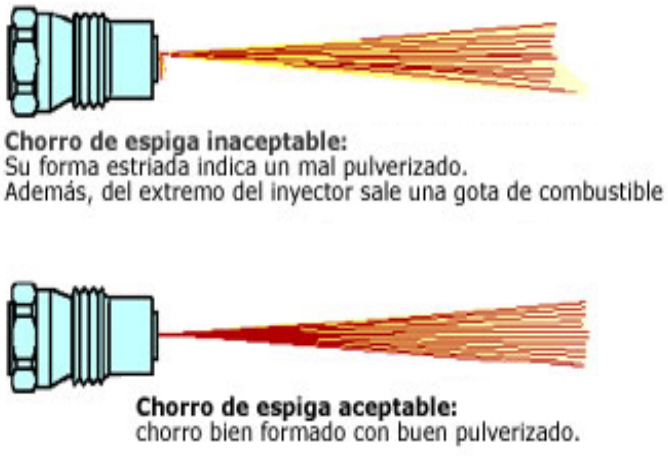


Fig. 198. Pulverización de un inyector tipo espiga.

Accionando la palanca con una secuencia rápida, se observara el chorro de combustible vertido y la dispersión del mismo, que debe formar un cono incidiendo en la bandeja. Irregularidades en la forma o disposición del chorro implican el desmontaje del inyector y la limpieza del mismo con las herramientas apropiadas, cuidando de no rayar las superficies.
Al tiempo que se realiza esta prueba, se analizara también el ruido que se produce en la inyección, cuyas características dan idea del estado del inyector. Para que el inyector pulverice correctamente el combustible, es preciso que su aguja oscile hacia atrás y hacia adelante a una frecuencia muy elevada en la fase de inyección.

Esta vibración emite un ruido muy suave, que puede percibirse accionando la bomba con uno o dos bombeos por segundo. Este zumbido desaparece cuando el accionamiento es más rápido, siendo sustituido por un silbido que puede percibirse a partir de cuatro o seis bombeos por segundo.

Hasta la aparición del silbido, la pulverización que se obtiene está a veces incorrectamente repartida o deshilachada. Cuando el bombeo sea rápido, el chorro habrá de ser neto, finamente pulverizado y formado un cono perfectamente centrado en el eje de simetría del inyector.

PRUEBA DE GOTEO:

Accionando lentamente la palanca de mando del probador de inyectores de tal manera que la presión se mantenga por debajo de la indicada por el fabricante y próxima a este valor, se constatara que no existe goteo del inyector. Lo contrario indica un defecto de estanqueidad que implica el desarmado y limpieza del inyector, principalmente la superficie cónica de asiento de la aguja... Si con esta operación no se corrige el goteo, deberá sustituirse la tobera. Fig.199.

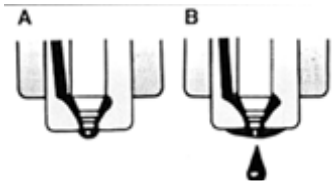


Fig.199. Goteo en un inyector tipo espiga.

FUGA DE RETORNO:

Accionando la palanca de mando del probador de inyectores hasta obtener una presión en el inyector de aproximadamente 10 bar por debajo de lo especificado, se cerrara la válvula de paso de combustible del que está provisto el comprobador. En estas condiciones, debe observarse un descenso lento de la aguja del reloj com0arador, que indica el nivel de fuga de retorno. Generalmente se considera correcto un inyector, en cuando a nivel de fuga de retorno, si la presión se mantiene por encima de 50 bar más de seis segundos, partiendo de una presión de 100 bar.

La fuga de retorno indica la cantidad de combustible que sale entre la varilla de la válvula de aguja y el cuerpo de la tobera, hacia el retorno. Esta fuga debe existir en una cierta proporción, para lubricar estos componentes. Si es pequeña, indica una escasa holgura entre la aguja y la tobera. Si la fuga es excesiva, indica mayor holgura de la necesaria y deberá sustituirse o repararse la tobera.

3.3.2. PRESIÓN SOBRE LOS LÍQUIDOS.

Su unidad en el Sistema Internacional es el Pascal Pa = 1 $\left[\frac{N}{m^2}\right]$

Es la unidad de presión que se debe usar en todos los ejercicios y en general en Física

En la industria se usa el $\left[\frac{daN}{cm^2}\right]$ que es igual a decir $[bar]$.

Cuando alguien dice que la presión de un neumático es de "2 kilos" se está refiriendo a esta unidad, $\frac{kg}{cm^2}$, ($\left[\frac{N}{m^2}\right]$= 98 000 Pa). Naturalmente esta forma de expresar la presión como unidad de masa es incorrecta, pero los usos incorrectos en el lenguaje vulgar con el tiempo se afianzan aunque son inadmisibles, conducen a errores conceptuales y son una muestra de ignorancia.
La presión atmosférica se mide en atmósferas y mm Hg.

1 atm = 760 mm Hg = 101300 Pa.

Otra unidad son bar; 1 bar = 1000 mbar

1 bar = 100.000 Pa.

En Meteorología se usa el milibar o hPa (1 mb = 100 Pa).

Una presión de 1 atm equivale a 1013 mb (recuerda los mapas del tiempo).

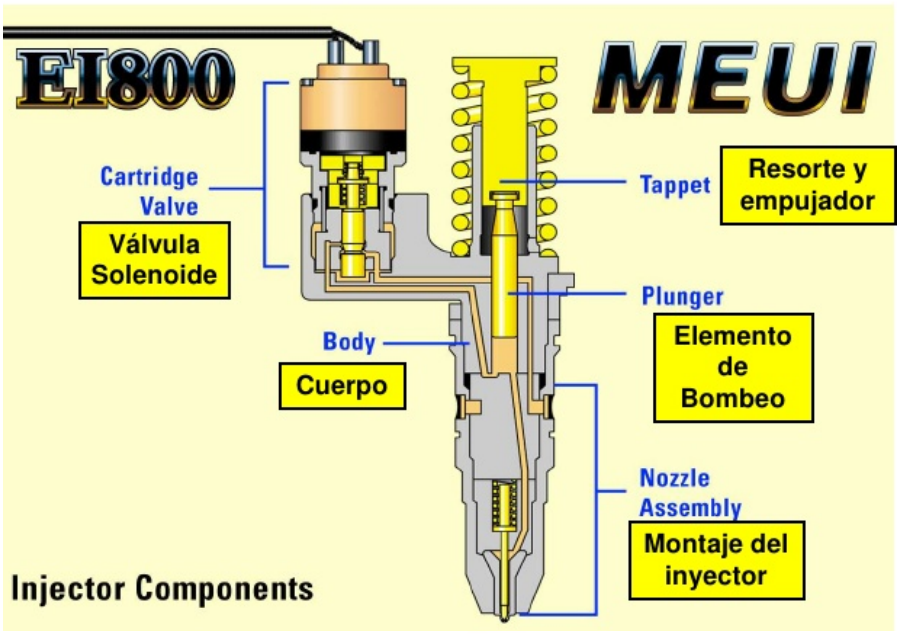
A efectos de exactitud, cuando medimos la presión de los neumáticos, una presión de 2 $\left[\frac{N}{m^2}\right]$ equivale “casi" a 2 bar.

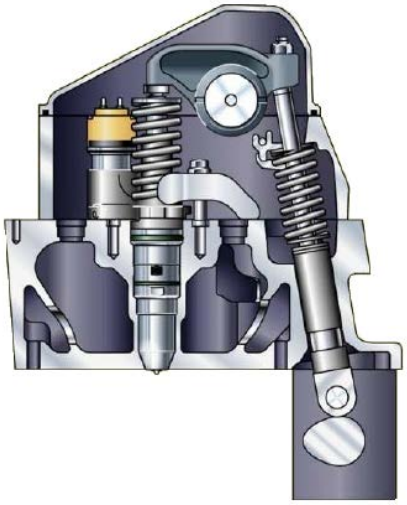
3.3.3. PROTECCIÓN AL MANIPULAR EL PROBADOR DE INYECTORES.

- Al trabajar con el probador de inyectores ubicarlo en un lugar seguro contra accidentes.
- Trabajar con las normas de seguridad indicadas en el uso del probador de inyectores para evitar accidentes. (como poner la mano directamente al chorro de combustible.
- La comprobación de inyectores puede resultar peligrosa ya que la presión a que sale combustible de la tobera del inyector es suficiente para perforar la piel humana y llegar al torrente sanguíneo. Esto último puede tener consecuencias **MORTALES**.

- Lo ideal es probar el inyector con éste alojado en una campana de pruebas especial de manera que el chorro no pueda dañar a nadie.
- El inyector deberá apuntar siempre en sentido opuesto al operador del aparato de pruebas o a cualquier otra persona que se encuentre cerca.
- Al realizar estas pruebas además de protegerse las manos con una crema adecuada o con guantes de goma es aconsejable utilizar gafas de seguridad.
- Mantener permanentemente cerrado el vaso para evitar daños al equipo por impurezas que pueden deteriorar la bomba del probador de inyectores.
- En caso de fallas del probador de inyectores reparar o cambiar por otro nuevo.
- Cuando utilice el combustible BD5 es recomendable drenar el sobrante y dejar limpio (al dejarlo por mucho tiempo se pegan los elementos porque este combustible tiene la propiedad de formar laca).

COMPONENTES INYECTOR BOMBA





N°	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
1	Desmontar inyectores bomba EUI, MEUI.	Juego de llaves mixta en milímetros
2	Desarmar, limpiar y verificar inyectores EUI, MEUI.	Juego de llaves mixta en pulgadas
3	Armar inyectores bomba.	Juego de dados en milímetros y pulgadas
4	Regular y comprobar inyectores.	Tornillo de banco
5	Sincronizar inyector en el motor.	Bandeja/recipiente/depósito
		Banco de pruebas para inyector bomba

	DENOMINACIÓN		
SENATI	Reparación de inyector Bomba EUI, MEUI	**HT:T04**	
	MECÁNICA AUTOMOTRIZ	Tiempo: 12 horas	HOJA:1/1

HOJA DE OPERACIÓN 13.

DESMONTAR INYECTORES BOMBA EUI, HEUI. . Fig. Nº 200.

Después de determinar el estado de los inyectores bomba: pueden ser convencionales mecánicos o los llamados de control electrónico.

Se proceden a realizar el proceso operacional de desmontaje de inyectores bomba.

Si es necesario desmontar los inyectores bomba para su inspección o reemplazo.

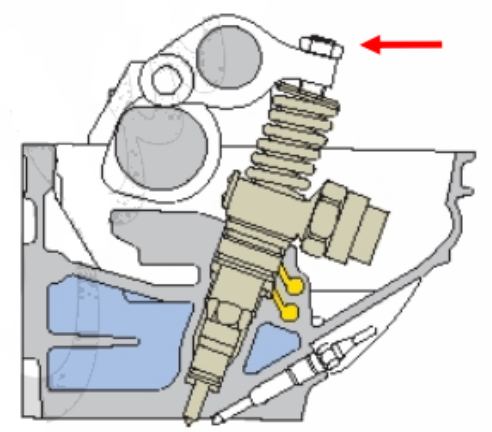


Fig.200. Ubicación de inyector bomba.

Este es el procedimiento adecuado a seguir:

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Ubicar el vehículo en la zona de trabajo.

2. Desconectar la batería o quite el fusible principal de alimentación de energía eléctrica.

3. Limpiar al área que se va a destapar.

4. Quitar la tapa de balancines:

5. Desconectar los conectores eléctricos del inyector bomba.

6. Instalar unos tapones en la entrada y salida de los inyectores y los conectores de combustible.

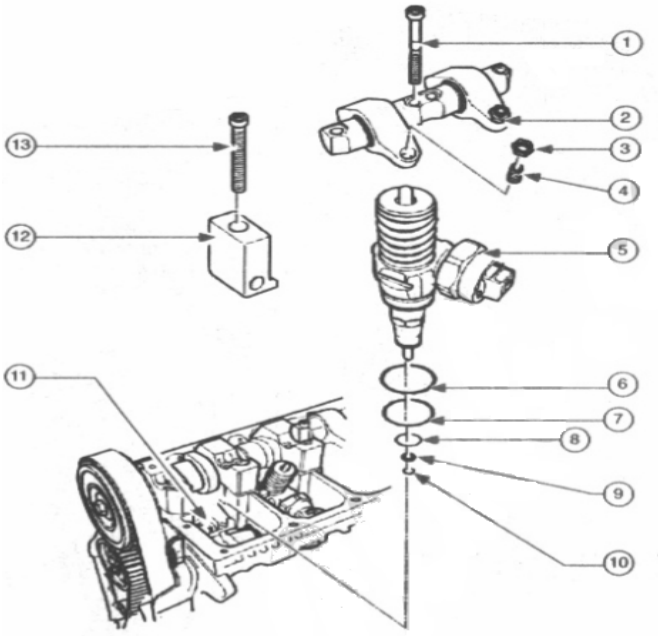


Fig.201. Componentes de desmontaje del inyector bomba.

7. Girar el cigüeñal hasta que el extremo exterior de las varillas del empuje del inyector y de los balancines estén horizontales.

Quitar los pernos del soporte de los balancines, para separarlo del inyector y de las válvulas. Fig.201.

8. Quitar el perno o la tuerca de la grapa del inyector, la arandela y la grapa.

Levantar el inyector de su asiento ubicado en la culata del motor. Utilizando una herramienta conocido en nuestro medio como la palanca de uña. Fig. 202.

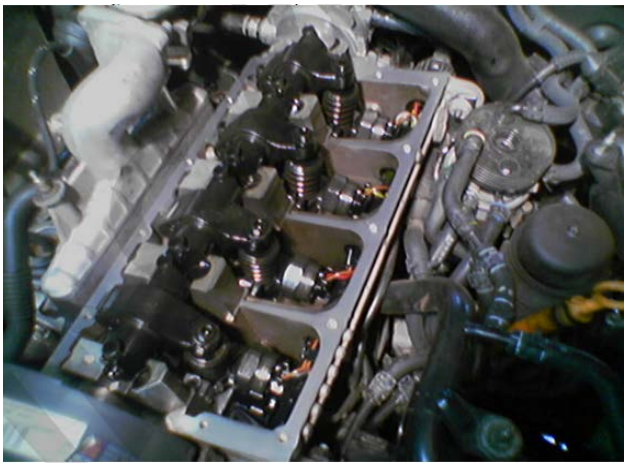


Fig.202.: Se muestra inyector bomba montado en el motor.

9. Cubrir el agujero de los inyectores para evitar entrada de cuerpos extraños.

10. Limpiar externamente al inyector bomba

11. Llevar al área de mantenimiento de inyectores. (desarmado, limpieza y armado de inyectores bomba).



Fig. 203. Inyector bomba en la mesa de trabajo.

HOJA DE OPERACIÓN 14.

12. DESARMAR, LIMPIAR Y VERIFICAR INYECTORES EUI, HEUI.

DESARMAR:

Después de haber quitado el inyector bomba de su alojamiento y limpiado externamente; si esta inspección no revela ningún daño externo, se tiene que realizar una serie de pruebas para determinar las condiciones del inyector y evitar una reparación innecesaria.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Instalar el inyector en el soporte, con el lado derecho hacia arriba.

2. Comprimir el resorte del impulsor.

3. Luego con un destornillador, levante el resorte por encima del perno tope y saque el perno. Figura N°

4. Dejar que el perno salga gradualmente.

5. Sacar el inyector del dispositivo (soporte).

6. Invertir el inyector para evitar que entre suciedad y recoger el resorte y el émbolo.

Este proceso corresponde al desarmado de la parte de generación de presión - caudal.

DESARMADO DE LAS TOBERAS:

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Sujetar el inyector en una posición de tal manera se pueda aflojar desarmar con facilidad en el sujetador de la misma.

2. Comprimir el resorte del impulsor, luego con el destornillador levantar el resorte por encima del perno tope.

3. Sacar el perno y dejar que el resorte sub gradualmente.

4. Retirar el impulsor, el resorte y el embolo como conjunto.

5. Girar el inyector en el dispositivo y con una llave tubular aflojar el cuerpo del inyector.

LIMPIAR Y VERIFICAR INYECTORES.

A los inyectores que pasaron la prueba a las que fueron sometidas, se le tiene que inspeccionar visualmente el embolo con una lupa, para ver si tiene desgaste excesivo o un posible desgaste en la parte inferior.

En la parte helicoidal inferior y en la parte inferior de la sección helicoidal superior, hay una superficie que aunque este desgastado, no se notara su efecto en las pruebas.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Lavar con diesel los componentes.

2. Inspeccionar visualmente el cuerpo del embolo con una lupa.

3. Inspeccionar visualmente las partes helicoidales del embolo.

4. Determinar y tomar la decisión final referente al estado de los émbolos para reemplazar los elementos.

HOJA DE OPERACIÓN 15.

13. ARMAR INYECTORES BOMBA.

Después de haber limpiado y asentado las toberas, el siguiente paso es armar el inyector bomba; sea con los componentes refaccionados o con componentes y accesorios nuevos.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. sujetar el cuerpo del inyector bomba en el soporte.

2. Colocar el aro sellador nuevo en el lomo del cuerpo y deslizar con suavidad.

3. Colocar el asiento de válvula en el extremo del buje.

4. Introducir el vástago de la válvula en el extremo del resorte y el tope de la válvula en el lado opuesto.

5. Bajar el alojamiento de la válvula sobre el conjunto, de modo que el tope asiente sobre el alojamiento; luego colocar el alojamiento sobre el asiento.

6. Colocar la válvula de retención centrada en el alojamiento y colocar la tobera sobre la válvula de retención.

7. Lubricar las roscas y pasar cuidadosamente la tuerca sobre la tobera y la válvula.

8. Apretar la tuerca con la mano, asegurarse de que no se mueva el conjunto de la válvula. Todavía no apretar la tuerca con la llave. Si las piezas de la válvula no están centradas en el extremo del buje, no entraran en el rebaje de la tuerca.

HOJA DE OPERACIÓN 16.

14. REGULAR Y COMPROBAR INYECTORES BOMBA.

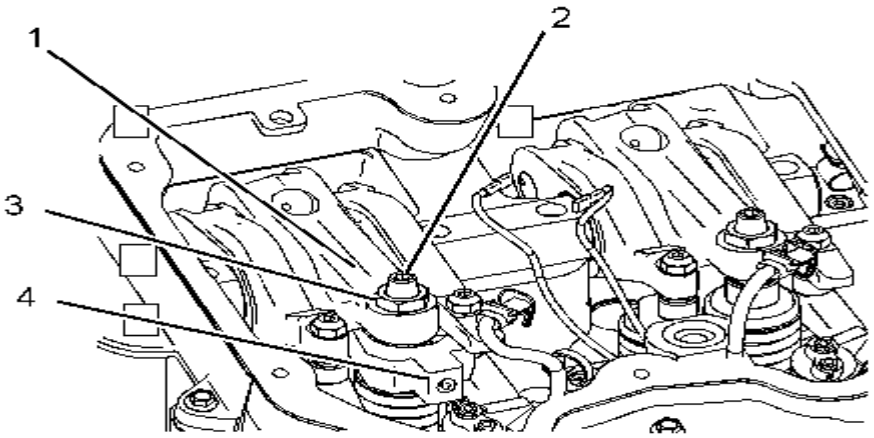


Fig. 204. Inyector bomba el perno regulador.

(1) Balancín de válvulas.
(2) Tornillo de ajuste.
(3) Contratuerca.
(4) Calibrador de altura del inyector.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Ponga el pistón No. 1 en la posición de punto muerto superior en la carrera de compresión.

Se utiliza el calibrador de altura del inyector (4) para obtener una dimensión de 78,0 ± 0,2 mm (3,07 ± 0,01 pulg).

Esta dimensión se mide desde la parte superior del inyector unitario hasta el borde maquinado del cuerpo del inyector de combustible.

Gire el tornillo de ajuste del inyector unitario (2) hacia la derecha hasta obtener la altura correcta. Figura Nº 05.

2. Sujete el tornillo de ajuste en esta posición y apriete la tuerca de traba (3) a un par de 100 ± 10 N·m (74± 7 lb-pie).

3. Quite el perno de sincronización.

4. Gire el volante 360 grados en el sentido de rotación del motor.

El sentido de giro del cigüeñal del motor es hacia la izquierda si se mira el motor desde el extremo del volante. Esto pondrá el pistón número 1 en la posición central superior de la carrera de escape.

5. Quite el perno de sincronización del volante después de que se hayan efectuado todos los ajustes de los inyectores unitarios.

6. Reinstale la cubierta del mecanismo de válvula.

PRUEBA DE INYECTOR UNITARIO ELECTRÓNICO EUI:

Este procedimiento ayuda a identificar la causa del rateo de un inyector.

Realizar este procedimiento sólo después de efectuar la Prueba de corte de cilindros.

Comprobar y detectar si hay aire en el combustible, si todavía no se ha realizado este procedimiento.

ADVERTENCIA:
Peligro de descarga eléctrica. El sistema de inyectores unitarios electrónicos usa de 90 a 120 voltios.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Quite la tapa de válvulas y busque para determinar si hay piezas rotas.

2. Repare o reemplace cualquier pieza rota que se encuentre.

3. Inspeccione todos los cables que van a los solenoides.

4. Busque si hay conexiones flojas.

Vea también si hay cables raídos o rotos. Asegúrese de que el conector del solenoide del inyector unitario esté debidamente conectado.

5. Tire de cada uno de los cables para ver si no están sueltos.

6. Inspeccione para ver si hay formación de arcos en los bornes del solenoide.

Si hay arcos o evidencia de formación de arcos, quite el conjunto de tapa.

7. Limpie los bornes de conexión.

8. Vuelva a colocar el conjunto de tapa y apriete las tuercas del solenoide a un par de 2,5 ± 0,25 N·m (22 ± 2 lb-pulg).

9. Compruebe el ajuste del juego de las válvulas correspondiente al cilindro del inyector unitario que se sospecha que no funciona bien.

10. Verificar si hay señales de fuga de combustible.

11. Identifica la fuente de la fuga de combustible.

12. Corregir la causa de la fuga de combustible.

13. Ajustar el perno que sujeta el inyector unitario al par correcto. Si es necesario, afloje el perno que sujeta el inyector unitario y apriételo a un par de 55 ± 10 N·m (40,6 ± 7,4 lb-pie).

14. Retirar el inyector unitario con falla y compruebe para determinar si tiene señales de exposición al refrigerante.

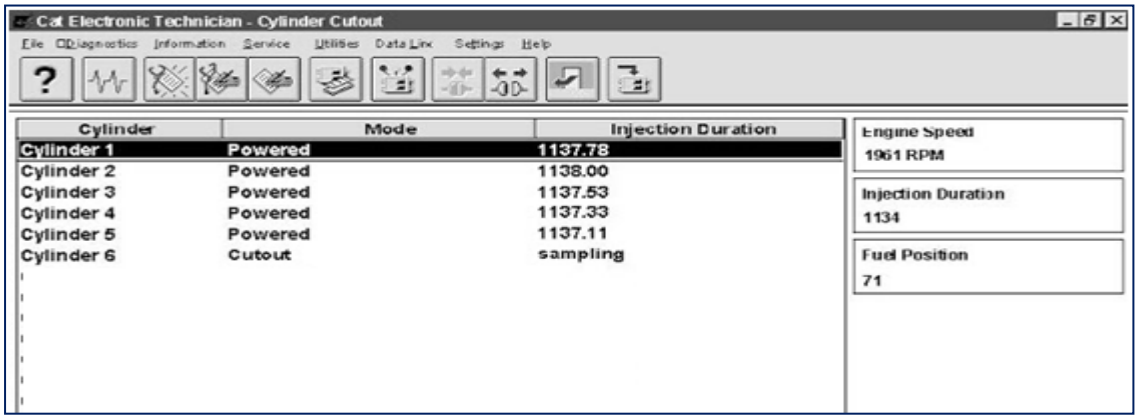
La exposición al refrigerante hace que se forme herrumbre en el inyector. Si el inyector unitario muestra señales de exposición al refrigerante, quite e inspeccione el manguito del inyector.

15. Reemplazar el manguito del inyector si está dañado.

16. Verificar si hay excesiva decoloración parda que se extienda más allá de la punta del inyector.

17. Si se encuentra una decoloración excesiva, comprobar la calidad del combustible.

18. Reemplazar los sellos en el inyector y vuelva a instalar el inyector. Si no se soluciona el problema, reemplazar el inyector defectuoso con un inyector nuevo.



19. Para verificar que el inyector nuevo está funcionando apropiadamente, efectúe la Prueba del corte de cilindros.

HOJA DE OPERACIONES 17.

15. SINCRONIZAR INYECTOR EN EL MOTOR.

La sincronización y puesta a punto de los inyectores está reservado solo para motores de accionamiento mecánico.

Todos los inyectores se pueden instalar en una revolución del árbol de levas.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Girar el cigüeñal hasta que las válvulas estén totalmente abiertos en el cilindro al que se va a instalar el inyector.

2. Aflojar la contratuerca del regulador del balancín del inyector.

3. Girar el regulador alejando y luego acercar hasta que choque pero sin hacer que genere presión el balancín al inyector.

4. Sujetar con un destornillador el regulador y ajustar la contratuerca.

5. Hacer esta misma acción para todos los inyectores del motor.

Nota: Hay dos formas más para realizar la calibración del juego entre el balancín y el inyector bomba:

- Utilizando una llave dinamométrica (torquímetro). Cuando el cilindro está en carrera de compresión.

- Regular tal igual que las válvulas del motor, con la diferencia que el ajuste es cero. (sin juego libre). Utilizando tabla de calibración.

HOJA DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA 04.

4.1.1. INYECTOR BOMBA: TIPOS, FUNCIONAMIENTO.

El Sistema de Inyección Unitaria Controlada Electrónicamente (EUI), está formado por un conjunto de inyectores bomba, ubicados en la culata del motor, los que inyectan el combustible en cada una de las cámaras de combustión que se encuentran en la culata del motor. Estos son accionados por un mecanismo de balancín, impulsado por el árbol de levas del motor, que se puede encontrar en el block o sobre la culata del motor.

Su efectividad, confianza y ahorro hacen de este sistema de inyección un favorito de muchas marcas dedicadas al transporte de carga y pasajeros.

A continuación se indica las razones de uso masivo en vehículos pesados:

El aumento del costo del combustible es una preocupación constante en el rubro del transporte, ya que representa aproximadamente el 20% del costo total de las empresas. Por eso, cualquier mejora en la eficiencia de los motores diesel siempre será bien recibida.

En ese sentido, la incorporación de motores diesel con control electrónico, en la mayoría de las marcas de camiones, ha influido notablemente en el rendimiento y economía de los vehículos de carga, generando además menos emisiones contaminantes.

Actualmente, los motores diesel electrónicos presentes en el transporte de carga por carretera emplean distintos tipos de sistemas de inyección electrónicos. Dentro de éstos está el Sistema de Inyección EUI, que es utilizado enmarcas como Hyundai, Scania o Internacional.

EL SISTEMA INYECCIÓN EUI:

El sistema EUI está constituido por un inyector bomba accionado por un mecanismo de balancines, con control electrónico de la dosificación y de puesta a punto de la inyección.

Existe un inyector para cada cilindro del motor, que es accionados por el árbol de levas.

SISTEMA DE INYECCIÓN HEUI: Fig.205.

El sistema de inyección HEUI tiene muchas características y beneficios no posibles con sistemas mecánicos de combustible. Estas características incluyen un escape muy limpio, el consumo mejorado del combustible y

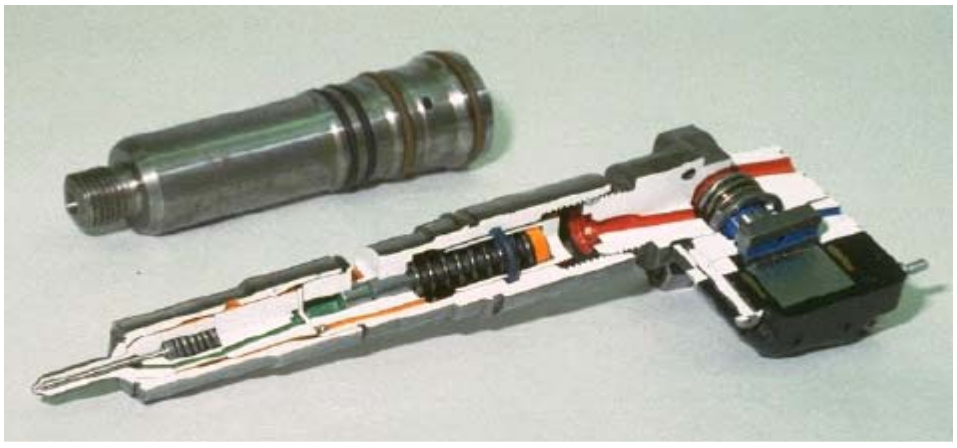


Fig.205. Inyector bomba HEUI.

facilidad de arranque en frio, la conservación simplificada con menos partes móviles, y costos de operación menores. Es un sistema para la inyección directa de diésel.

Los componentes electrónicos en el sistema de combustible HEUI son muy semejantes a los usados en los sistemas EUI. Sin embargo, en el sistema HEUI, el inyector no es accionado por un camón de leva.

Una bomba de alta presión hidráulica, que recibe un flujo de aceite a presión, de la bomba de lubricación, eleva la presión a un máximo de 22.800 kPa (3300 psi.) La presión es controlada por el Módulo de Control Electrónico (ECM). El flujo hidráulico es dirigido a actuadores hidráulicos en cada inyector. Fig.206.

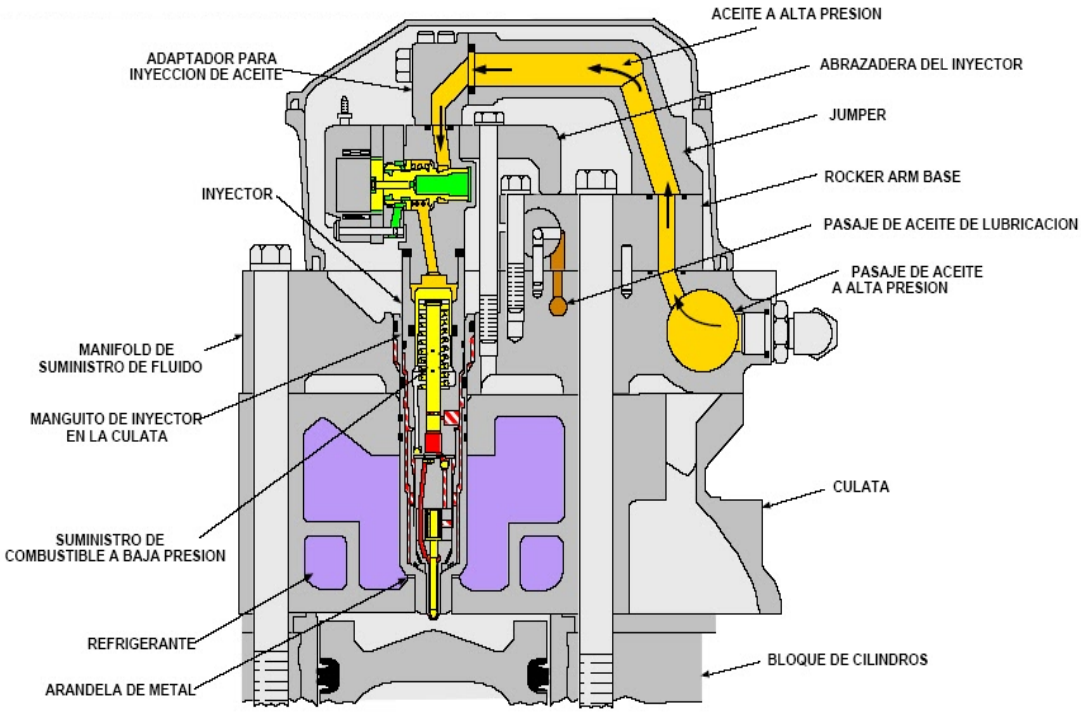


Fig.206. Inyector bomba HEUI, se muestra circuitos de aceite de alta presión.

El inyector se activa electrónicamente (como en el sistema EUI) el aceite de alta presión mueve un pistón que mueve el plunger (émbolo – pistón) presurizando el combustible.

El inyector HEUI utiliza la energía hidráulica del mismo combustible a cierta presión para causar la inyección.

El inyector se controla electrónicamente mediante el ECM pero se acciona

hidráulicamente. La señal del ECM controla la apertura y el cierre de la válvula solenoide. La válvula solenoide controla el flujo de aceite hidráulico de presión alta al inyector. Este sistema hace que el ECM controle el volumen de combustible, la sincronización y la presión de la activación de la inyección (presión de la bomba hidráulica de suministro).

El inyector HEUI es un inyector bomba, este se encuentra alojado en la culata y recibe suministro de presión hidráulica desde un múltiple de presión hidráulica a través de un puente que viene del múltiple mencionado hacia la cabeza del inyector.

Este inyector está alimentado de combustible por galerías de combustible que están por dentro dela culata.

Llenan la cámara del inyector por completo levantando una válvula check de bola que no permite el retorno del combustible en el momento de la inyección. Fig.207.

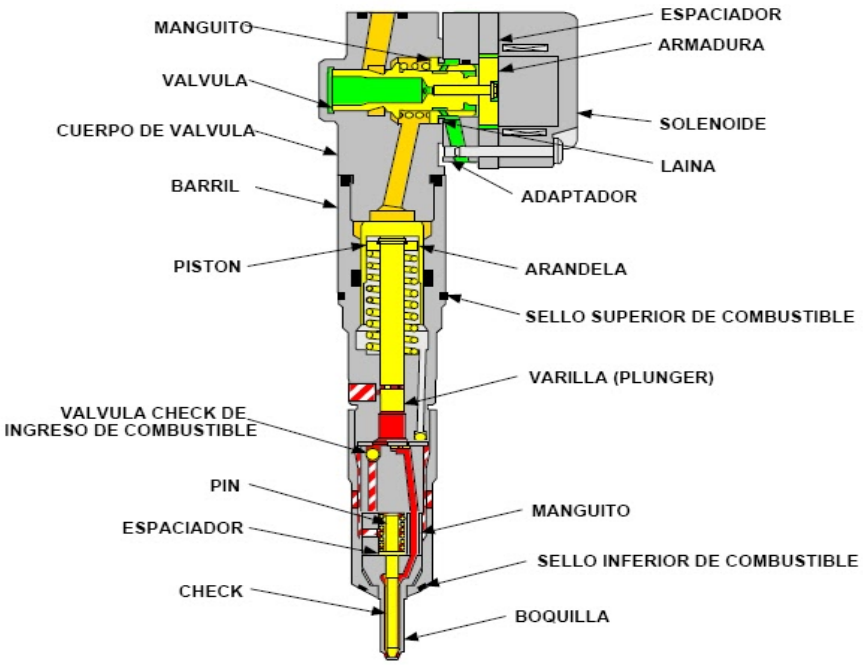


Fig.207. Inyector bomba HEUI muestra sus componentes.

Cuando el ECM determina el momento de la inyección esta energiza el solenoide de la válvula poppet (válvula) del inyector y deja pasar alta presión hacia el pistón intensificador del inyector cuya área es 7 veces mayor a la del plunger (émbolo – pistón), por consiguiente la presión en el barril (presión de inyección) se incrementara 7 veces.

NOTA DE SEGURIDAD: Los solenoides del inyector operan con corriente continua de 105 voltios. Manténgase siempre alejado del área del inyector cuando el motor esté en funcionamiento, porque puede producirse descarga eléctrica. Los solenoides del inyector del motor C-9 funcionan con corriente continua de 70 voltios.

Ahora el embolo comienza a bajar elevando la presión de tal forma que la guja de la boquilla del inyector se levantara a los 4500psi y comenzara a pulverizar el combustible dentro del cilindro.

En cada carrera del embolo se realiza una pre-inyección medida cuando la muesca tallada circunferenc8ialmente en el embolo que a su vez está conectada por un pasaje con el barril, coincide con el puerto de drenaje de la pre-inyección del inyector, la inyección se corta por un momento ya que se despresuriza el barril, hasta acá se ha producido la pre-inyección y parte del combustible del barril ha sido pulverizado. Pasada esta situación se vuelve a presurizar el barril continuando con la inyección principal llegando a obtener hasta 2000 psi.

Para prevenir el retorno del flujo de combustible presurizado desde la boquilla del inyector hacia el barril existe una válvula check de platina y para evitar trabas hidráulicas producidas por el posible paso de aceite al alojamiento del resorte del embolo existe otra válvula de drenaje de bola que a su vez es una check que evita el paso del combustible hacia este alojamiento.

UIS Y UPS PARA EL FABRICANTE BOSCH:

SISTEMA DE INYECCIÓN UIS (EL SISTEMA BOMBA-INYECTOR UIS UNIT INYECTOR SYSTEM DE BOSCH):

Se conoce como el "sistema bomba - tobera" (sistema bomba – inyector). En 1994, Bosch fue el primer fabricante que suministró el UIS para vehículos industriales. El sistema de inyección diesel UIS une la bomba de inyección y la tobera de inyección en un sólo componente (Unit Injector).

Se monta directamente en cada cilindro un Unit Injector (UI). El árbol de levas del motor crea la presión a través de una leva especial y palancas oscilantes (balancines) que activan un pequeño émbolo dentro de la unidad inyectora (UI) y la ayuda de una válvula operada por solenoide se establece la inyección.

La Pre-inyección con pequeñas tolerancias consigue un inicio muy suave de la combustión, evitando el ruido de golpeteo tan familiar en los motores diésel. Otras características son el alto par motor conseguido a bajas revoluciones, las prestaciones máximas y un funcionamiento suave del motor.

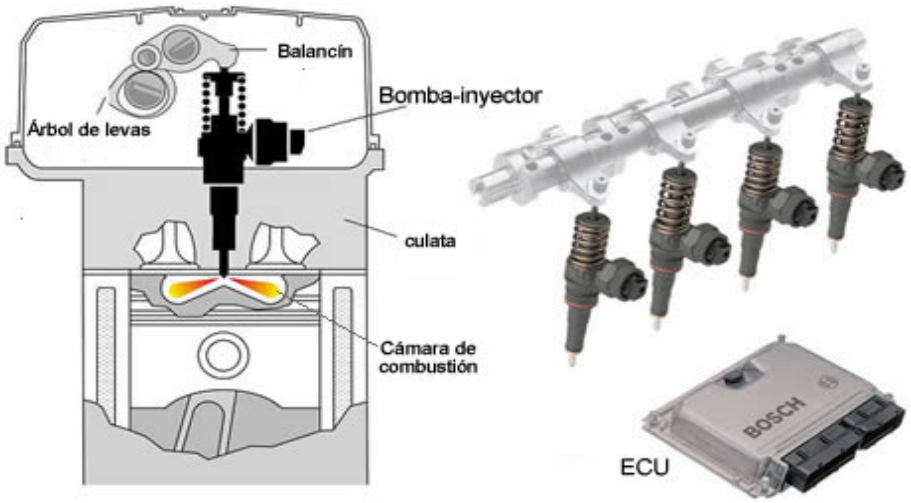


Fig.208. Inyector bomba UIS Bosch con control Electrónico.

Los sistemas de inyección de alta presión, con aporte exacto del caudal inyectado y con ajuste flexible del comienzo de la inyección son condiciones esenciales para conseguir motores diésel económicos, limpios, silenciosos y eficientes. Fig.208.

La característica especial de esta tecnología es la incorporación de bomba e inyector en un único elemento, para conseguir una presión extremadamente alta de inyección de hasta 2000 bares. Combinado con orificios de salida del combustible en el inyector con diámetros tan pequeños como es actualmente posible, esta alta presión consigue una excepcional difusión del combustible y por lo tanto una combustión muy eficaz.

EL FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA-INYECTOR:

Se puede dividir en cuatro fases: Fig.209.

a) Carrera de admisión:
La fuerza del muelle "3" empuja el pistón de bombeo "4" hacia arriba llenando la cámara de alta presión "4" de combustible que entra a través de la válvula "5" y la cámara de baja presión "6".

b) INICIO DE COMPRESIÓN:

La leva del árbol de levas "1" en su giro empuja al pistón de bombeo "2" hacia abajo por lo tanto se comprime el combustible que hay en la cámara de alta presión "4". Al estar la válvula "5" en posición de reposo, mientras no se active la bobina "7" de la electroválvula, el combustible se escapa a través de la válvula "5" por el retorno de combustible al exterior de la bomba-inyector.

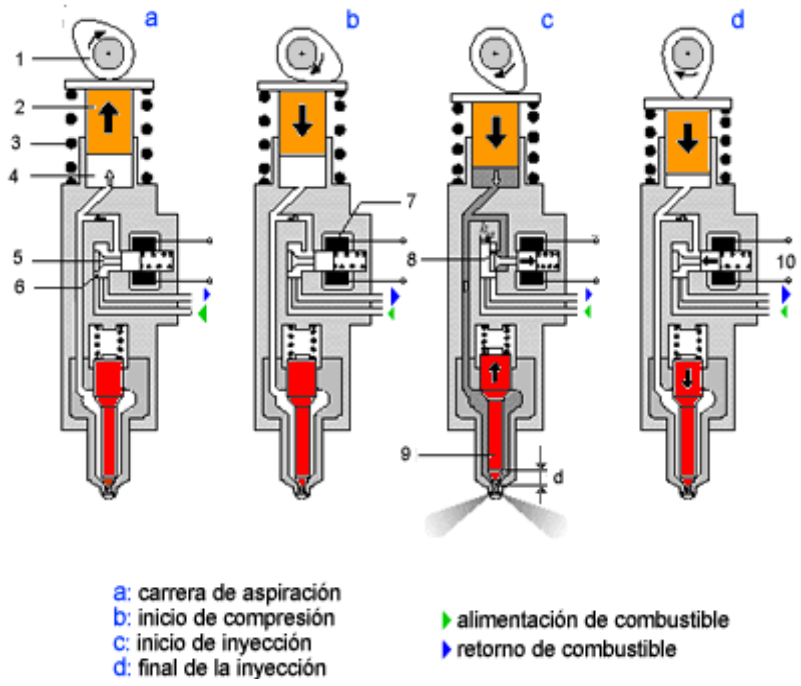


Fig.209. Fases de funcionamiento inyector Bomba UIS.

c) INICIO DE LA INYECCIÓN:

En el momento que la ECU activa la bobina de la electroválvula, la válvula "5" se desplaza apoyándose sobre el asiento "8" dejando así incomunicado la cámara de alta presión "4" con la cámara de baja presión "6" por lo que ahora al seguir el pistón de bombeo "2" desplazándose hacia abajo, la presión del combustible aumenta considerablemente en todo el circuito también al que rodea a la aguja del inyector "9".

La aguja del inyector se levanta de su asiento cuando la presión alcanza 300 bar aproximadamente.

El combustible es inyectado en la cámara de combustión en el cilindro del motor. A esto se le llama el comienzo de la inyección.

El pistón de bombeo sigue comprimiendo el combustible por lo que la presión continua aumentado y el proceso de inyección de combustible sigue.

d) FINAL DE LA INYECCIÓN:

Tan pronto como la ECU desactiva la bobina "7" de la electroválvula y tras un pequeño retardo, la válvula se desplaza separándose de su asiento "8" y deja otra vez comunicada la cámara de baja presión con la cámara de alta presión.

El valor de máxima presión se consigue durante la transición de la fase de inyección y el final de la inyección. Dependiendo de la bomba, la presión máxima puede alcanzar de 1800 a 2050 bar.

Tan pronto como la válvula "5" abre, la presión baja bruscamente y la aguja "9" se apoya sobre su asiento, cerrando los orificios de la tobera del inyector. El combustible sobrante es empujado por el pistón hacia la cámara de baja presión y el retorno de combustible hasta que deja de ser accionado el pistón de bombeo por la leva del árbol de levas.

El dispositivo bomba-inyector es un sistema seguro, en el caso de que se produzca un mal funcionamiento del dispositivo, lo más que puede ocurrir es que se produzca una inyección incontrolada. En caso de que la electroválvula quede siempre abierta (desactivada), al actuar el pistón de bombeo no se genera presión ya que el combustible se escapa por la cámara de baja presión hacia el exterior del dispositivo.

En caso de que la electroválvula se quede siempre cerrada (activada), el combustible no puede entrar en la cámara de alta presión por lo que solo se puede hacer una primera inyección y ninguna más.

El sistema bomba-inyector es instalado en la parte superior del motor y está sometido a muy altas temperaturas. Para mantener controlada la temperatura lo más baja posible se utiliza el mismo combustible que alimenta el sistema y que fluye por su interior. (El sistema normalmente cuenta con un enfriador de combustible).

Especial cuidado se tiene en estos sistemas de inyección en que las diferencias de temperatura del fuel a inyectar no varié de un cilindro a otro cilindro.

LA ALIMENTACIÓN DE LA BOMBA-INYECTOR:

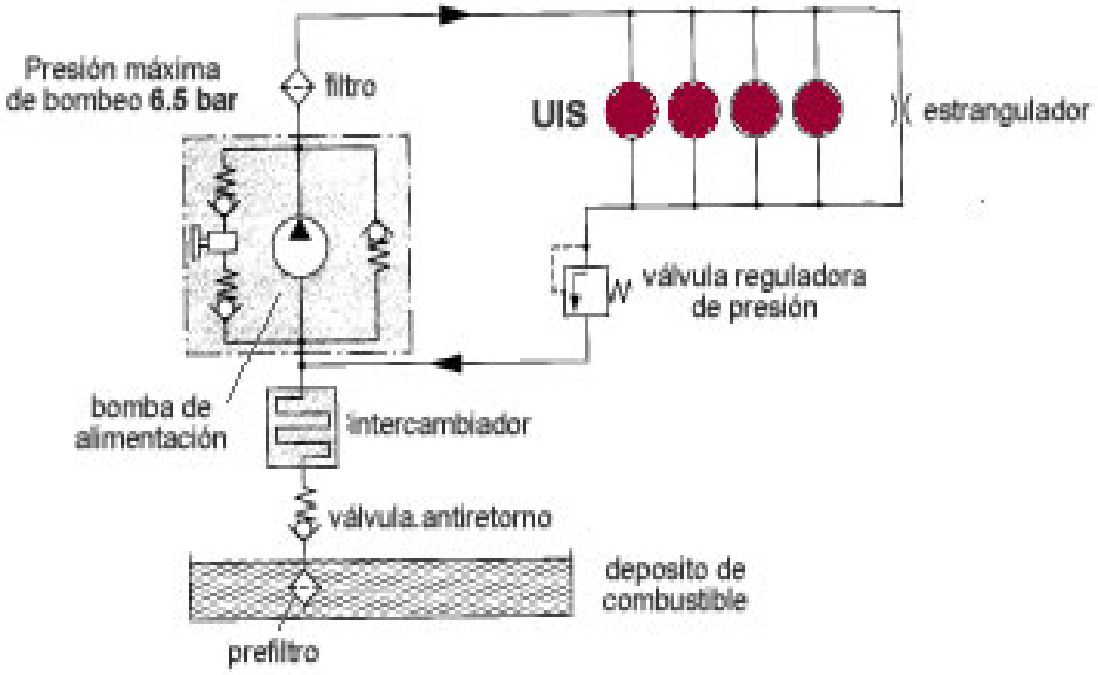


Fig.
Fig. 201. Esquema del circuito hidráulico Sistema de Inyección tipo UIS.

Se realiza por medio de una bomba de alimentación eléctrica que recoge el combustible del depósito y lo bombea haciéndolo pasar después por un filtro para eliminar las impurezas y así llega a la bomba-inyector. Utiliza también una válvula reguladora de presión para mantener una presión constante en todo el circuito de alimentación. Fig.210.

SISTEMA DE INYECCIÓN UPS: Fig.211.

Como variante del sistema UIS (Unit Injector System), existe el UPS (Unit Pump System) que es utilizado en vehículos comerciales (camiones, furgonetas, autobuses) y no en turismos como si se utiliza el sistema UIS. La diferencia principal del sistema UPS se presenta en que la bomba y el inyector no forman el mismo conjunto sino que están separados por un pequeño tubo que transmite el combustible a presión de la bomba al inyector, por eso a este sistema se le llama también "bomba-tubería-inyector".

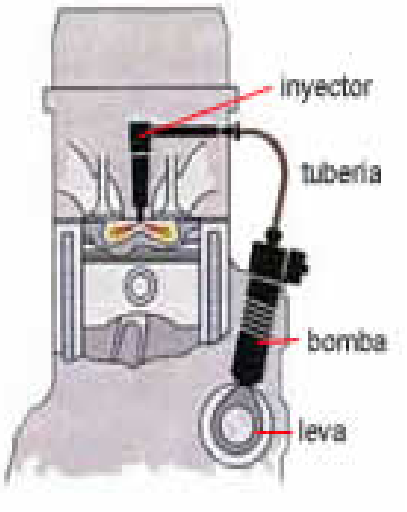


Fig.211. Sistema de inyección UPS.

Sólo está disponible para vehículos industriales. Bosch fue el primer fabricante que, en 1995, introdujo esta técnica que también se conoce como "bomba - conducto - tobera". Lo característico de esta técnica es que cada cilindro dispone de su Unit Pump (UP – bomba unitaria).

Otra variación en la designación es PLD que normalmente lo asigna la marca **Mercedes Benz** en su equipamiento. Fig.212.



Fig.212. Sistema de inyección PLD. Mercedes Benz.

Está compuesta por la bomba de alta presión con válvula magnética integrada, un conducto de inyección corto, un tubo de presión y una combinación convencional de soportes de toberas.

La ventaja de este sistema es que permite presiones de inyección de hasta 2 200 bares.

Además, al cambiar de sistemas de inyección con bombas de distribución o bombas en línea no se requiere una construcción completamente nueva de la cabeza del cilindro.

Los fabricantes de automóviles se ahorran así costes de desarrollo. Otra ventaja: Si se rompen una bomba o una válvula, es fácil cambiarlas.

Bosch utiliza el sistema Unit Pump especialmente en vehículos industriales con 4 a 18 cilindros, con una potencia de hasta 92 kW por cilindro. Fig.213.

Si hay más de ocho cilindros, se requiere un segundo módulo de control.

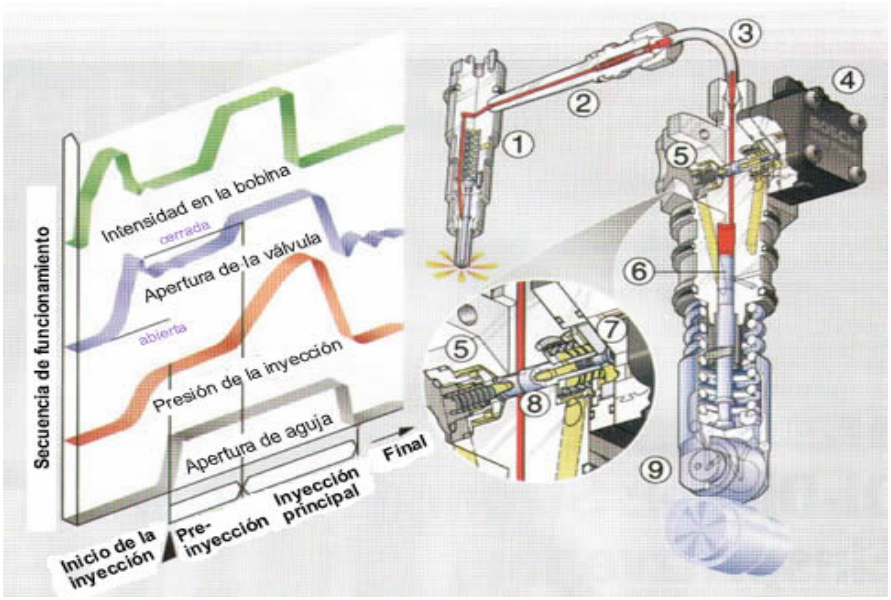


Fig.213. Sistema de inyección PLD. Mercedes Benz.

4.1.2. CÁLCULO DE LA PRESIÓN Y DEL VOLUMEN INYECTADO.

La presión es: una fuerza ejercida (perpendicularmente) sobre la unidad de superficie:

La unidad de presión S.I es el N/m^2 que recibe el nombre de pascal (en honor de Blas Pascal) y se abrevia como Pa.

El pascal es una unidad que, en la práctica, resulta demasiado pequeña, por eso se utiliza hoy en día en kilopascal (kPa). 1 kPa = 100 000 Pa.

VOLUMEN INYECTADO:

25.12 Un motor Diesel de cuatro tiempos, de cuatro cilindros, a 2 500 1/min revoluciones desarrolla una potencia de 45 kW. Por cada ciclo de trabajo se le inyectan 48 mm^3 de un combustible cuya densidad $\rho = 0{,}85$ g/cm^3.
Calcular:
a) El consumo específico y
b) La potencia del motor con la misma cantidad inyectada y el mismo consumo específico, pero con un combustible más ligero, que tiene una densidad $\rho = 0{,}81$ g/cm^3 en vez de los 0,85 g/cm^3 del anterior.

4.2.1. DIAGNÓSTICO DE FALLAS.

Este procedimiento ayuda a identificar la causa de algunas fallas de un inyector.

ADVERTENCIA:

Peligro de descarga eléctrica. El sistema de inyectores unitarios electrónicos usa de 90 a 120 voltios.

Retirar la tapa de válvulas y observar para determinar si hay piezas rotas.
Reparar o reemplazar cualquier pieza rota que se encuentre.
Inspeccionar todos los cables que van a los solenoides.
Buscar si hay conexiones flojas.

Asegurarse de que el conector del solenoide del inyector unitario esté debidamente conectado.

Jalar levemente cada uno de los cables para ver si no están sueltos.

Inspeccionar si hay formación de arcos en los bornes del solenoide.
Si hay arcos o evidencia de formación de arcos, retirar el conjunto de tapa.

Limpiar los bornes de conexión.

Colocar el conjunto de tapa y apretar las tuercas del solenoide a un par de 2,5 ± 0,25 N·m (22 ± 2 lb-pulg).
Comprobar el ajuste del juego de las válvulas correspondiente al cilindro del inyector unitario que se cree que no funciona correctamente.

Verificar si hay señales de fuga de combustible.

Inspeccione la fuente de la fuga de combustible.

Eliminar la causa de la fuga de combustible.
Asegurarse que el perno que sujeta el inyector unitario esté apretado al par correcto. Si es necesario, afloje el perno que sujeta el inyector unitario y apriételo a un par de 55 ± 10 Nm (40,6 ± 7,4 lb-pie).

Retirar el inyector unitario que se determine este con falla y comprobar si tiene señales de exposición al refrigerante.

La exposición al refrigerante hace que se forme herrumbre en el inyector.

Si el inyector unitario muestra señales de exposición al refrigerante, retirar e inspeccionar el manguito del inyector.

Reemplazar el manguito del inyector si está dañado.

Verificar si hay excesiva decoloración parda que se extienda más allá de la punta del inyector.

Si se encuentra una decoloración excesiva, compruebe la calidad del combustible.

Reemplazar los sellos en el inyector y vuelva a instalar el inyector.

Si no se soluciona el problema, reemplace el inyector sospechoso con un inyector nuevo.

Para verificar que el inyector nuevo está funcionando apropiadamente, efectúe la Prueba del corte de cilindros.

Utilice al Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar.

AJUSTAR INYECTOR UNITARIO ELECTRÓNICO:

C15 y C18 Motores para máquinas; Inyector unitario electrónico. Fig.214.

Herramientas necesarias:
Calibrador de altura del inyector

Mecanismo del inyector: (1) Balancín de válvulas, (2) Tornillo de ajuste, (3) Contratuerca, (4)

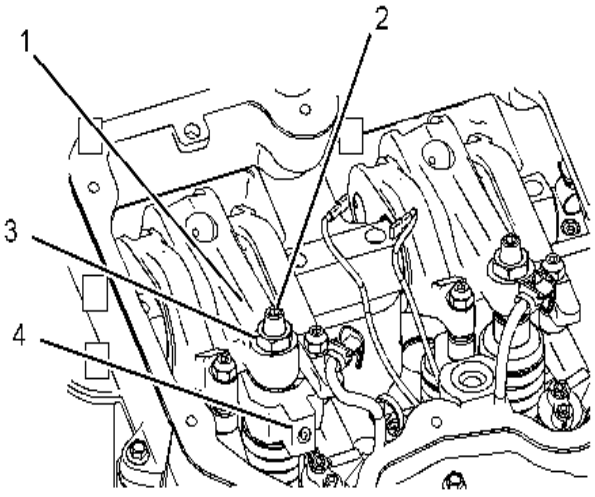


Fig.214. Inyector unitario Electrónico CAT.

Calibrador de altura del inyector.

1. Poner el pistón No. 1 en la posición del punto muerto superior en la carrera de compresión.

Se utiliza el calibrador de altura del inyector (4) para obtener una dimensión de 78,0 ± 0,2 mm (3,07 ± 0,01 pulg).

Esta dimensión se mide desde la parte superior del inyector unitario hasta el borde maquinado del cuerpo del inyector de combustible.

2. Girar el tornillo de ajuste del inyector unitario (2) hacia la derecha hasta obtener la altura correcta.

Sujetar el tornillo de ajuste en esta posición y apriete la tuerca de traba (3) a un par de 100 ± 10 Nm (74 ± 7 lb-pie).

Para ajustar los inyectores unitarios de los cilindros:

3. Retirar el perno de sincronización.

4. Girar el volante 360 grados en el sentido de rotación del motor.

El sentido de rotación del motor es hacia la izquierda si se mira el motor desde el extremo del volante.

Esto pondrá el pistón número 1 en la posición central superior de la carrera de escape.

5. Repetir los pasos desde 3 hasta 4.

6. Retirar el perno de sincronización del volante después de que se hayan efectuado todos los ajustes de los inyectores unitarios.

7. Reinstalar la cubierta del mecanismo de válvula.

4.2.2. REGULACIÓN DE LA PRESIÓN Y EL CAUDAL DE SUMINISTRO.

PROBAR INYECTOR UNITARIO ELECTRÓNICO: HEUI.

- EL ESCANNER (**DDR**) (Escáner de la marca Ditroit Diesel).
- EL ESCANNER (**ET)** (Técnico Electrónico de la marca Caterpillar).
- EL ESCANNER (**INSITE**) (Escáner de la marca Cummins).
- EL ESCANNER (**VCADS**) (Escáner de la marca VOLVO).
- EL ESCANNER (**STAR DIAGNOSIS**) (Escáner de la marca Mercedes Benz).
- EL ESCANNER (**INTELLEGENT TEST**) (Escáner de la marca Toyota).
- EL ESCANNER (**CONSUL III**) (Escáner de la marca Nissan).

ENTRADA A LAS RUTINAS DE DIAGNÓSTICO:

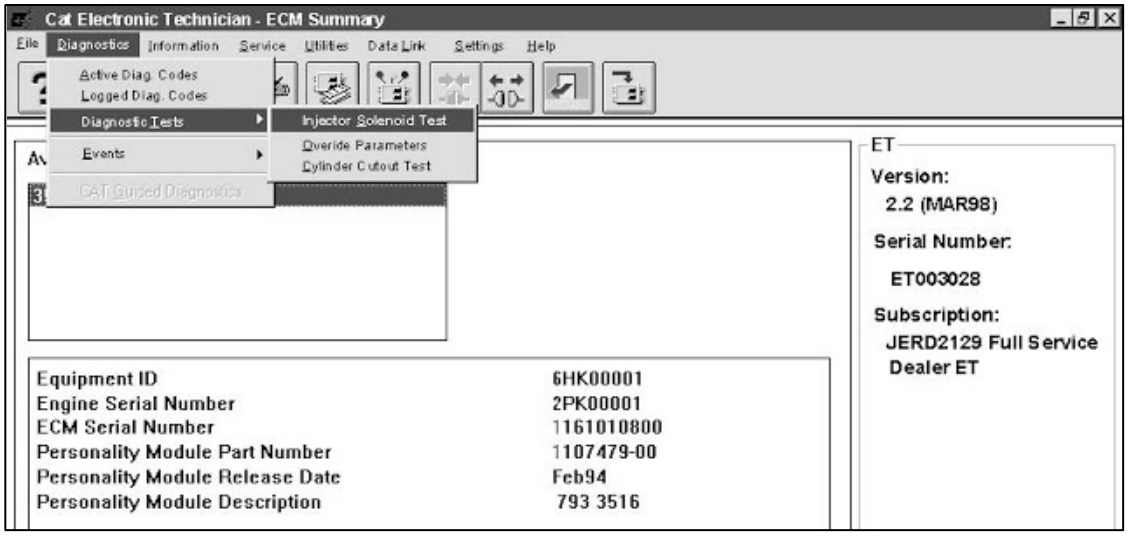
La entrada a las pruebas del inyector del ET se puede hacer sólo a través del menú de diagnóstico en la secuencia de menú:

Diagnósticos (Diagnostics)/Pruebas de Diagnóstico (Diagnostic Tests)/Prueba del Solenoide del Inyector (InjectorSolenoid Test).

Se puede entrar a dos pruebas del inyector desde este menú, dependiendo de la aplicación seleccionada:

- Prueba del solenoide del inyector.
- Prueba de corte de combustible de los cilindros.

En las pantallas de los motores HEUI, por ejemplo, en los motores 3408E/3412E, hay además una prueba de presión del activador del inyector (no mostrada).



Se verán también en esta lección las funciones de los parámetros de anulación y de presión del activador del inyector.

PRUEBAS DE LOS SOLENOIDES DEL INYECTOR:

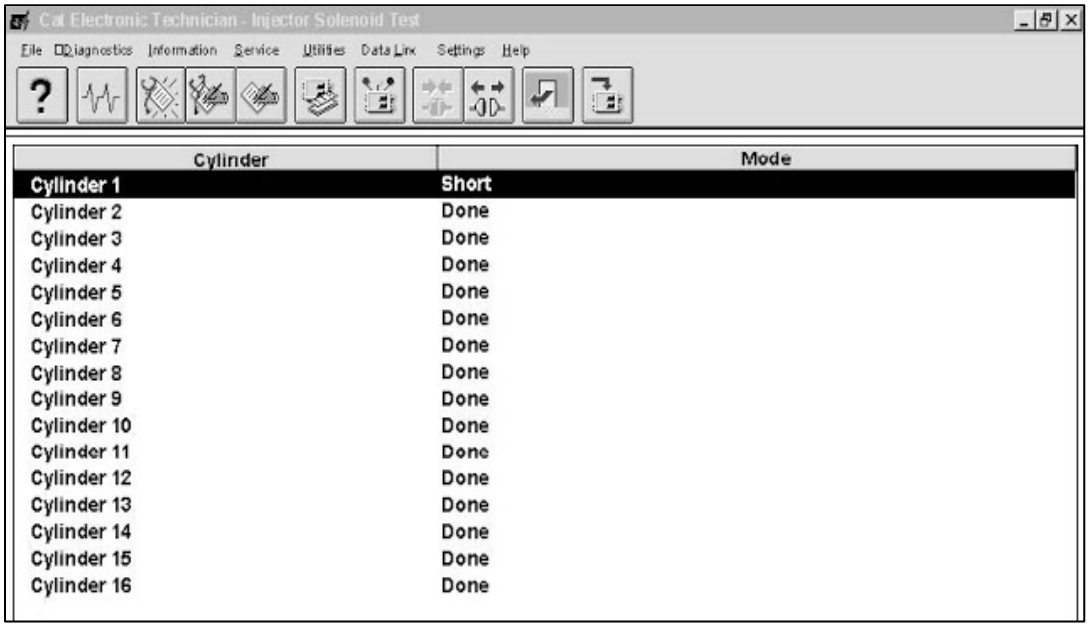
Hay varios métodos de pruebas de inyectores (y cilindros) para encontrar fallas mecánicas y eléctricas usando el ET. La primera categoría que veremos es la prueba de los solenoides del inyector.

Esta prueba puede hacerse cuando se presentan mensajes de diagnóstico de falla de un circuito abierto o en corto, en el análisis de localización y solución de problemas del inyector. Esta prueba generalmente se realiza primero y el motor debe estar apagado.

La prueba del solenoide del inyector verifica que el circuito del ECM al inyector esté funcionando correctamente. Se prueban el suministro de energía al inyector desde el ECM, el mazo de cables interno-externo y los solenoides del inyector.

Si no se encuentran fallas, debe revisarse la pantalla de fallas registradas. Es posible que una conexión suelta cause una falla intermitente que no es evidente en el momento de la prueba.

Hay dos métodos de prueba de los solenoides. El primer método, mostrado en la figura 1.3.3, es automático y prueba cada solenoide en secuencia.



Presione el botón Probar Todo (Test All) o presione la tecla “A”. La pantalla de la figura muestra un circuito defectuoso de un solenoide, que indica que el circuito del cilindro No. 1 está en corto.

El otro método de probar los solenoides del inyector es probar individualmente cada cilindro. Este método es útil cuando se indica en la pantalla de fallas registradas una falla intermitente del inyector.

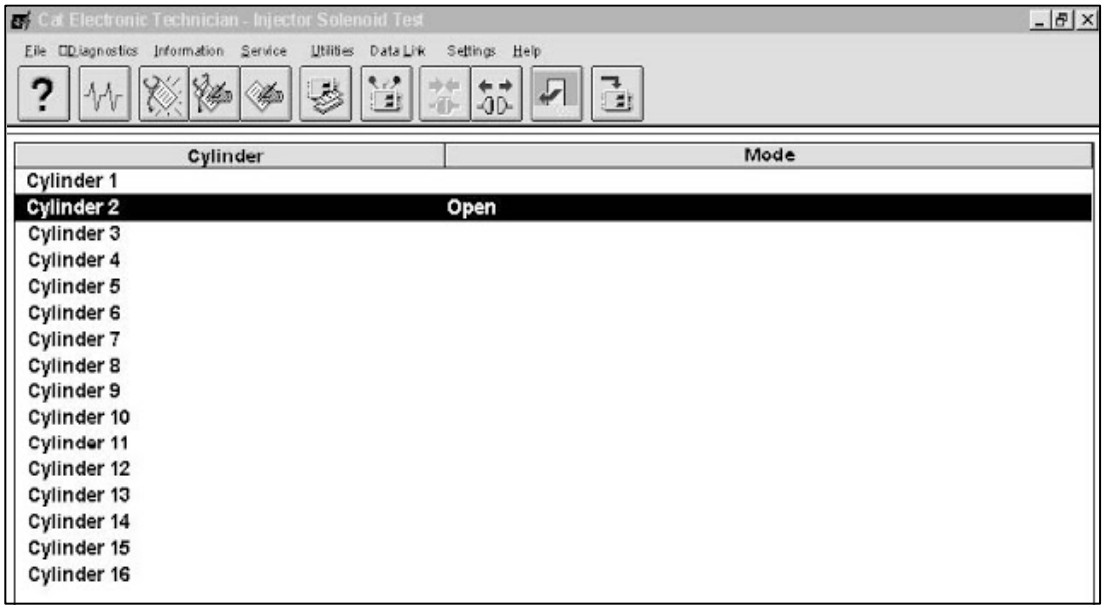
Con el cilindro sospechoso señalado, haga clic en el botón Prueba (Test), o presione la tecla “E” o la tecla Entrar (ENTER). El solenoide puede probarse repetidamente mientras se mueven los cables y las conexiones.

Cuando se encuentra la falla, la pantalla del ET mostrará un circuito abierto o en corto, como se ve arriba en la figura.

En este caso, la prueba identificó un circuito abierto en el cilindro No. 2.
Esta prueba se llama comúnmente de “ruido seco”, por el ruido que hace el activador del solenoide del inyector.

El sonido que hace el activador en la prueba no es un hecho concluyente de una falla del inyector.

Sin embargo, cuando se prueba un inyector HEUI, un cilindro muerto sin sonido de ninguna clase pero acompañado con la indicación de prueba eléctrica normal puede significar que la válvula de disco está pegada.



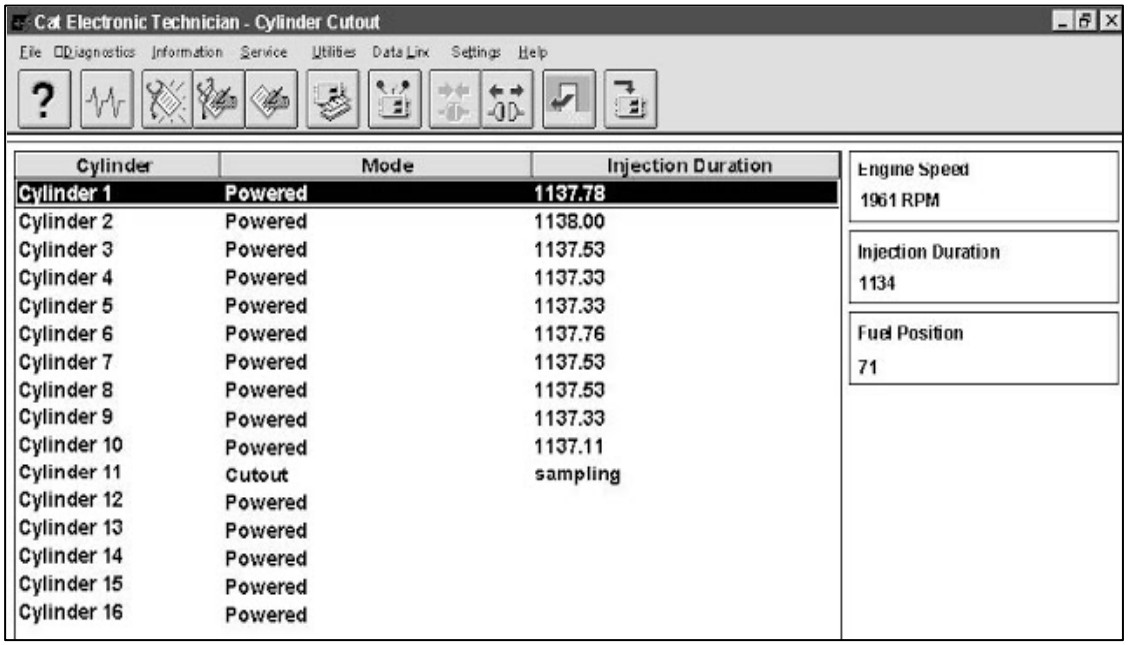
Esta condición puede deberse a que, cuando se quitó el inyector, resultó un mal alineamiento del orificio de la válvula de disco que produjo el pegado de la válvula (el uso de una pata de cabra para quitar el inyector puede causar distorsión de la tolerancia mínima de las piezas rectificadas, como el de un émbolo y un tambor).

PRUEBA DE CORTE DE COMBUSTIBLE DE LOS CILINDROS:

El corte de combustible de los cilindros es la segunda categoría de prueba del inyector. Esta prueba puede usarse cuando el problema es mecánico y no hay mensajes de diagnóstico presentes.

Se entra a la prueba mediante el menú de Diagnósticos (Diagnostics) usando la siguiente secuencia de menús:

Diagnósticos (Diagnostics)/Prueba de Diagnósticos (Diagnostic Test)/Prueba de Corte del Cilindro (CylinderCutout Test).



Hay dos rutinas básicas de prueba de corte de combustible de los cilindros:

- Automática
- Manual

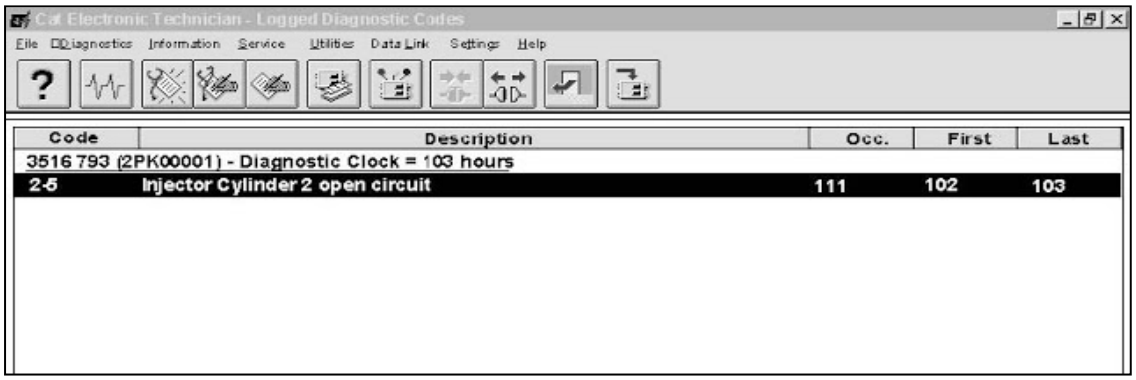
AUTOMÁTICA: Prueba todos los cilindros y hace una comparación entre ellos. Los números no son medidas finitas sino solamente comparativas. Esta prueba se realiza con el motor en funcionamiento.

MANUAL: Para realizar diferentes acciones de la prueba hay cuatro botones debajo de la casilla principal, en la parte inferior de la pantalla. Estos son:

- **Cambio (Change)**: Corta el combustible de un cilindro individual.
- **Potencie todos (Power All)**: Repotencia todos los cilindros.
- **Inicio (Start)**: Inicia la secuencia automática.
- **Parada (Stop):** Detiene la secuencia automática

En el caso de los motores con 12 cilindros o más, es difícil encontrar si un cilindro está fallando. Es más fácil encontrar el cilindro defectuoso haciendo el corte de combustible de un grupo de cilindros y revisando el otro grupo.

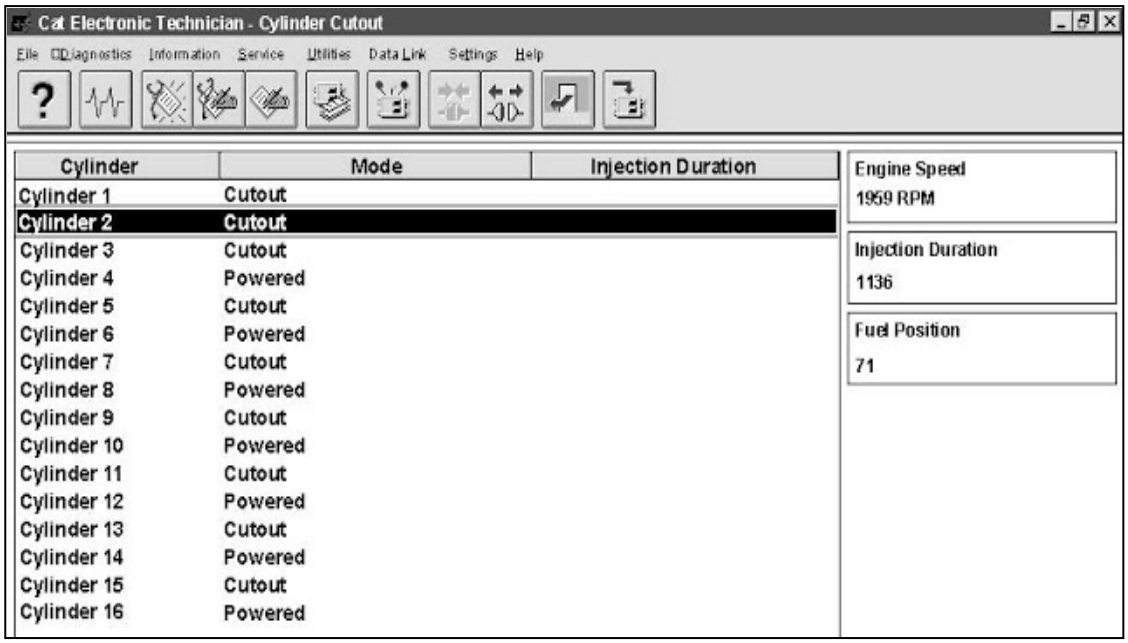
Otro método es realizar un calado de par y mirar la caída de las rpm a medida que se hace el corte de combustible de cada cilindro. Típicamente, la velocidad caerá hasta cerca de 100 rpm a medida que se hace el corte de combustible a los cilindros. Un cilindro muerto no mostrará ningún cambio. La ilustración de arriba muestra que se cortó el combustible de los cilindros con número impar y se probaron los cilindros con número par.



El corte de combustible del cilindro No.2 se hizo manualmente. El ruido del motor cambiará si es un cilindro bueno, y no, si es un cilindro muerto.

La duración de la inyección y la presión de combustible también cambiarán si es un cilindro bueno. Hacer un corte de combustible de un grupo de cilindros añade una carga parásita significativa al grupo opuesto y permite que sean más visibles y audibles los cambios cuando se hace el corte de combustible de un cilindro. También, el aumentar las rpm (con un valor de aceleración fijo) ayuda a identificar el cilindro defectuoso, particularmente en los motores de ocho cilindros.

Para hacer el corte de combustible manual de un cilindro: Señale el cilindro deseado y haga clic en el botón "Cambio" (Change) u oprima la letra “C” u oprima la tecla Entrar (ENTER) para desactivar o activar el inyector señalado (vea la figura)

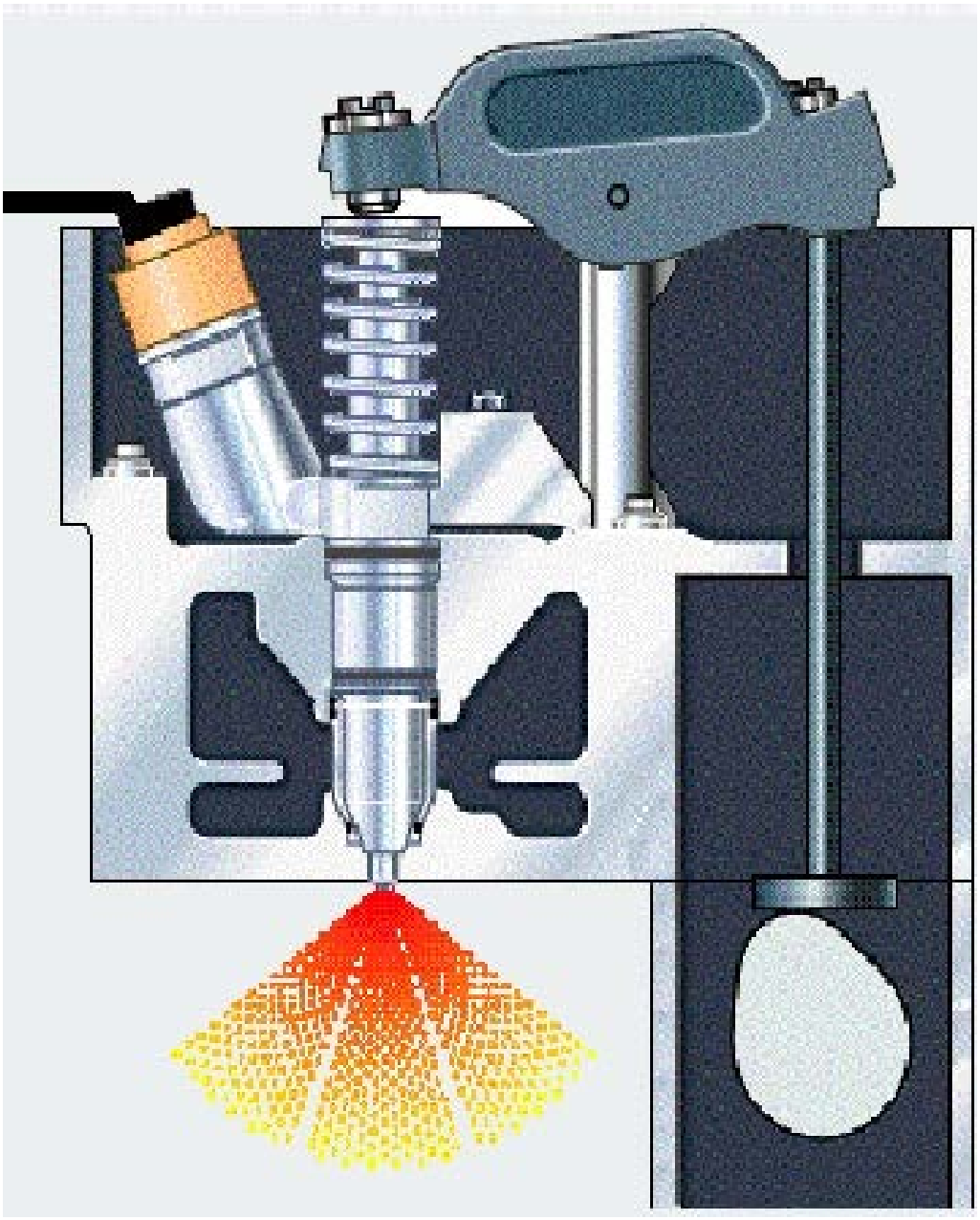


La falla intermitente de un inyector puede reconocerse observando la columna de ocurrencias en la pantalla de fallas registradas. En este caso el cilindro No. 2 ha registrado 111 ocurrencias de falla en cerca de una hora, entre las horas 102 y 103 del motor. Esto puede interpretarse como un problema intermitente y se debe principalmente a una conexión floja.Para localizar este tipo de fallas, vuelva a la pantalla de la prueba del solenoide del inyector y señale el cilindro en cuestión. Oprima la tecla Entrar (Enter) para realizar la prueba de “sonido seco” a medida que el cable se mueve de varios modos. Eventualmente, la falla se localizará moviendo el cable.

El circuito debe probarse nuevamente y se deben borrar las fallas registradas.

Note que una falla de cableado de un inyector activo no puede verse en el ET a menos que el motor esté funcionando o se efectúe la prueba del solenoide.

4.2.3. ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES BOMBA.



AMODE…	NOMBRE	FIRMA	FECHA	SENATI ESCUELA DE AUTOMOTORES
DIBUJADO	Juan Espino		Mayo/2014	
REVISAD	Jaime D.			

ESCALA:	INSTALACIÓN DE LOS INYECTORES BOMBA	DIBUJO TÉCNICO
		LÁMINA Nº

4.2.4. PROTECCIÓN AL MANIPULAR INYECTORES BOMBA.

- Tener cuidado producirse corte con las rebabas del inyector bomba.
- No poner las maños directamente a las puntas del inyector por que la alta presión es capaz de penetrar la piel y producir daños a la misma.
- Utilizar guantes de protección. Fig.215.
- Utilizar gafas protectoras.
- Utilizar mascarilla o filtros protectores. Fig.216.
- Mantener el área limpio y libre de polvo.
- Evite derrames que pueden generar accidentes.

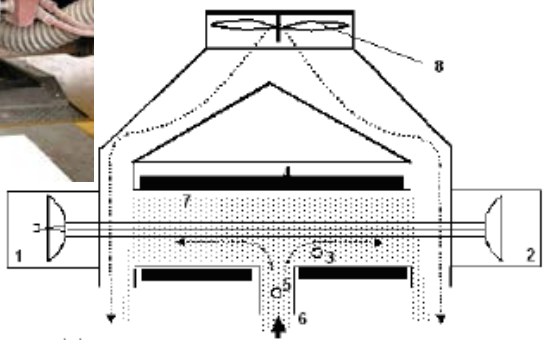


Fig. 215. Equipos de Protección Personal.



Fig.216. uso de guantes de protección reparación Inyector unitario.







N°	ORDEN DE EJECUCIÓN	HERRAMIENTAS / INSTRUMENTOS
1	Operar e interpretar lectura del opacímetro	Opacímetro
2	Aplicar especificaciones técnicas de emisiones	

	DENOMINACIÓN		
SENATI	Comprobar la opacidad del gas de escape	**HT:T05**	
	MECÁNICA AUTOMOTRIZ	Tiempo: 12 horas	HOJA:1/1

HOJA DE OPERACIÓN 18.

16. OPERAR E INTERPRETAR LECTURA DEL OPACÍMETRO. Fig.217.

Esta operación consiste en realizar la prueba o diagnóstico del estado de los gases de escape del motor diesel; en otras palabras realizar la medición de la opacidad.



Fig.217. Uso Opacímetro en un vehículo.

Esta prueba se realizar en el taller de servicios como un trabajo auxiliar para determinar el estado de funcionamiento del sistema de alimentación de combustible; o habitualmente en el centro de inspecciones vehiculares autorizados por el ministerio de transportes y comunicaciones (CITV).

Según la norma:

Modifican Decreto Supremo Nº 0472001-MTC, que establece Límites Máximos Permisibles de Emisiones Contaminantes para Vehículos Automotores que circulen en la Red Vial:

DECRETO SUPREMO Nº 009-2012-MINAM

Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente

PROCESO DE EJECUCIÓN:

1. Ubicar el vehículo en la zona de trabajo.

Observación:

- Si se trata de una factoría ubicar en un área de mayor ventilación natural.
- En el centro de inspección vehicular el área esta acondicionado para esta tarea.

Antes de poner en funcionamiento el motor verificar visualmente el estado del tubo de escape y el silenciador, si estas estas averiados (con fugas) enviar para que lo realicen la reparación.

2. Poner en funcionamiento el motor hasta alcanzar mínimamente la temperatura del aceite del motor a mínima 70 °C.

3. Observar el humo de escape del motor para determinar visualmente el estado de la calidad del humo.

Si el humo es en exceso entonces es recomendable no realizar la prueba porque solo estaríamos saturando el equipo de prueba (opacímetro) y esta no nos llevara a ningún resultado óptimo.
Fig.218.



Fig.218. Humo de escape del motor en exceso.

Enviar el vehículo para su respectivo mantenimiento o reparación del sistema de alimentación/inyección de combustible.

Pero si de lo contrario no es visible el humo del escape entonces se procede a realizar la medición de la opacidad.

4. Acelerar a fondo uno o dos veces para realizar la limpieza del conducto de escape.

5. Colocar la sonda de temperatura retirando la varilla de medición de nivel de aceite del motor.

Colocar la toma de gases de prueba en la salida del tubo de escape. Fig.219.

6. Tomar la medición en funcionamiento en aceleración en vacío.

Realizar esta prueba mínimamente tres veces.



Fig.219. Toma de prueba instalado en el tubo de escape.

Si se encuentra por lo menos dos valores iguales dentro del límite establecido se dará por aprobado.

De lo contrario pasar a realizar una siguiente prueba como máximo realizar 10 pruebas.

Al finalizar esta prueba se dará el veredicto; si se encuentra por lo menos 02 valores iguales dentro de los límites establecidos: se dará por aprobado de lo contrario el resultado será desaprobado.

HOJA DE OPERACIONES 19.

APLICAR LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EMISIONES.

DECRETO SUPREMO Nº 009-2012-MINAM

Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente.

En los motores diésel lo que se determina es la opacidad de los gases de escape y no deben exceder los siguientes valores:

- 2,5 k (m^{-1}) para motores de aspiración natural.

- 3,0 k (m^{-1}) para motores turbo alimentados.

PROCESO DE EJECUCIÓN:

El proceso de medición de la opacidad es como sigue:

1. Primer ciclo de aceleración en vacío.

Si el valor de opacidad medido es menor o igual al 2,25 k (m^{-1}) para motores de aspiración natural, 2,7 k (m^{-1}). Para los turbo alimentados, se finalizará la prueba con el resultado de aceptable o **aprobado.**

Si el valor de opacidad medido es superior a esos valores, se pasa a un segundo ciclo de aceleración.

2. Segundo ciclo de aceleración en vacío.

Si el valor de opacidad medido es menor o igual al 2,25 k (m^{-1}) para motores de aspiración natural, 2,7 k (m^{-1}) para los turbo alimentados, se finalizará la prueba con el resultado aceptable o **aprobado.**

Si el valor de opacidad medido es superior a esos valores, se pasa a un tercer ciclo de aceleración.

3. Tercer ciclo de aceleración en vacío.

Si el valor de opacidad medido es menor o igual al 2,25 k (m^{-1}) para motores de aspiración natural, 2,7 k (m^{-1}) para los turbo alimentados, se finalizará la prueba con el resultado aceptable o **aprobado.**

Si el valor de opacidad medido es superior a esos valores, se utilizará el siguiente criterio de decisión:

MOTORES DE ASPIRACIÓN NATURAL.
Si el valor de la media de los tres ciclos se encuentra entre:

- 2,25 y 2,5 k (m^{-1}) = Aceptable.

- 2,5 y 3,5 k (m^{-1}) = Leve.
- 3,5 k (m^{-1}) = Grave.

Motores turbo alimentados.

Si el valor de la media de los tres ciclos se encuentra entre:

- 2,7 y 3 k (m^{-1}) = Favorable.
- y 4 k (m^{-1}) = Leve.
- 4 k (m^{-1}) = Grave.

RESULTADO DE UN ANÁLISIS DE GASES EN MOTOR DIESEL:

Fig.220



```
E  O  S  C  H
Análisis gases Diesel
Informe análisis
-----------------------------
USM-Euro: V1.80 21.10.98
Vers.RTM:  V2.0 02.08.96
-----------------------------
Fecha:          24.11.2006
Hora:                09:19
-----------------------------
PUESTO EJECUTOR
SERDISE SA
PARQUE INDUSTRIAL
VILLA SALV.
MZ. F LT. 3
4930697
-----------------------------
IDENTIFICACION DE VEHIC.
Fabr. :
Mod.V.:
Tipo V:
Matr. :
Kilometraje:
Tipo motor:    Aspiración
-----------------------------
DATOS CLIENTE
-----------------------------
RESULTADOS
Control visual:          OK

min.          real
-----------------------------
Temp. del aceite [°C]:
55            61         OK
Revol.reg.de regulación:
              1670       OK

No.          k[1/m]
-----------------------------
k1             0.68
-----------------------------
Valor limite k2.50

Prueba interrumpida

Sello / Firma
```

Fig.220.

HOJA DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA 05

10. COMPOSICIÓN DE LOS HUMOS DEL ESCAPE DEL MOTOR DIESEL.

Emisiones Diesel:
Los motores diesel transforman la energía química contenida el petróleo en energía mecánica.

El petróleo es inyectado a una presión superior a la existente en el interior de los cilindros mezclándose con el aire comprimido y realizándose el proceso de combustión.

Los gases procedentes de esta combustión están formados por componentes que son dañinos para la salud y el medio ambiente.

EMISIONES DE UN MOTOR DIESEL. Tabla Nº 01

CO	**HC**	**DPM**	**NO_x**	**SO_2**
ppm	ppm	g/m^3	ppm	ppm
5-1,500	20-400	0.1-0.25	50-2,500	10-150

Tabla Nº 01: Contenido de sustancias en los gases de escape motor diesel.

Monóxido de Carbono (CO).

Hidrocarburos (HC).

Y aldehídos son generados en el escape como resultado de una combustión incompleta del petróleo.

Los Óxidos de Nitrógeno (NO_x) son creados por la unión del nitrógeno y el oxígeno en unas condiciones de alta presión y temperatura en el interior del cilindro.

Los NOx están formados en su mayor parte por óxido nítrico (NO) y una pequeña proporción de dióxido de nitrógeno (NO_2).

Una proporción importante de hidrocarburos es también generada por el aceite de motor.

El Dióxido de Sulfuro (SO_2) es creado por el azufre contenido en el petróleo. La concentración de SO_2 en el escape depende del azufre contenido en el petróleo.

Partículas diesel (DPM), definido por las regulaciones EPA, es un agregado complejo de material sólido y líquido. Su origen son las partículas de carbono generadas en el cilindro durante la combustión.

Las DPM son clasificadas en tres grupos: Fig.221.

- Sólidos: Partículas de carbón seco, comúnmente conocidas cómo carbonilla.
- SOF: Hidrocarbonos pesados absorbidos y condensados en las partículas de carbón, llamados Moléculas de Soluciones Orgánicas.
- SO_4: Molécula de sulfato, ión del ácido sulfúrico hidratado.

La composición del DPM dependerá particularmente del motor así como de sus condiciones de velocidad y carga.

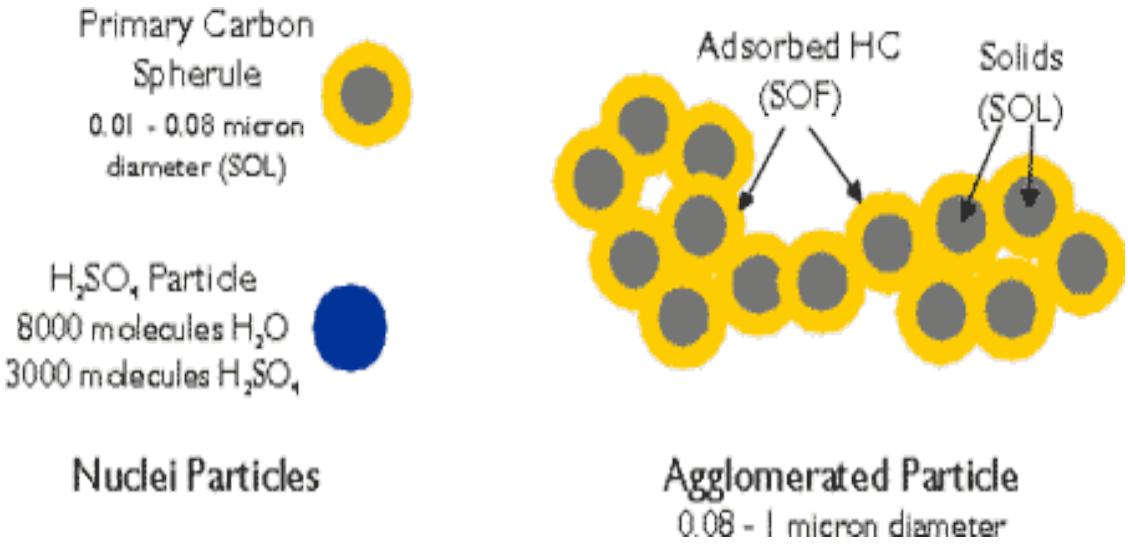


Fig.221. Composición de gases de escape.

EFECTOS DE LAS EMISIONES PARTICULADAS DEL MOTOR DIESEL.

Cuando los motores funcionan en espacios cerrados tales como minas subterráneas, construcciones de edificios, túneles o almacenes, el monóxido de carbono puede acumularse en el ambiente atmosférico y causar desde dolores de cabeza, vértigos, incluso desmayos o muerte.

En las mismas condiciones, los hidrocarburos y aldehídos causan irritaciones de ojos y sensaciones de ahogo. **(Efectos sobre la Salud).**

Los Hidrocarburos y aldehídos son los que contribuyen en mayor medida al olor tan característico de los gases de escape de los motores diesel.

Los Hidrocarburos tienen también un efecto medioambiental negativo, siendo un importante componente de nieblas de contaminación. **(Efectos sobre salud Ambiental).**

El dióxido de nitrógeno es muy tóxico**. (Efectos sobre la Salud).**

Las emisiones de NO_x son también un serio asunto en el medio ambiente por su papel en la formación de nieblas de contaminación. **(Efectos sobre salud Ambiental).**

El dióxido de azufre es un gas incoloro tóxico con la característica de ser irritante. (Salud).

La oxidación del dióxido de sulfuro produce trióxido de sulfuro, el cual es el gas generador del ácido sulfúrico.

Los óxidos de azufre tienen un profundo impacto en el medioambiente siendo la causa principal de las lluvias ácidas. (Ambiental).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LAS EMISIONES DEL MOTOR DIESEL.

Combustibles de bajo contenido en azufre, menos de un 0.05%, están siendo utilizados por la mayoría de las vehículos diesel en Europa, USA y en Canadá.

Las regulaciones relacionadas con las emisiones y la calidad del aire pueden ser divididas en dos grupos:

- Regulación de emisiones de escape.
- Normas para la calidad del aire ambiente.

Las autorizaciones de regulación de las emisiones de escape incluyen las US EPA (Agencia de protección del medio ambiente) y Carlifornia ARB (Consejo sobre los recursos del aire de California).

Estas regulaciones son creadas y obligadas a cumplir por autoridades sobre salud y seguridad como la OSHA (Administración sobre medicina, salud y seguridad) o MSHA (Administración sobre salud y seguridad en las explotaciones mineras).

NORMAS PARA CONSULTAS:

a) NORMA NACIONAL Y LAS ENTIDADES RESPONSABLES:

SEGÚN DECRETO SUPREMO: Nº 009-2012-MINAM

Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente. Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos en circulación a nivel nacional: (**INDECOPI, DIGESA, Ministerio de Ambiente)**

b) NORMAS EURO.

Conjunto de normas que definen las emisiones y protocolos de pruebas para vehículos automotores. Utilizadas en Europa y otros países. Tabla Nº 02.

Limitaciones a las emisiones para vehículos nuevos con motor diésel

	válido a partir de	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)	HC+NOx (g/km)	PM
Euro I	01/92	3,16	-	-	1,13	0,14
Euro II	01/96	1,00	0,15	0,55	0,70	0,08
Euro III	01/00	0,64	0,06	0,50	0,56	0,05
Euro IV	01/05	0,50	0,05	0,25	0,30	-
Euro V	09/09	0,50	0,05	0,18	0,23	0,005
Euro VI	08/14	0,50	0,09	0,08	0,17	0,005

Tabla Nº 02: Norma Euro y Limites de gases contaminantes.

c) NORMAS TIER.

Conjunto de normas que definen las emisiones y protocolos de pruebas para vehículos automotores. Utilizadas en USA y otros países. Gráfico Nº 01

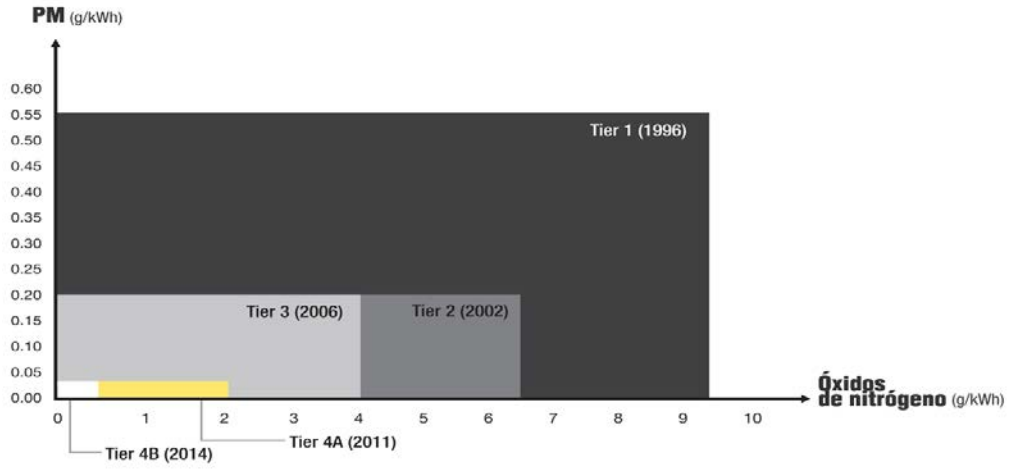


Gráfico Nº 01: Norma TIER y Límites de gases contaminantes.

d) EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY).

Agencia de Protección Medioambiental de EE.UU. es una agencia del gobierno federal encargada de proteger la salud humana y el medio ambiente, y hacer cumplir los reglamentos sobre la base de las leyes aprobadas por el Congreso en estos temas.

CONVERSIONES DE UNIDADES:

Equivale 100 ppm a 100 mg por cada kilo.

Entonces pasar 100 mg a kilos

Primero multiplicar 100 x 0.000001 para pasarlo a kilos y sale 0.0001 kg

Ahora el % seria (0.0001kg / 1kg)*100

El porcentaje es 0.01%

FACTOR “K”.

En los motores diesel se produce la combustión con exceso de aire (mezcla pobre), por este motivo las emisiones de gases de CO son poco importantes.

Esta es la razón, por la cual, no se controla la concentración de este gas y sin embargo, se realiza una medición de la cantidad de humo emitido (opacidad).

Para poder registrar este nuevo parámetro se utilizan los opacímetros.

Consisten básicamente, en un emisor y un receptor de luz.

Entre ambos, se hace circular el humo emitido por el vehículo. Este humo evita que la totalidad de la luz del emisor llegue al receptor.

Cuanto más humo haya en el interior de la cámara mayor cantidad de luz del emisor será absorbida, con lo cual la opacidad será mayor.

Este valor de opacidad se expresa en %, que mediante una expresión logarítmica dada por la ley de Beer Lambert, se convierte en el valor K, que es el coeficiente de absorción luminosa.

OPACIDAD EN PORCENTAJE: Tabla Nº 03.

La relación entre la escala lineal de 0 a 100% de opacidad y el coeficiente "*K*" de absorción de la luz es dado por la fórmula:

$$K = -\frac{1}{L} \text{x} Ln\left(1 - \frac{N}{100}\right)$$

El porcentaje de opacidad esta dado por la fórmula:

$$N = (1 - e^{-KL}) * 100$$

Dónde:
N = Una lectura en la escala lineal.
K = Valor correspondiente del coeficiente de absorción
L = La longitud efectiva del paso de la luz a través de la muestra de gas.
Ln = Logaritmo natural.
N = 100 – T
Dónde:
T = Transmitancia, expresada en porcentaje.

VEHÍCULOS MAYORES A DIESEL		
Año de fabricación	**OPACIDAD: K(m^{-1})**	**OPACIDAD EN %**
Antes 1995	3,0	72
1996 en adelante	2,5	65
2003 en adelante	2,1	60

Tabla Nº 03: Niveles de Opacidad permisible Norma Peruana actualiza 2013..

NÚMERO DE BOSCH.

La Bosch-Norm **N 2580-1** define el contenido de sustancias prohibidas y de declaración obligatoria en los materiales y forma parte de los requerimientos (especificaciones) relativos a los materiales.

Apoya la realización de los requerimientos legales y de las exigencias de los clientes de Bosch.

En el Anexo “Declaración de Proveedores” se indican las disposiciones correspondientes. Estas disposiciones son de aplicación a nivel mundial.

La presente Bosch-Norm no tiene repercusión alguna sobre la obligación relativa al cumplimiento de las especificaciones legales (leyes nacionales).

REACCIONES QUÍMICAS DURANTE LA COMBUSTIÓN DE MEZCLAS HETEROGÉNEAS.

La combustión es la reacción química de oxidación del combustible con desprendimiento de calor y por su complejidad, en la práctica, una combustión perfecta no es alcanzable. Las reacciones químicas se producen entre varias sustancias y tienen como resultado la liberación o absorción de energía.

La reacción más corriente para la liberación de energía es la de un combustible con el oxígeno del aire y se denomina proceso de combustión u oxidación. Fig.222.

Es importante recordar que el aire del ambiente se encuentra compuesto por una mezcla gaseosa; pero en mayor cuantía encontramos al Nitrógeno N_2 e Hidrógeno H_2.

La energía liberada se debe al cambio en la estructura electrónica de las moléculas del combustible y del oxígeno.



Fig.222. Composición de gases de escape.

La mayor parte de los combustibles y oxidantes o agentes de reacción no suelen mezclarse antes de entrar en la cámara de combustión o reacción debido al peligro que originaría un encendido accidental o espontáneo.

La combustión incompleta representa un desperdicio de combustible y graves daños al medio ambiente.

Algunas características de los combustibles son: contenido de humedad, densidad, viscosidad, poder calorífico, punto de inflamación, contenido de azufre y cenizas.

Las reacciones de combustión en el caso del diesel se hacen más complejas que las del gas natural y la gasolina por la cantidad de hidrocarburos aromáticos que contiene, que constituyen el 25% del combustible.

La reacción química de la combustión del diesel produce una gran cantidad de compuestos.

La reacción química tiene lugar en la cámara de combustión del pistón, resultando como productos de la combustión principalmente CO_2, H_2O y N_2. El valor variable del calor específico y el equilibrio químico impiden que se alcancen las altas temperaturas y presiones indicadas en el análisis del ciclo de aire normal. Los productos de combustión son expulsados del motor en condiciones considerablemente diferentes a las del aire y del combustible a la entrada.

PRECAUCIONES AL OPERAR EL OPACÍMETRO.

- Cuidado con quemarse al colocar la sonda al tubo de escape porque se encuentra muy caliente.
- Evitar en lo posible realizar análisis de gases si es visible un exceso de gases contaminantes emitidos por el vehículo.
- Utilizar una mascarilla con un filtro que tenga la capacidad de proteger la salud de los gases contaminantes.

CONTROL DE EMISIONES DE GASES.

El parque automotor es una de las principales fuentes generadoras de gases contaminantes provenientes de la combustión de los motores.

Provoca un doble efecto dañino:
Los componentes que afectan la salud humana son :(CO, NOx y HC).
Los que conllevan al incremento de los gases de efecto invernadero son: (CO_2, CH_4 y N_2O); generan el cambio climático que afecta a la Tierra.

Palabras clave: Contaminación ambiental, gases de efecto invernadero, parque automotor.

El transporte, por su naturaleza, se relaciona prácticamente con todos los sectores de la economía, moviliza los insumos y materias primas requeridas para la producción de bienes hasta los centros de consumo y actúa como un

importante demandante de los productos y servicios de diversas ramas económicas.

El crecimiento demográfico en los centros urbanos en los últimos cincuenta años ha incrementado la demanda del transporte masivo, aunque la oferta no ha crecido en la misma proporción.

El derecho a la movilidad es inherente al modo de vida de la sociedad moderna, pero al mismo tiempo la infraestructura del transporte y el propio movimiento de vehículos provocan impactos negativos en el medio ambiente, en particular la contaminación del aire, agua y suelos; el efecto invernadero y afectaciones a la calidad de vida por los entornos ruidosos, accidentes, y la presencia de elementos ajenos al paisaje.

El enfoque para el tratamiento de las emisiones debe efectuarse a partir de considerar de forma simultánea tres variables interdependientes:

- calidad del combustible utilizado
- tecnología vehicular
- condiciones de uso de los vehículos,

Lo cual significa que una variación en cualquier de estos factores, incide de manera directa en la modificación del nivel de las emisiones.

Según reportes y estudios realizados, para transportes con igual tecnología y condiciones de utilización, la máxima disminución de emisiones que se puede lograr modificando las características del combustible está en el orden de 20 a 30% [Asociación…, 2001], lo que se traduce en el empleo del caso de diésel con alto valor de cetano y también bajo contenido de S, entre otras. En cuanto a la tecnología vehicular, estas van dirigidas fundamentalmente a cambios en el diseño del motor, condiciones de combustión, así como la incorporación de tecnologías de pos tratamiento y el control de pérdidas por evaporación. Lo anterior se traduce en la aplicación, por ejemplo, de la inyección electrónica del combustible, catalizador de oxidación, cámara de combustión de quemado rápido y recirculación de los gases de escape.

Por su parte, una adecuada gestión del tránsito en las ciudades, puede reducir de cinco a diez veces las emisiones vehiculares [Asociación…, 2001.

Actualmente, los países y regiones geográficas con mayor desarrollo y los que están en vías de ello, establecen normativas para el control de las emisiones

de gases de los vehículos automotores, que abarcan desde los aspectos relacionados con el diseño y construcción hasta los vinculados con la explotación de los mismos.

Está demostrado que el problema de la contaminación ambiental crece cada día, con un efecto directo sobre la salud humana.

Con respecto al azufre (S) contenido en el combustible, una parte queda medida al determinar la opacidad, es decir, la fracción que escapa como sulfatos y forma parte del material particulado, y otra que constituye los SOx, que si bien es cierto que tienen incidencia en la formación de la llamada lluvia ácida, no son gases de efecto invernadero (GEI). Además, su emisión depende en lo fundamental del azufre que contiene el combustible y no del estado del motor o el sistema de inyección.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LAS EMISIONES DE MOTORES DIESEL.

SEGÚN DECRETO SUPREMO: Nº 009-2012-MINAM
Ley Nº 28611, Ley General del Ambiente
Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos en circulación a nivel nacional:

PARA VEHÍCULOS MAYORES DIESEL:

Únicamente para controles en carretear o en vía pública que se realicen a más de 1000 msnm se aceptaran una corrección por altura de 0,25 por cada 1000 msnm adicionales hasta un máximo de 0,75 k (m^{-1}). Tabla Nº 04, 05 y 06

VEHÍCULOS MAYORES A DIESEL		
Año de fabricación	**OPACIDAD: K(m^{-1})**	**OPACIDAD EN %**
Antes 1995	3,0	72
1996 en adelante	2,5	65
2003 en adelante	2,1	60

Tabla Nº 04: Equivalencia de Opacidad en **K(m^{-1}) y %**

VEHÍCULOS DE LAS CATEGORIAS M y N CON MOTOR ENCENDIDO POR CMPRESION, A DIESEL O SIMILAR		
Año de Fabricación(*)	**Altitud m.s.n.m.**	**Coeficiente de absorción k(m-1)**
Hasta 1995	0 a 1000 1001 a 2000 2001 a 3000 > 3000	3,00 3,25 3,50 3,75
1996 a 2002	1 a 1000 1001 a 2000 2001 a 3000 > 3000	2,50 2,75 3,00 3,25
2003 en adelante	2 a 1000 1001 a 2000 2001 a 3000 > 3000	2,10 2,35 2,60 2,85
(*)Si un vehículo ingresado antes del 2003, fue certificado en su país de origen nuevo en fábrica con valores más altos que los indicados en las tablas precedentes, se podrá solicitar al ministerio de transportes y comunicaciones que los certifique con los valores originales del fabricante.		

Tabla Nº 05: Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes Cat. M y N.

VEHICULOS DE LAS CATEGORIAS L_3 y L_5 CON MOTOR de ENCENDIDO POR CMPRESION, A DIESEL O SIMILAR(alores con adaptador)		
Año de Fabricación(*)	**Altitud m.s.n.m.**	**Coeficiente de absorción k(m-1)**
Hasta 1995	0 a 1000 1001 a 2000 2001 a 3000 > 3000	3,40 3,65 3,90 4,15
1996 a 2012	1 a 1000 1001 a 2000 2001 a 3000 > 3000	2,80 3,05 3,30 3,55
2013 en adelante	2 a 1000 1001 a 2000 2001 a 3000 > 3000	2,50 2,75 3,00 3,25
(*) NOTA: EL año de fabricación es el año calendario en el que el vehículo fue fabricado, que no corresponde necesariamente el año modelo, y se encuentra consignado en la Tarjeta de Propiedad o Tarjeta De Identificación Vehicular.		

Tabla nº 06: Límites máximos permisibles de emisiones contaminantes Cat. L_3 y L_5.

BIBLIOGRAFÍA:

- Manual de mantenimiento Scania. (Edición 1 es.**)**
- Toyota manual 2LT.
- Manual de reparaciones Volvo.
- Manual de reparaciones Cummins.
- Manual de reparaciones CAT.
- Página web Filtros LYS.
- El motor DETROIT DIESEL serie V16−149 DDEC III.
- DS Nº 009 – 2012 – MINAM.
- DS Nº 004 – 2013 – MINAM.
- Página web Bosch.

Páginas web:

http://www Laboratorio de Inyección Diesel Naval.htm.

http://www Curso bombas de inyección. htm.

http://www Línea de Alimentación Diesel – Naikontuning.com

http://foro.club-toyota.com.ar/.

http://www.tallervirtual.com/.