



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE: INGENIERO AUTOMOTRIZ

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SIMULACIÓN,
DIAGNÓSTICO Y COMPROBACIÓN DE SISTEMAS DE
ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE PARA INYECTOR DIESEL
ELECTRÓNICOS H.E.U.I.”

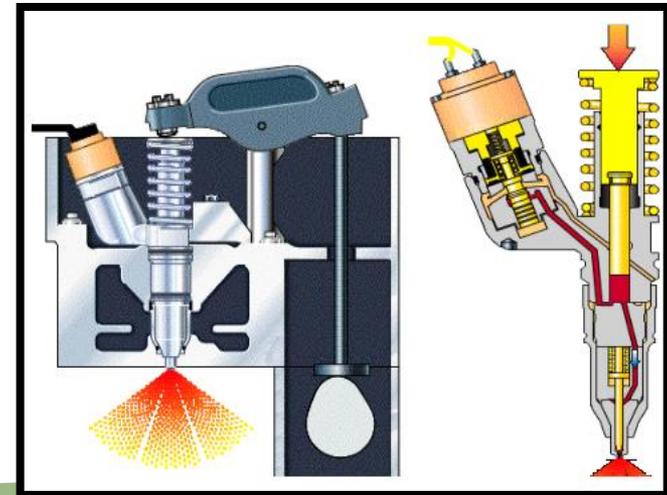
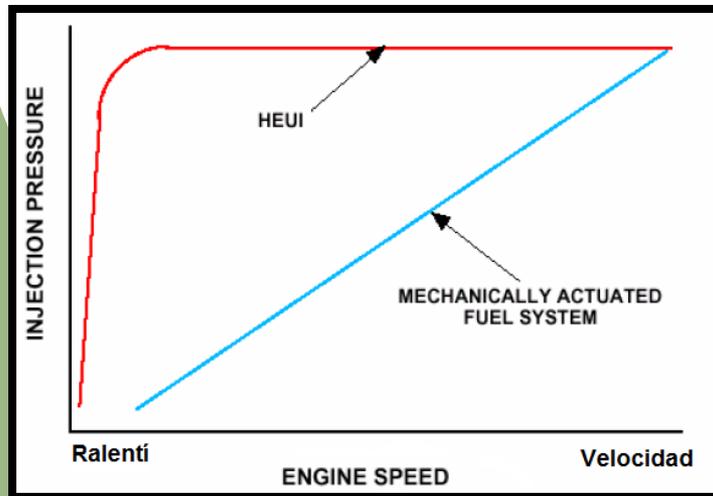
ELABORADO POR:

Carlos Mauricio Sangucho Leines
Wilmer Bolívar Alanuca Morales

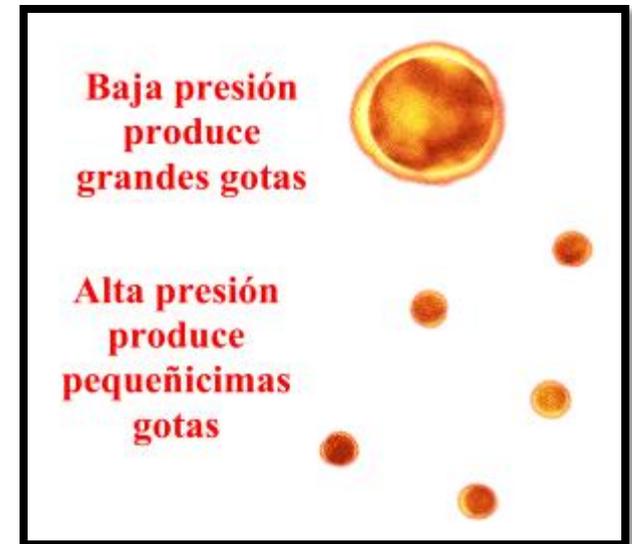
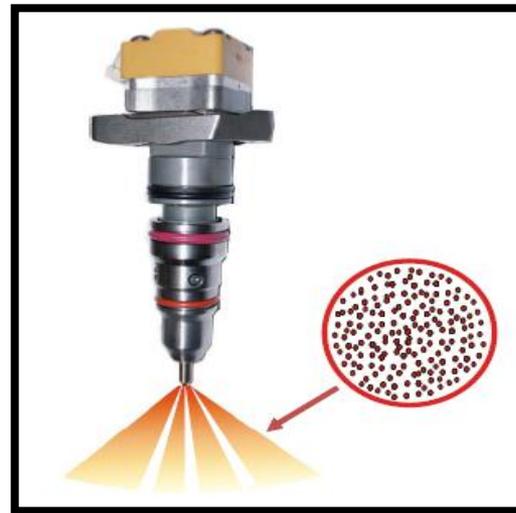
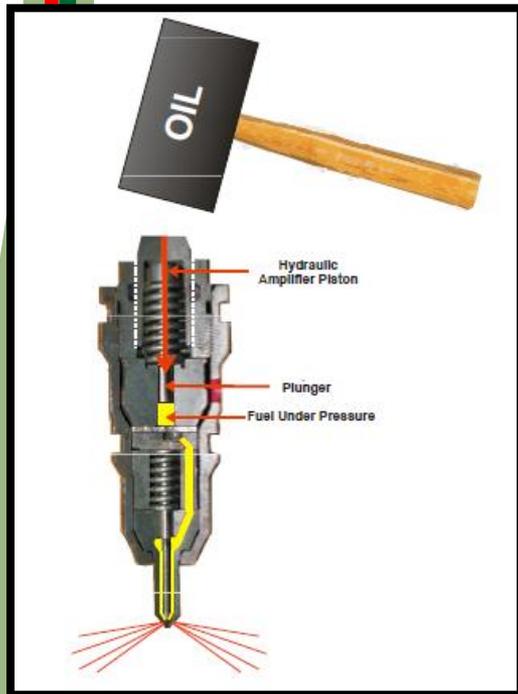


SISTEMA DE INYECCIÓN HEUI

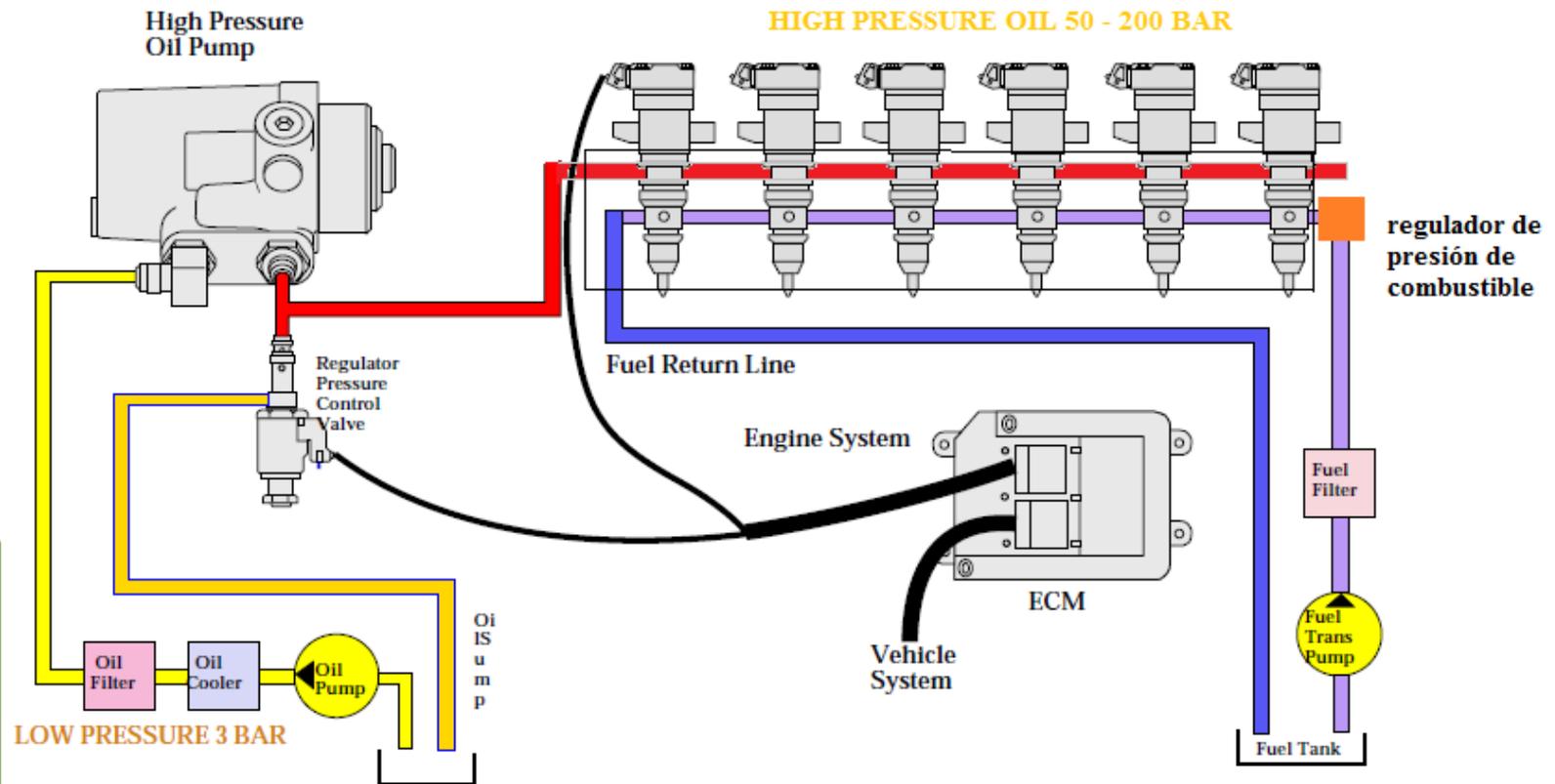
- HEUI permite variar la presión de actuación de inyección por vía electrónica. Esta capacidad única significa que la regulación de la presión de inyección es completamente independiente de la velocidad del cigüeñal, como resultado la presión máxima para la pulverización está disponible con el motor funcionando a régimen máximo o mínimo



La alta presión de accionamiento del aceite da como resultado una alta presión de inyección, por ende una mejor atomización y distribución del combustible, que permite una combustión más completa, reduce las emisiones y aumenta el rendimiento del motor.



COMPONENTES PRINCIPALES





APLICACIONES

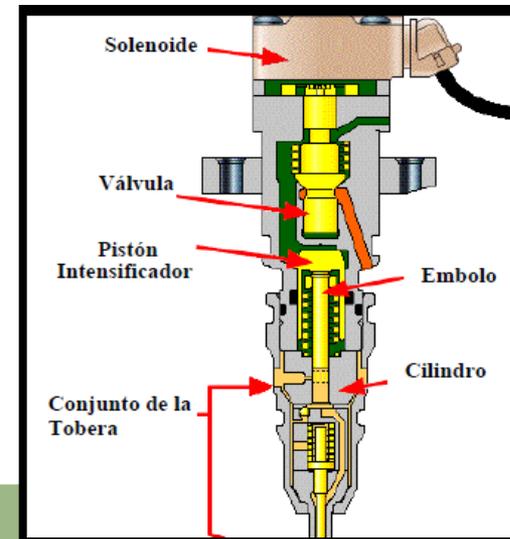
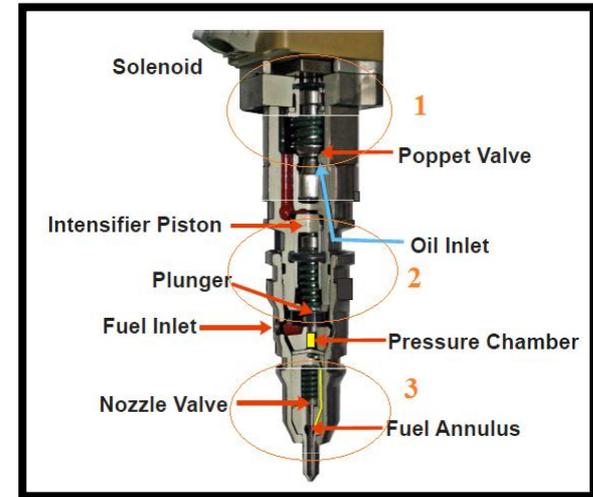
- Kodiak 3126 E.
- Ford 7.3L
- Navistar DT466e.
- Navistar DT530e.



INYECTOR HEUI

Posee tres partes principales

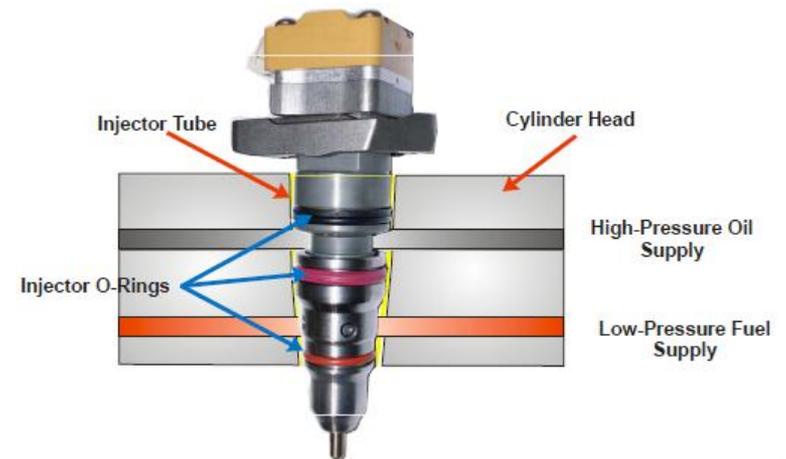
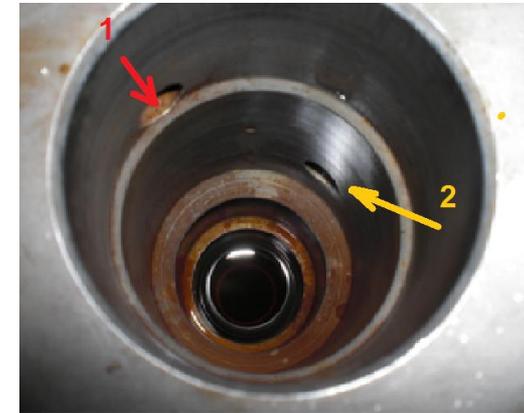
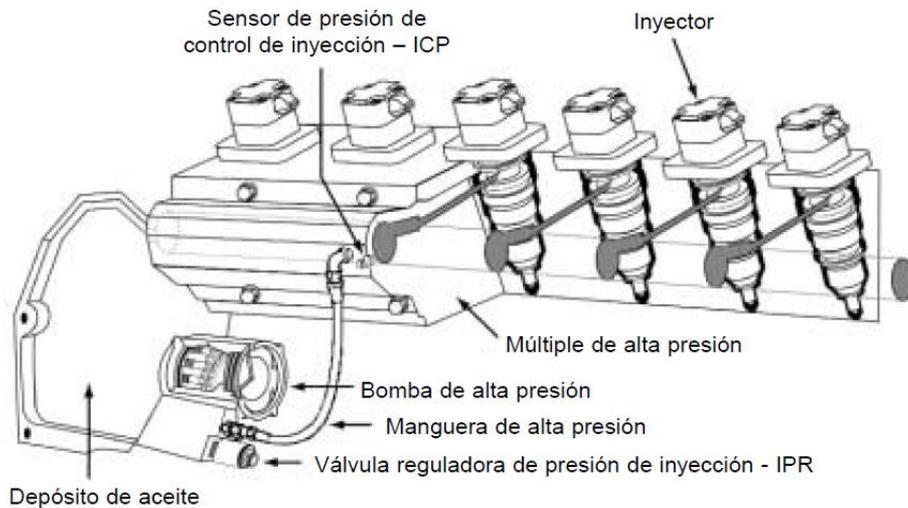
1. Grupo cuerpo de válvula con solenoide y válvula de poppet.
2. Grupo de pistón intensificador, Cilindro (cañón) con émbolo de bombeo
3. Grupo de Tobera.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

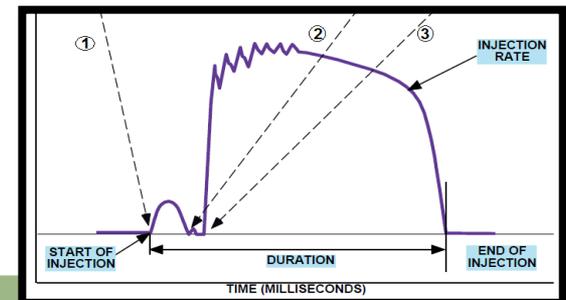
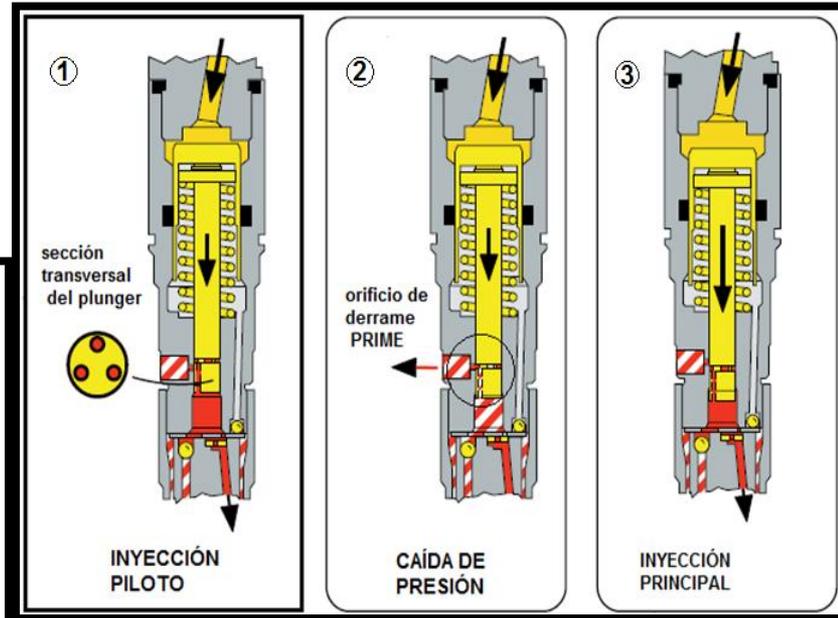
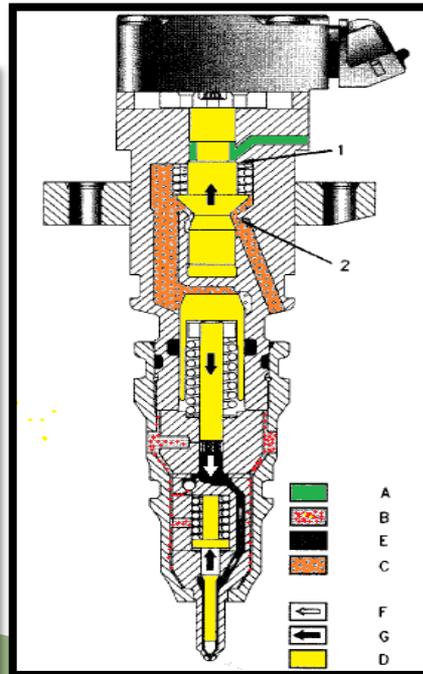
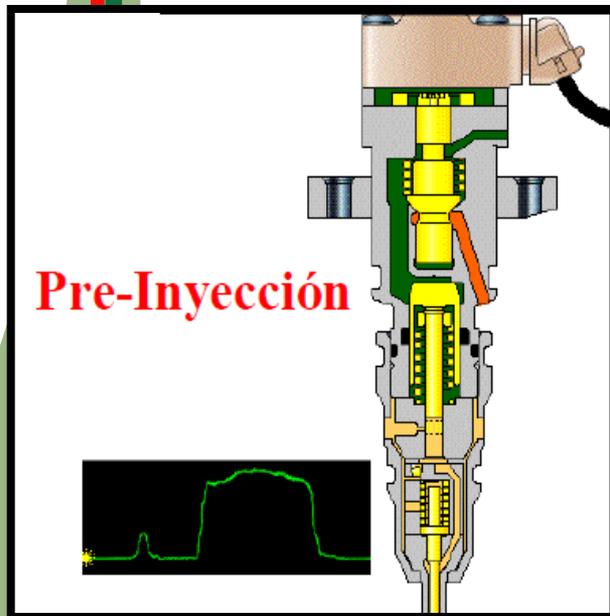
DISPOSICIÓN DEL INYECTOR EN EL CABEZOTE.



OPERACIÓN DEL INYECTOR

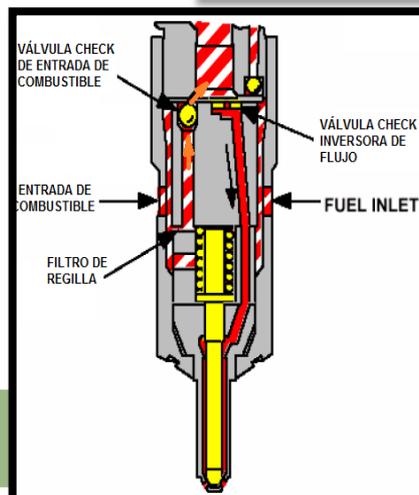
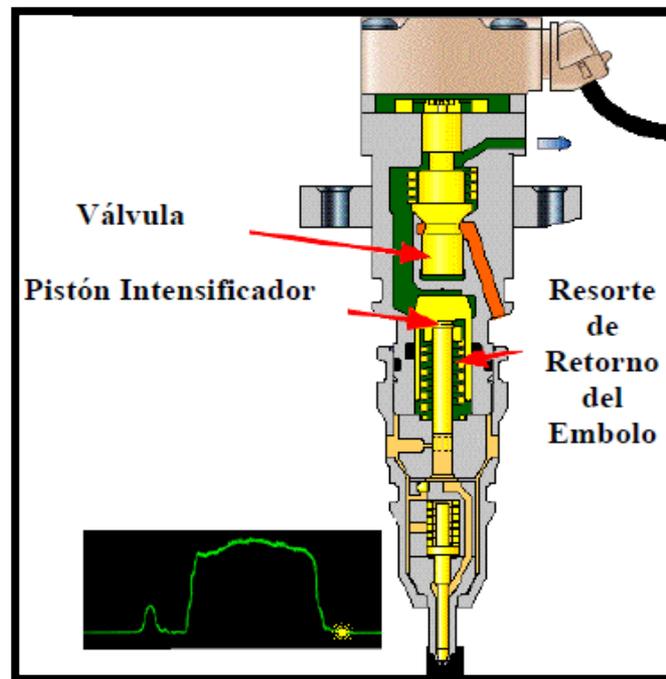
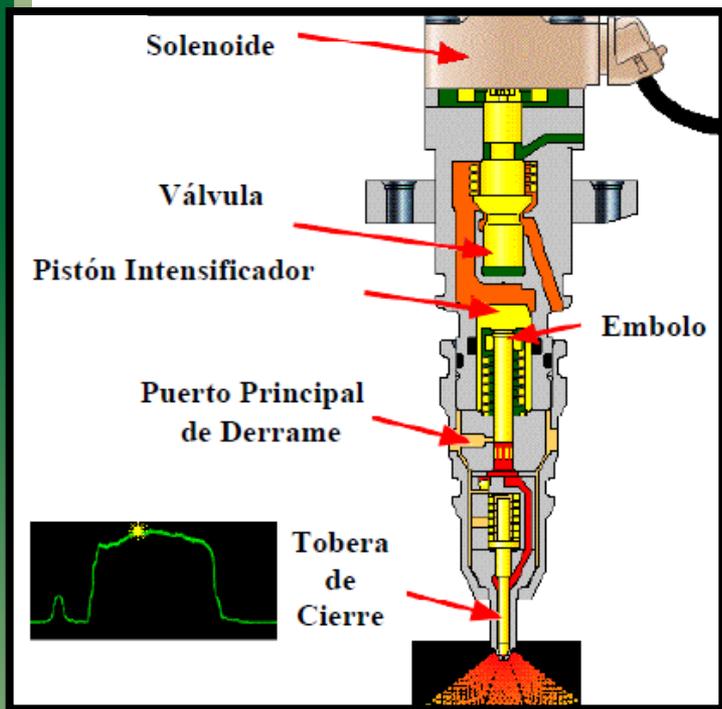
Existen 5 etapas de inyección

- Preinyección.
- Inyección piloto o PRIME
- Retardo



FIN DE LA INYECCIÓN

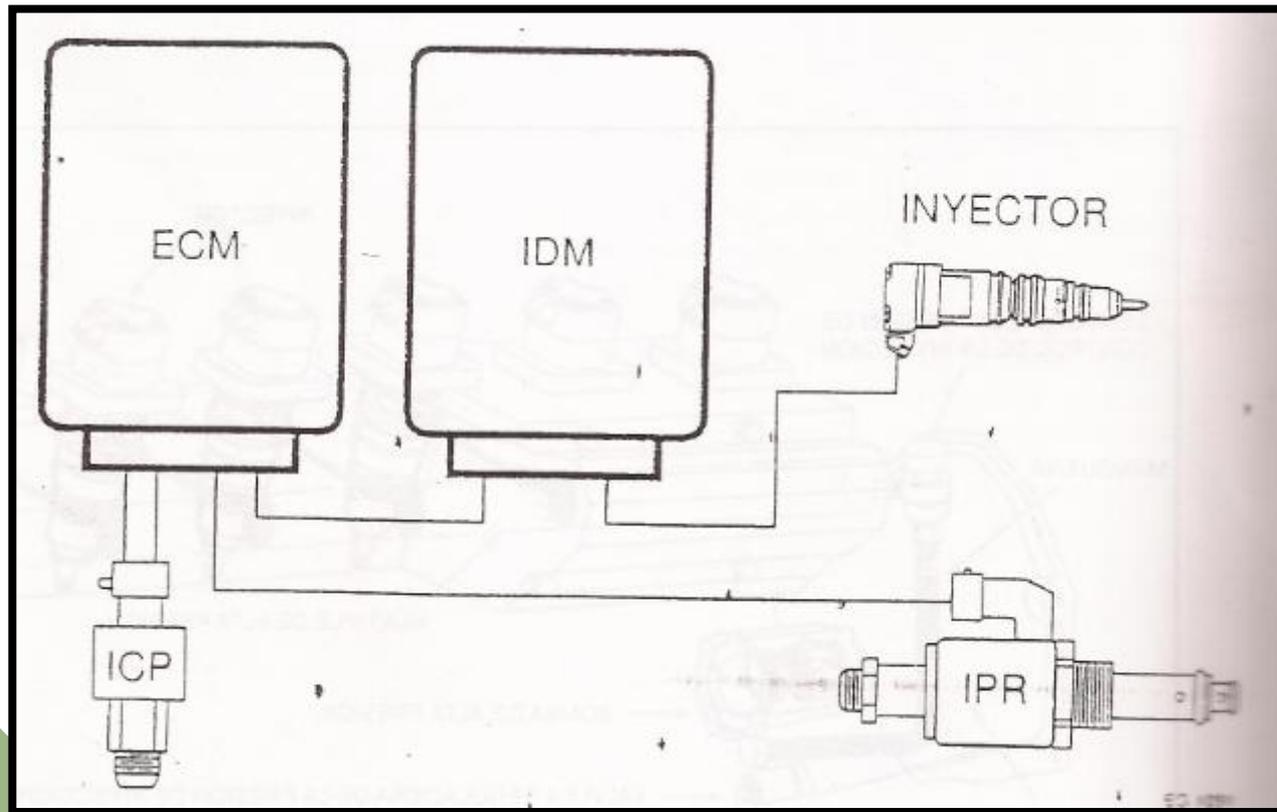
INYECCIÓN PRINCIPAL





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

GESTIÓN ELECTRÓNICA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR.





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

EQUIPO DE SIMULACIÓN DIAGNÓSTICO Y COMPROBACIÓN DE INYECTORES H.E.U.I.





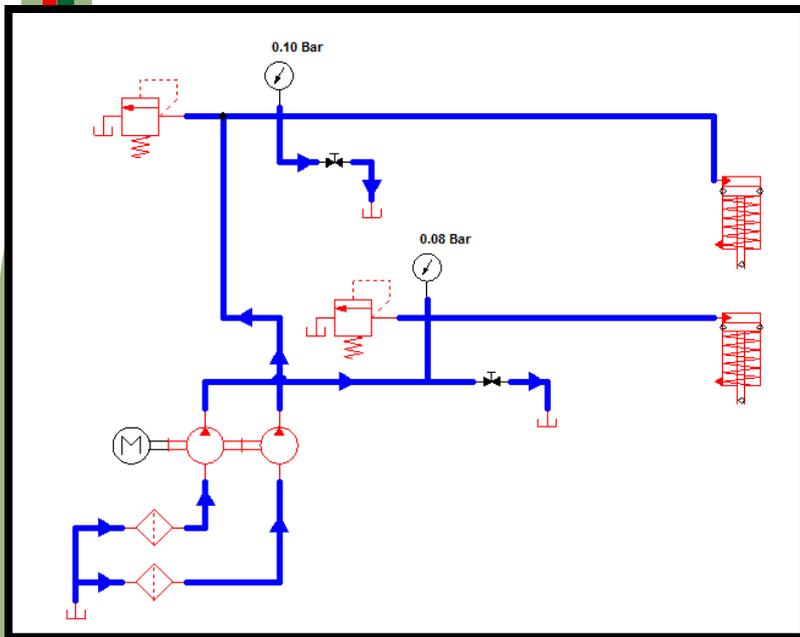
COMPONENTES SISTEMA HIDRÁULICO

Sistema	Componente	Descripción
Sistema de combustible e Baja Presión 0 - 100 Psi 0 - 5 Bar	Bomba Combustible	Accionada por un motor eléctrico, aspira el combustible hacia cámara de inyección.
	Válvula de Alivio	Regula la presión de funcionamiento del sistema de combustible.
	Manómetro	Indica la presión manométrica a la que trabaja el sistema.
	Válvula de cierre N/A	Funcionan como by pass, cuando el sistema hidráulico no necesita presión.
	Inyector	Válvulas solenoides a los cuales se les realizará las operaciones de comprobación y mantenimiento.

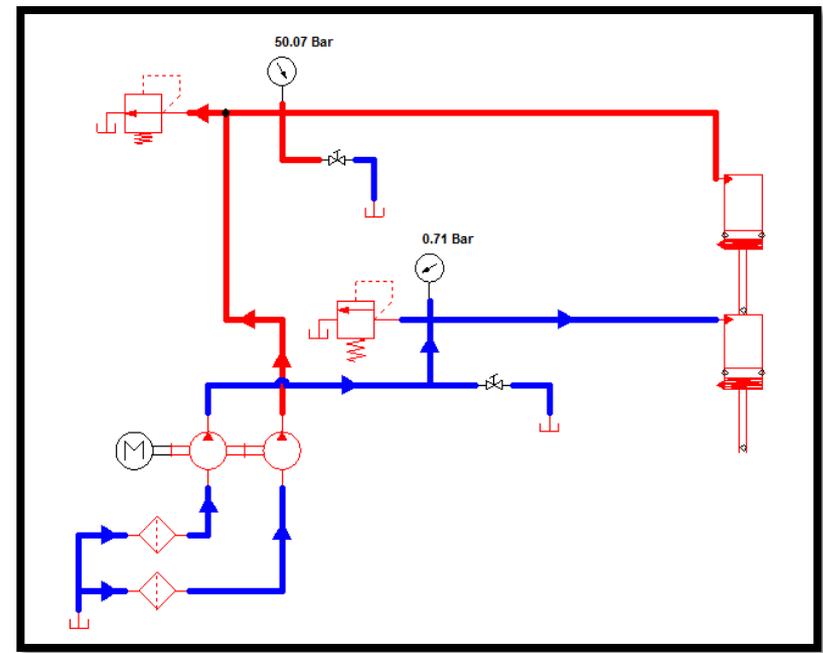
Sistema de Aceite a Alta Presión 500 - 3000 Psi 35 - 205 Bar	Bomba Hidráulica	Accionada por un motor eléctrico, aspira el aceite y lo presuriza para el funcionamiento de los inyectores
	Válvula de Alivio	Regula la presión de funcionamiento del sistema de alta presión de aceite, según el tipo de prueba.
	Manómetro	Indica la presión manométrica a la que trabaja el sistema.
	Válvula de cierre N/A	Funcionan como by pass, cuando el sistema hidráulico no necesita presión.
	Riel de inyectores	Es el distribuidor de combustible y aceite, donde van a instalarse los inyectores.
	Inyector	Válvulas solenoides a los cuales se les realizará las operaciones de comprobación y mantenimiento.

FUNCIONAMIENTO CIRCUITO HIDRÁULICO

CIRCUITO EN BYPASS AL RESERVORIO



CIRCUITO CONECTADO A LA CARGA.



SELECCIÓN DE COMPONENTES

BOMBA HIDRÁULICA

- Bomba doble CBTF3126F1.

$$Q = \frac{cc/rev \cdot PRM}{1000} \left[\frac{lt}{min} \right]$$

Bomba hidráulica			Motor eléctrico
Presión	Caudal	Descarga	Potencia
Baja (Presión de combustible)	21,12 lt/min 5,57 GPM	12 cc/rev	7,5 Hp 1760rpm
Alta (presión de actuación de inyección)	10,56 lt/min 2,8GPM	6 cc/rev	

POTENCIA DEL MOTOR

- Motor trifásico WEG.

$$hp = \left[\frac{P \cdot Q}{7457} \right]$$

$$hp = [P \min \cdot Q_1] 7 \times 10^{-4}$$

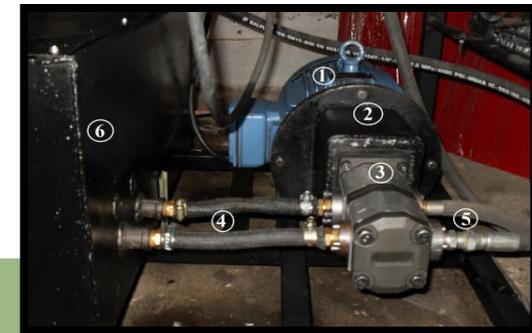
$$hp = [60Psi \cdot 5,57GPM] 7 \times 10^{-4}$$

$$hp = 0,23$$

$$p = [P \max \cdot Q_2] 7 \times 10^{-4}$$

$$hp = [3100Psi \cdot 2,8GPM] 7 \times 10^{-4}$$

$$hp = 6,076$$



ACOPLAMIENTO MECÁNICO

Transmite torque con suavidad, en tanto permiten cierta desalineación axial, radial o angular.

$$CN = \frac{7160 \cdot P}{n} FS$$

- K1 para máquina motriz y receptora.
- K2 para frecuencia de arranque.
- K3 para número de horas de funcionamiento diario

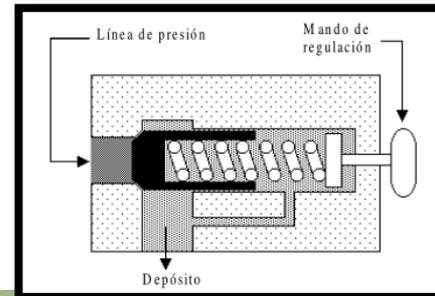
ACOPLE ELÁSTICO DE QUIJADAS L090 45.31NM



SELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE ALIVIO.

- **SISTEMA DE BAJA PRESIÓN.-**
 Funciona a 60 PSI, Válvula RV3 - 10 - S - 0 - 3. (50- 300 PSI)
- **SISTEMA DE ALTA PRESIÓN.-**
 Funciona entre 870 y 3000 PSI. La válvula de alivio

seleccionada es una
 RV5 10 - S - 0 - 36. (600- 3600
 PSI)



VALVULAS DE PASO

- Funcionan como bypass, cuando el sistema hidráulico no necesita presión, evitando el consumo de innecesario potencia

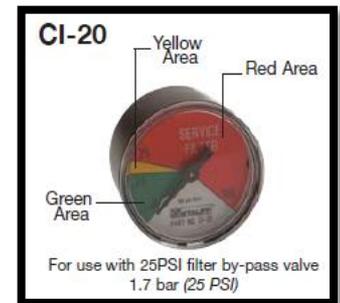


FILTROS DE ASPIRACIÓN

- Grado de filtración suele ser de 100, 160 y 270 μm .
- filtro SUSP050N08F1051250

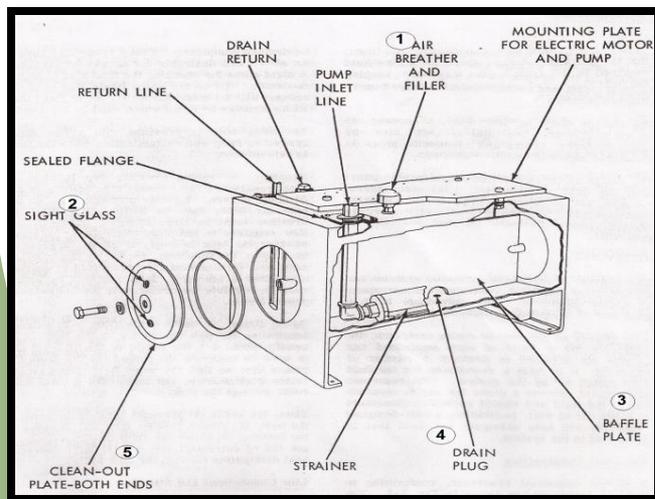
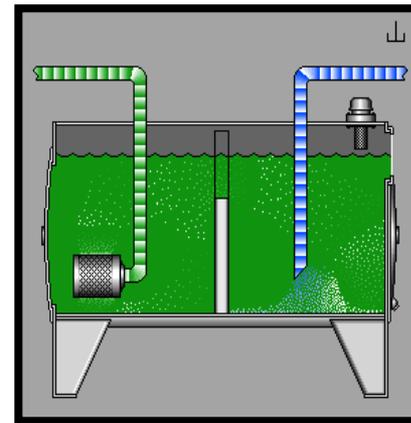
FILTRO DE RETORNO

- Grado de filtración de 10 a 160 μm
- SF-6504 de 25 μm .



RESERVORIO DE ACEITE

Almacena un volumen de fluido grande, aproximadamente de dos a tres veces el caudal que entrega la bomba. **80 litros**



VISOR DE NIVEL



TAPA DEPÓSITO



FLUIDO HIDRÁULICO DE CALIBRACIÓN.

El fluido de calibración diesel Rock Valley C - 3112 Type II, es un fluido de referencia utilizado en los equipos de prueba de inyección diesel

MANGUERAS HIDRÁULICAS.

Línea de succión (A): 0.6 – 1.5 m/s.

Línea de presión (B): 2 - 4.6 m/s.

$$\phi = 4.623 \sqrt{\frac{Q(l/\min)}{V(m/s)}}$$

Mangueras de baja presión(presión de combustible):

SAE 100RA6 – 1/2” 2,76 MPa - 400 Psi.

Mangueras de alta presión (Presión de inyección):

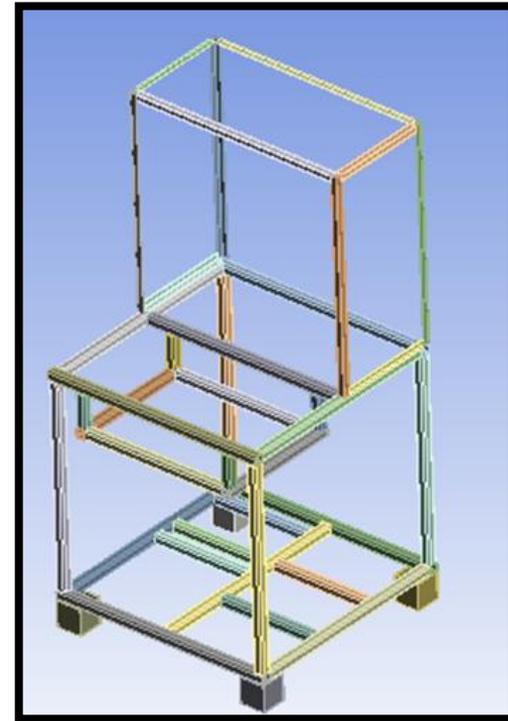
SAE 100R2AT - 1/2” 27,5 Mpa – 4000 Psi.



DISEÑO MECÁNICO

Para el diseño de la estructura se utilizó el programa de diseño asistido por computadora para modelado mecánico SolidWorks, el cual permite el desarrollo de diseños tridimensionales (3D).

Para el diseño de la base de la estructura se lo utilizó tubo estructural cuadrado de 1 ½ x 2 pulgadas de acero ASTM A36, para las partes donde soportará las cargas estáticas. En la parte superior del banco, se utilizó ángulos 1 x 1/8, como soporte para el panel de instrumentos y tapas de ensamblaje.



16 Mpa < 250 Mpa



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

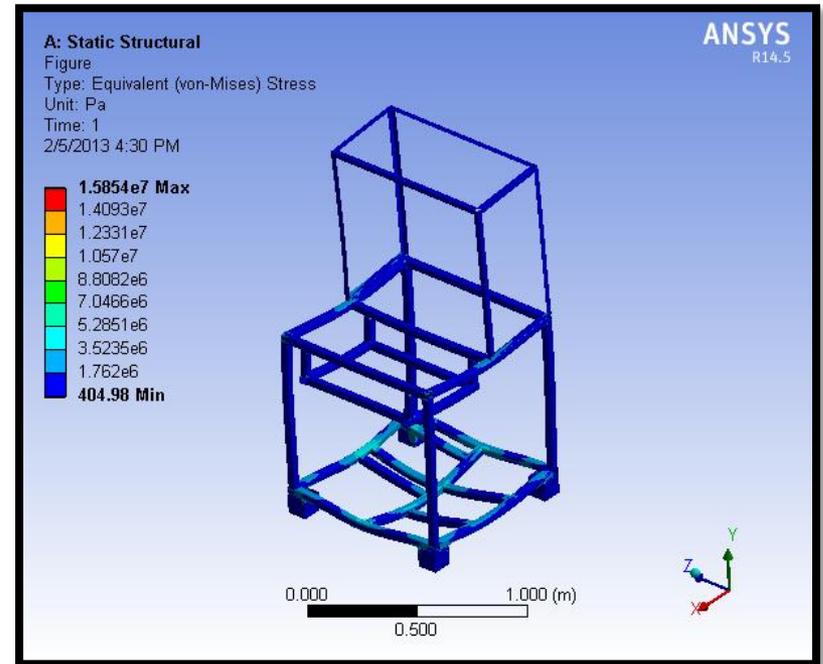
RESULTADOS DEL ESTUDIO.

TENSIÓN DE VON MISES (VON).

La teoría expone que un material dúctil comienza a ceder en una ubicación cuando la tensión de von Mises es igual al límite de tensión del material.

$$\sigma_{\text{vonMises}} \geq \sigma_{\text{limit}}$$

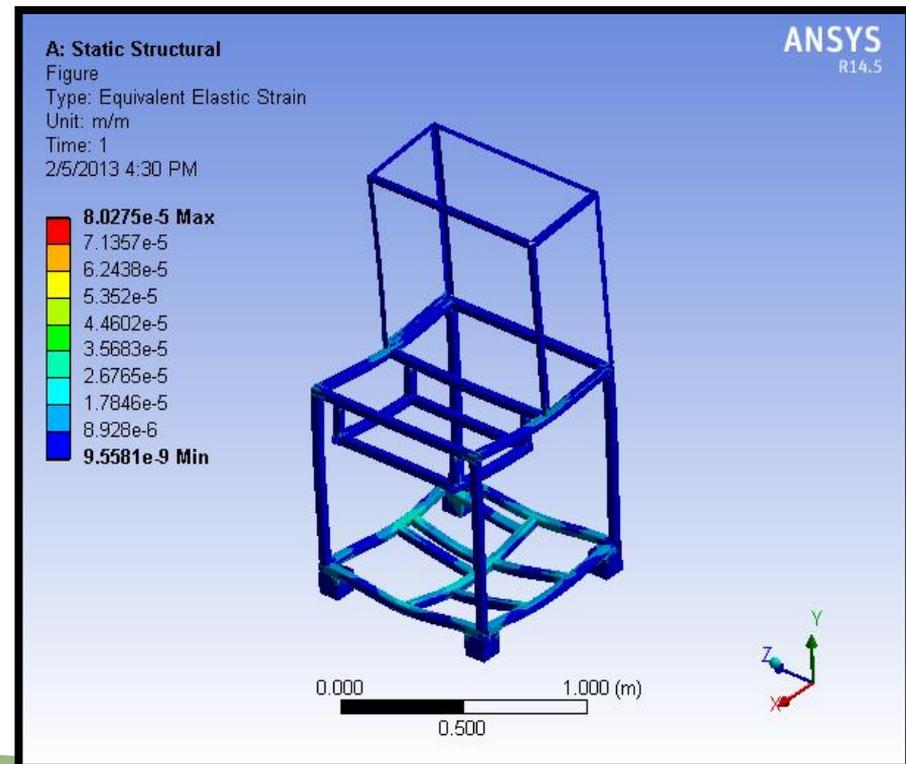
$$16 \text{ Mpa} < 250 \text{ Mpa}$$



DEFORMACIÓN UNITARIA EQUIVALENTE

Se define como el cambio de longitud por unidad de longitud de la misma magnitud.

- En la figura del estudio se observa que la deformación unitaria con las cargas externas aplicadas es de $2.676e-5\%$ y la deformación de material es de 21%. Por lo tanto es viable su construcción.
- En general se aconseja escoger un material con 12% de elongación o mayores.

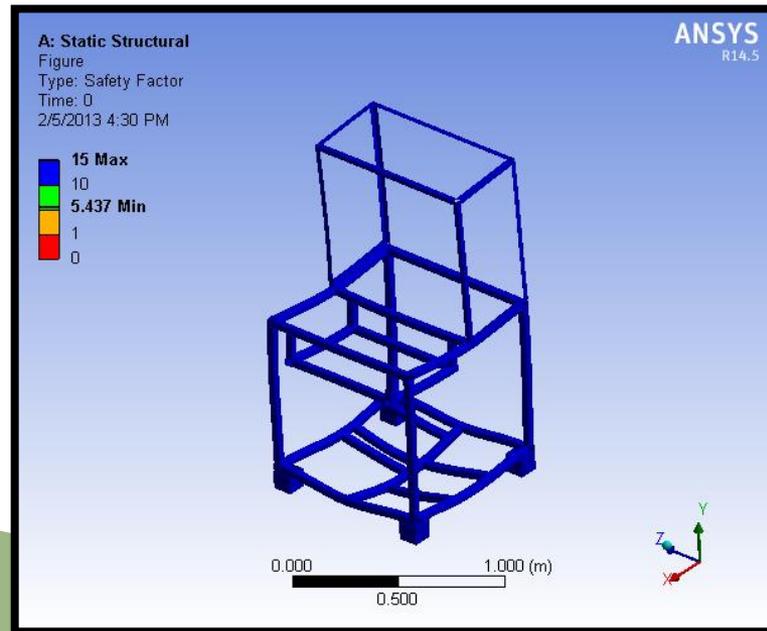


FACTOR DE SEGURIDAD

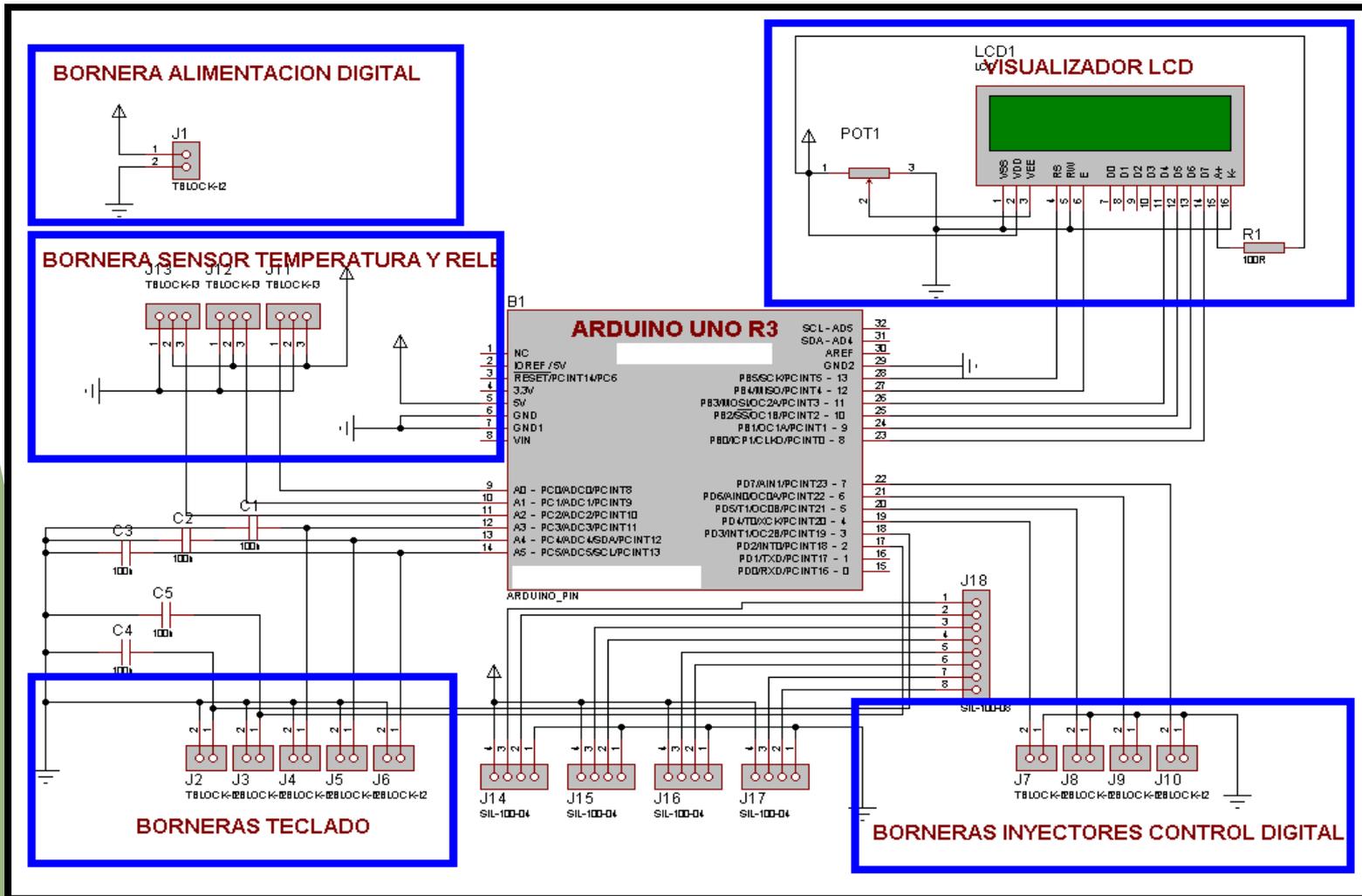
Muchos códigos requieren un factor de seguridad mínimo entre 1.5 y 3.0.

En el diseño realizado se obtuvo un factor de seguridad (FDS) mínimo de 5.437, es un factor de seguridad alto, por lo tanto la estructura está apta para la construcción.

$$\text{Factor de seguridad } FDS = \frac{\text{Límite de tensión del material}}{\text{Tensión VonMises}} = \frac{\sigma_{\text{limite}}}{\sigma_{\text{VonMises}}}$$

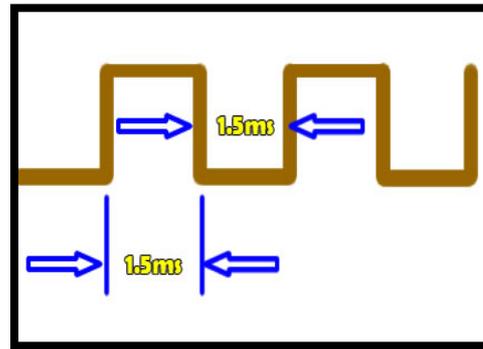


DISEÑO ELECTRÓNICO



CONTROL ELECTRÓNICO

- Contiene la programación necesaria para la generación del pulso y activar la bobina del inyector.



- Arduino es una plataforma de hardware libre o código abierto, basada en una placa con un microcontrolador 2560 y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica.
- Consta de los siguientes módulos: una fuente de alimentación para dispositivos electrónicos, una fuente de potencia para la activación de los inyectores, una tarjeta de medición de temperatura y tarjeta principal para todas las funciones

FUENTE DE ALIMENTACIÓN



Tabla No. 34: Características de operación de la fuente de alimentación de 12 VCD.

Características de la fuente de alimentación	
Utilización	Diseñada para suministrar energía a los dispositivos electrónicos
Alimentación y consumo	120VAC-60Hz
Voltaje de salida DC	5- 12 V.
Corriente salida	0.8 y 2.6 A

UNA FUENTE DE POTENCIA PARA LA ACTIVACIÓN DE LOS INYECTORES

- Es el circuito que suministra alimentación a los inyectores que se necesitan probar.

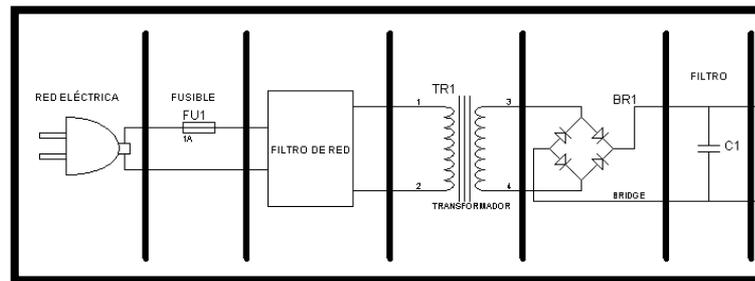
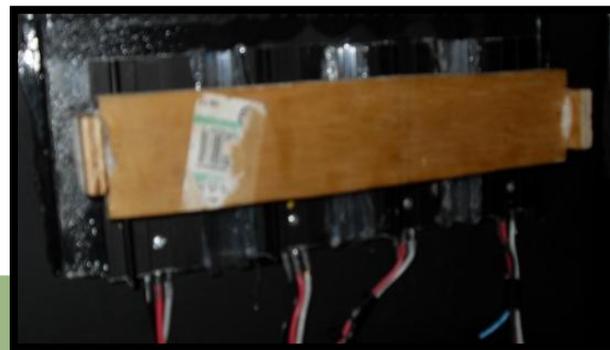
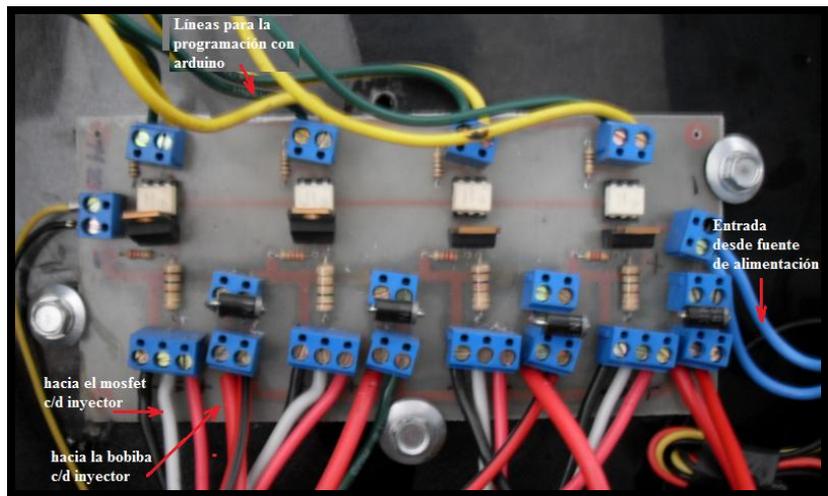
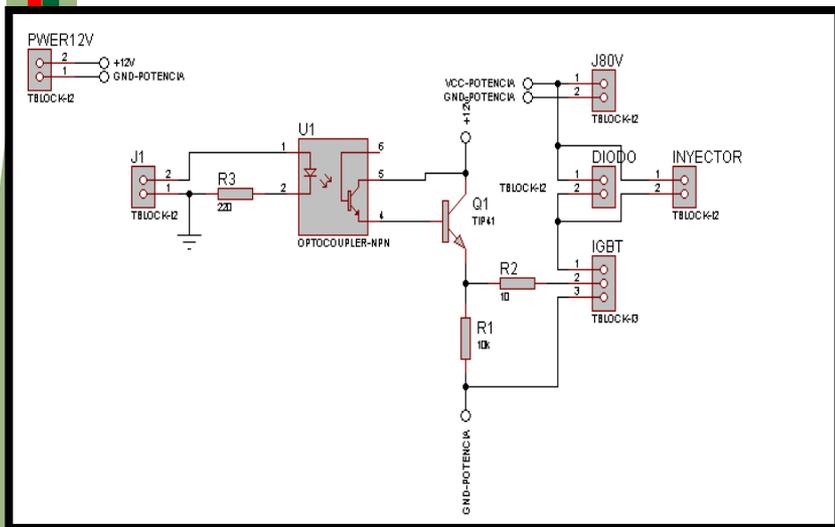


Tabla No. 35. Características de operación de la fuente de potencia

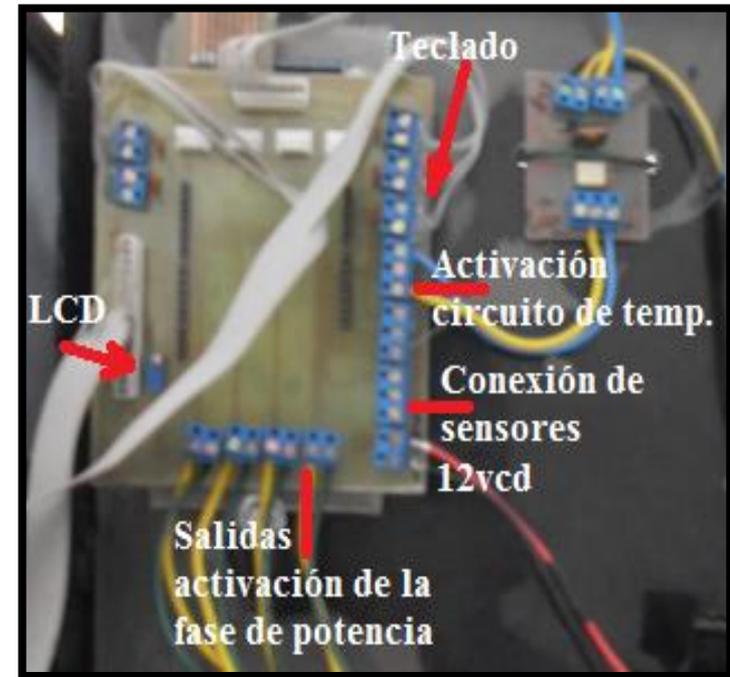
Características de la fuente de alimentación	
Utilización	Diseñada para suministrar energía a los inyectores HEUI
Alimentación y consumo	120VAC-60Hz
Voltaje de salida DC	80 V.
Corriente salida	10 A.
Protección	Contra sobrecargas y cortocircuitos
CONECTORES	Inserción por cable o borneras

CIRCUITO PARA EL CONTROL DE LOS MOSFETS DE ACTIVACIÓN DE LOS INYECTORES.



TARJETA PRINCIPAL.

- Es el encargado de ejecutar, enviar y recibir todas las señales del banco de pruebas H.E.U.I. El cerebro del diseño electrónico es una placa arduino con un microcontrolador Atmega 2560, que trabajaba en conjunto con los otros módulos para el funcionamiento del todo el sistema.





PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO A REALIZAR

Tabla No. 38: Modo de operación del sistema.

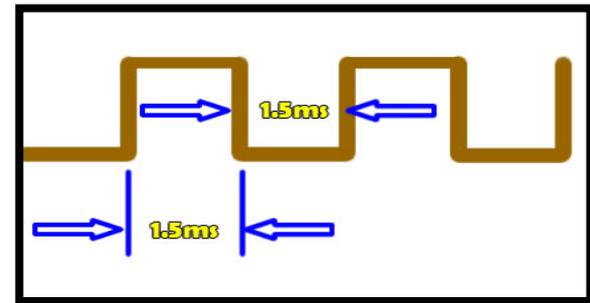
DESCRIPCIÓN	PRUEBA	DISPAROS	LINEA	PSI	T1(μ s)
MODO MANUAL	Fuga y activación de la bobina	0	1	1500	1500
					500
MODO AUTOMÁTICO	Prueba A "Lavado de inyectores sucios"	1000	1234	1500	1500
	Prueba B "Entrega de combustible a alta presión"	1500	1234	2000	1500
	Prueba C "Entrega de combustible a baja presión"	1500	1234	870	700
MODO USUARIO	Lavado de inyectores sucios	Permite variar el número de disparos	1234	1500	Permite variar el ciclo de trabajo
	Entrega de combustible a alta presión			2000	
	Entrega de combustible a baja presión			870	

Fuente: Grupo de investigación.



MODO MANUAL O FUGA Y ACTIVACIÓN DE LA BOBINA

TIEMPO DE ACTIVACIÓN DE BOBINA EN ALTO: LARGO 1.5 MS.



Esta prueba permite verificar la activación o no de la bobina y detectar filtraciones excesivas de aceite por el orificio de descarga de los inyectores.



PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL TEST

- Instalar los inyectores con una pequeña capa de aceite sobre su superficie.
- Fijar los inyectores a la matriz por medio del dispositivo de ajuste.
- Conectar los cables de alimentación al solenoide del inyector.
- Colocar la cubierta de vidrio.
- Encender el banco de pruebas H.E.U.I.
- Encender la fuente de alimentación.
- Encender la fuente de potencia.
- Seleccionar en la pantalla de visualización Modo Manual o “fuga y activación de la bobina”.
- Cerrar la válvula bypass de alta al reservorio de aceite.
- Presurizar el sistema de alta presión a 1500 psi, ajustando la válvula limitadora de presión respectiva.
- Esta prueba se realiza inyector por inyector, para una mejor visualización de la falla. Para habilitar o deshabilitar las señales de salida de cada inyector se ha incorporado un conmutador on/off en cada línea de activación de la bobina según el inyector a probar.
- Presionar ok para iniciar prueba.

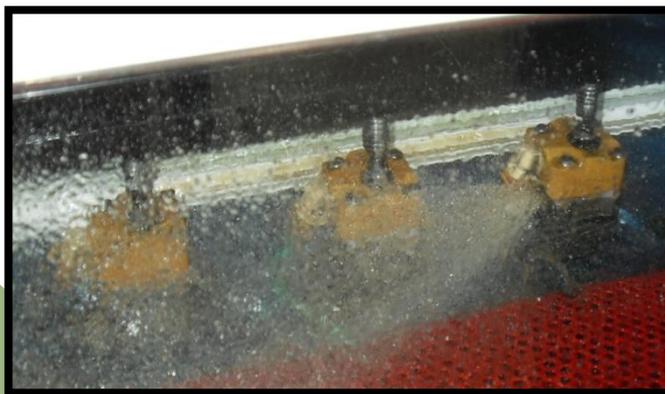
ANÁLISIS DE RESULTADOS.



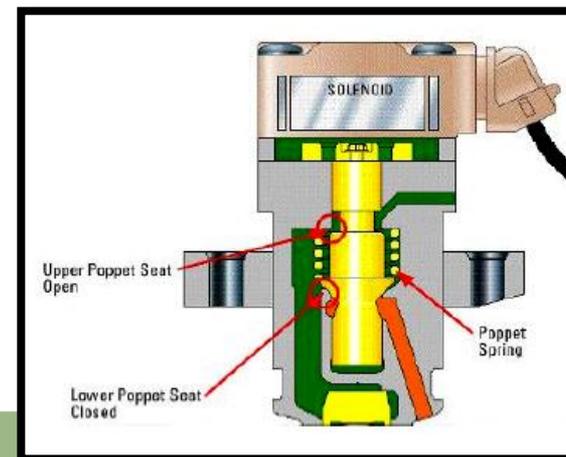
INYECTOR EN BUEN ESTADO



**FUGA POR EL ORIFICIO DE
DESCARGA**



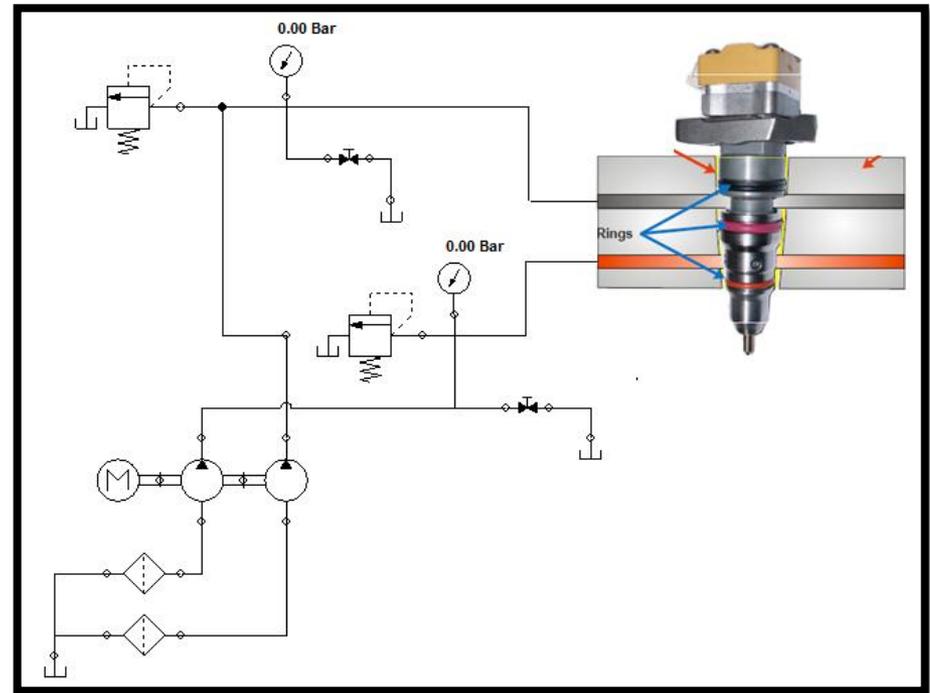
**FLUJO EXCESIVO POR EL ORIFICIO DE
DESCARGA**



MODO AUTOMÁTICO.

PRUEBA A “LAVADO DE INYECTORES SUCIOS”.

- **Consiste en simular el funcionamiento del inyector y con esto desprender y expulsar de su interior todos los sedimentos y partículas nocivas para el funcionamiento de los mismos.**





PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL TEST

- Seleccionar en la pantalla de visualización de Modo Automático Prueba A o “Lavado de inyectores sucios”.
- Cerrar la válvula bypass de baja al reservorio de aceite.
- Presurizar el circuito de baja presión a 60 psi, ajustando la válvula limitadora de presión respectiva.
- Cerrar la válvula bypass de alta al reservorio de aceite.
- Presurizar el circuito de alta presión a 1500 psi, ajustando la válvula limitadora de presión respectiva.
- Presionar ok para iniciar prueba.

PRUEBA B “ENTREGA DE COMBUSTIBLE A ALTA PRESIÓN”.

- Por medio de probetas graduadas, se verifica que todos los inyectores inyecten la misma cantidad de combustible en el mismo tiempo y velocidad. El rendimiento de cada uno no debe superar un 10 por ciento entre todos los inyectores.

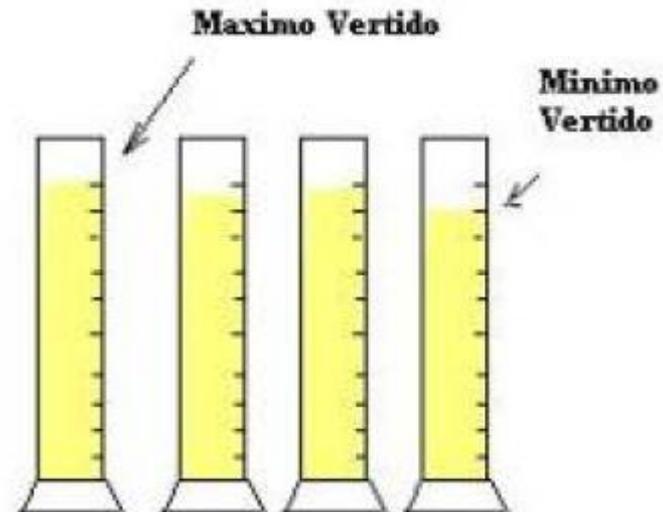
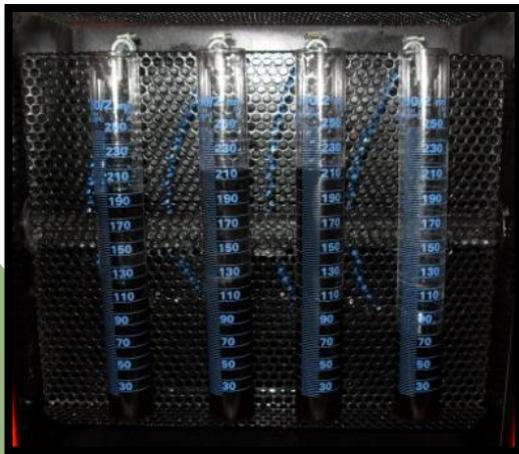


Tabla No.40: Parámetro de entrega.

Entrega	220ml
Tolerancia	200 ml (10%)
Tiempo de llenado	42seg

Fuente: Adeco Ltda.



PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL TEST

- Seleccionar en la pantalla de visualización de Modo Automático Prueba B o “Entrega de combustible a alta presión”
- Cerrar la válvula bypass de baja al reservorio de aceite.
- Presurizar el circuito de baja presión a 60 psi, ajustando la válvula reguladora de presión respectiva.
- Cerrar la válvula bypass de alta al reservorio de aceite.
- Presurizar el circuito de alta presión a 2000 psi, ajustando la válvula reguladora de presión respectiva.
- Presionar ok para iniciar prueba.
- Verificar la entrega de líquido de calibración en las probetas.

ENTREGA DE COMBUSTIBLE A BAJA PRESIÓN.

Esta prueba se realiza a 870 Psi, debido a que es la mínima presión para que un motor con inyectores H.E.U.I. se encienda. A continuación se muestra los parámetros para este Test.

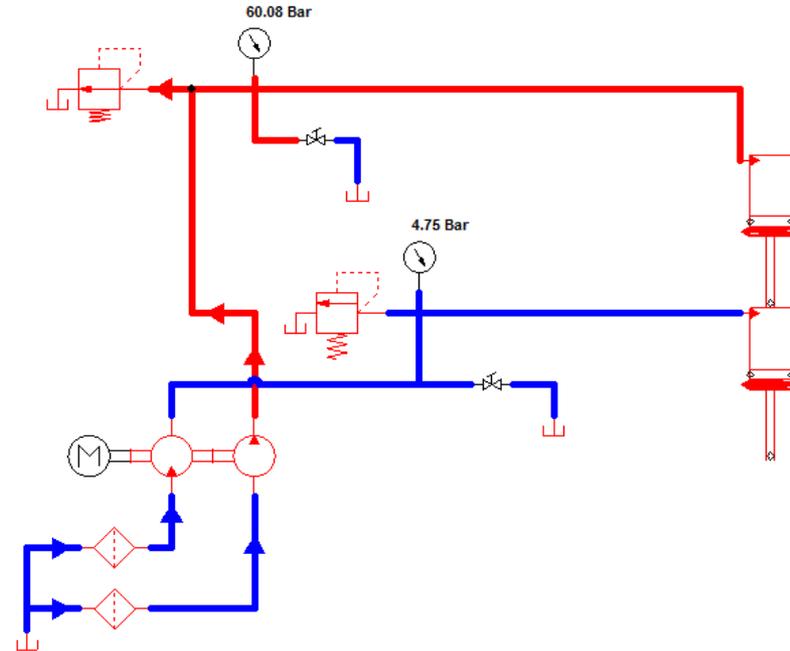


Tabla No.41: Parámetro de entrega.

Entrega	140ml
Tolerancia	126ml (10%)
Tiempo de llenado	40seg

Fuente: Adeco Ltda.



PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL TEST

- Seleccionar en la pantalla de visualización de Modo Automático Prueba C o “Entrega de combustible a baja presión”.
- Cerrar la válvula bypass de baja al reservorio de aceite.
- Presurizar el circuito de baja presión a 60 psi, ajustando la válvula limitadora de presión respectiva.
- Cerrar la válvula bypass de alta al reservorio de aceite.
- Presurizar el circuito de alta presión a 870 psi, ajustando la limitadora de presión respectiva.
- Presionar ok para iniciar prueba.
- Verificar la entrega de líquido de calibración en las probetas.



FACTORES QUE AFECTAN LA ENTREGA EN LAS PROBETAS

- O-rings internos y externos deteriorados producen el paso de presión del sistema de aceite al sistema de combustible.
- Tobera remordida y deformada por la carbonilla, lacas y óxidos de combustibles de baja calidad que se adhieren a las agujas de las toberas, anulando su movimiento.
- La tobera con orificios obstruidos por los depósitos carbonosos o las partículas sólidas en el combustible,
- los elementos desgastados y fuera de calibración también



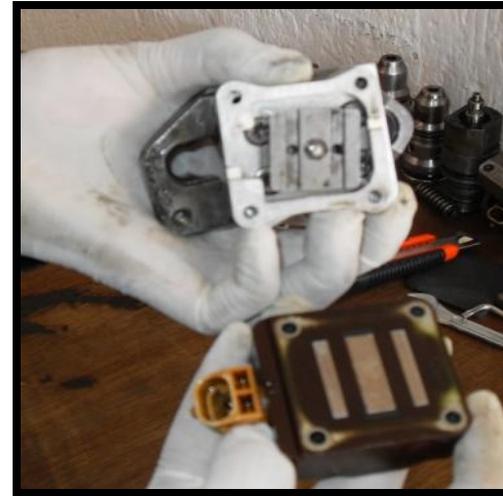
DIAGNÓSTICO DE INYECTORES HEUI.

Tabla No. 42: Diagnóstico de inyectores HEUI.

DIGNÓSTICO	CAUSA	SINTOMA
bobina no se activa	bobina en circuito abierto o con baja resistencia	Motor no desarrolla, sin potencia, ruido diferente
Fuga excesiva por el orificio de descarga	válvula poppet en mal estado, no sella adecuadamente o agarrotada	Motor con dificultad para encender o no enciende debido a la pérdida de la presión de aceite.
Entrega fuera de parámetros establecidos	elementos desgastados, con rangos de calibración fuera de especificación	Motor no desarrolla, sin potencia. Consumo de combustible.

Fuente: Grupo de investigación

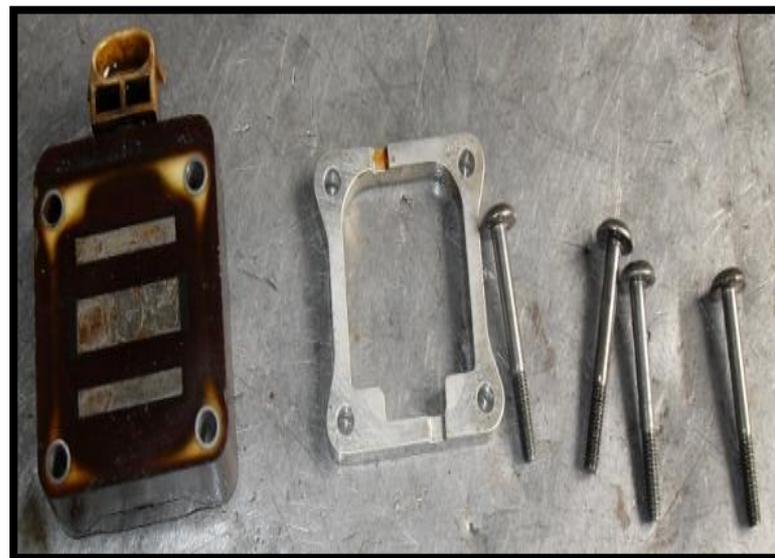
DESMONTAJE GRUPO CUERPO DE VÁLVULA CON SOLENOIDE Y VÁLVULA DE POPPET.



- Es posible que la válvula poppet este agarrada y no salga fácilmente del cilindro, debido al aceite de motor degradado que no ha sido sustituido dentro de los intervalos recomendados.



A CONTINUACIÓN SE MUESTRA EL DESMONTAJE DEL GRUPO EN DESPIECE TOTAL.



DESMONTAJE GRUPO CILINDRO , PISTON INTENSIFICADOR

Situar la llave maestra en el cilindro y centrarla en los oricios de entrada de aceite.



Aflojar la camisa del inyector y desmontarla





ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

DESMONTAJE GRUPO CILINDRO , PISTÓN INTENSIFICADOR





DESMONTAJE GRUPO TOBERA.



VERIFICACIÓN Y CONTROL DE LOS ELEMENTOS DEL INYECTOR.

COMPROBACIÓN DEL SOLENOIDE DEL INYECTOR.

- Mediante un multímetro medir la resistencia de la bobina, este debe tener un valor de $2,6\Omega$ a $3,4\Omega$. Un valor inferior a 2.6Ω (cortocircuito), o circuito abierto (resistencia infinita) indican el mal estado de la bobina.



COMPROBACIÓN DEL ASIENTO DE LA VÁLVULA POPPET.



La reparación consiste en hacer un asentamiento de la poppet sobre su propio asiento en el cilindro, con el objetivo de asegurar que todo el contorno de la válvula selle herméticamente, para que no tenga fugas de presión al momento de trabajar, siempre y cuando el desgaste no sea excesivo



PLUNGER



PISTÓN INTENSIFICADOR.



O-RING DEL PISTÓN INTENSIFICADOR



COMPROBACIÓN DEL GRUPO TOBERA.

- Con una buena planitud entre dos superficies planas, se logra un contacto adecuado para evitar la fuga de combustible a pesar de las elevadas presiones que soportan.

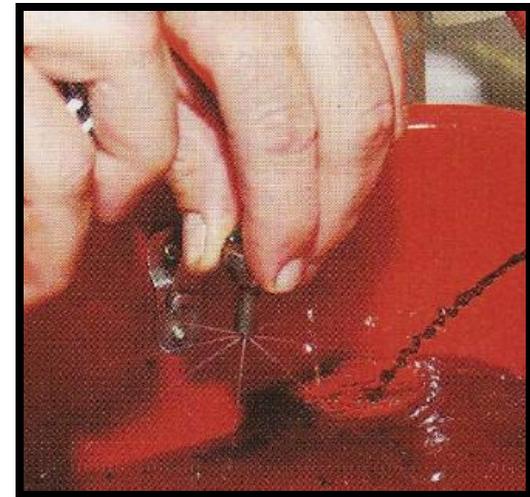


- La placa de tope y el tope deben tener una superficie plana perfecta.- Para eliminar las asperezas se pulen con acabado de espejo con una lija fina de agua realizando la figura del número ocho, para un acabado uniforme.



COMPROBACIÓN DEL GRUPO TOBERA.

- **Verificar que la tobera no esté remordida, debido los combustibles de baja calidad o contaminados, el calor produce transformaciones de sus componentes en: carbonilla, lacas y óxidos. Las lacas se adhieren a las agujas de las toberas, anulando su movimiento como también lo hacen la oxidación o la corrosión.**
- **Inspeccionar que los orificios de la tobera no estén obstruidos por depósitos carbonosos o las partículas sólidas en el combustible.**



NOTA

- Para solicitar los elementos que van a ser sustituidos se lo hace mediante la serie marcada en la cabeza del solenoide o la serie del motor, debido a que la serie cambia de acuerdo a la potencia del motor.
- Los repuestos originales son marca Alliant Power.

COSTOS

- INYECTOR NUEVO \$ 480
- INYECTOR RE MANUFACTURADO \$ 350
- INYECTOR REPARADO \$ 280

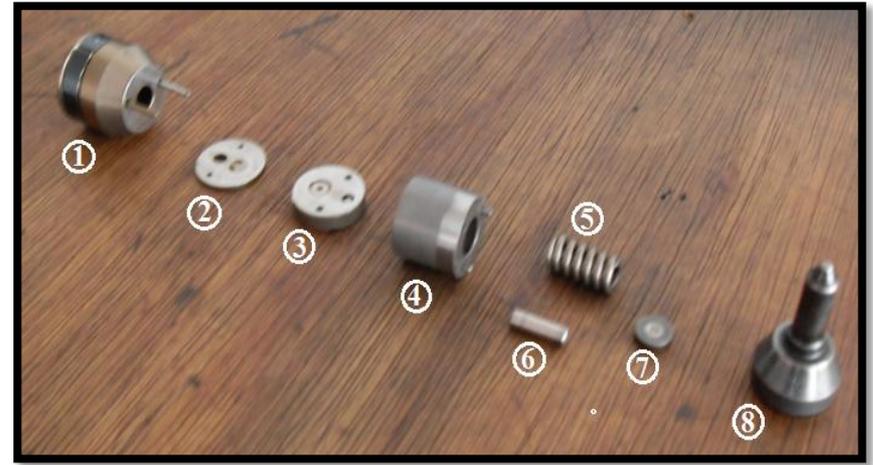


ARMADO DEL INYECTOR

ENSAMBLADO DEL GRUPO CILINDRO Y PISTÓN INTENSIFICADOR.



ENSAMBLAJE DEL GRUPO TOBERA.



Nota. La camisa del inyector 4 se monta al final del montaje del cilindro y el grupo tobera con un torque de 120 Nm.

MONTAJE GRUPO CUERPO DE VÁLVULA CON SOLENOIDE Y VÁLVULA DE POPPET.



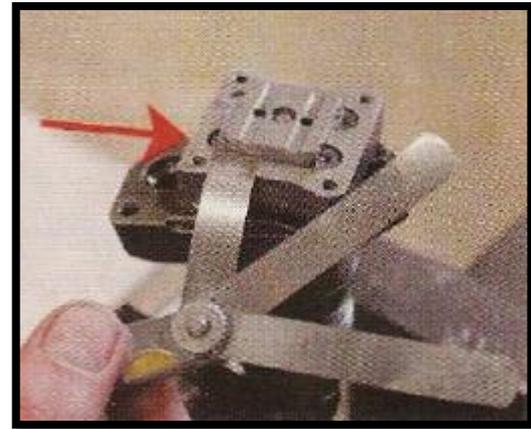
**Ajustar el espaciador al
cilindro con un torque de 10
Nm.**

CALIBRACIÓN DE LA LUZ DE LA ARMADURA.

Montar la a armadura sobre el espaciador y ajustar el tornillo.

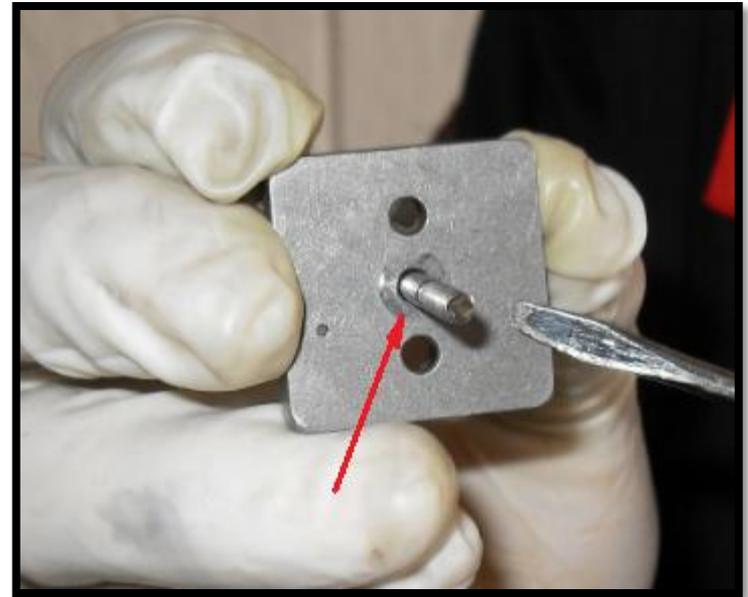


Situar el inyector en la antena y con el calibrador de láminas verificar la holgura existente.





- **El valor ideal es de 0.040 in, si no cumple esta condición se debe colocar unas láminas de calibración bajo la armadura, hasta conseguir la holgura deseada.**





CONCLUSIONES

- La implementación del dispositivo de simulación, diagnóstico y comprobación de inyectores H.E.U.I. para el Laboratorio de Reparación diesel de la ESPEL, se considera un aporte trascendental para la comunidad, ya que se da solución a la necesidad de contar con un equipo de pruebas adecuado para esta clase de inyectores y de bajo costo, además se constituye en un proyecto aplicable para un taller de servicio diesel grande o pequeño.
- Los estudiantes y futuros profesionales tienen la oportunidad de realizar prácticas, conocer el funcionamiento del sistema inyección H.E.U.I. y estar en la capacidad de realizar diagnósticos, detectar fallas y formular reparaciones.



- Es necesario reforzar los conocimientos adquiridos en las aulas, mediante clases prácticas, a fin de complementar la formación integral de los futuros profesionales.
- El laboratorio de Reparación Diesel no está equipado adecuadamente con un equipo de pruebas para el sistema de inyección H.E.U.I., por lo que la realización de este proyecto es viable



RECOMENDACIONES

- Motivar e incentivar la realización de estos proyectos, que fortalecen el aprendizaje y la enseñanza de nuestra carrera
- El estudiante debe tener pleno conocimiento de las aplicaciones del sistema de inyección H.E.U.I. en maquinaria y equipo pesado, que actualmente se comercializan y estipular las ventajas con relación a sistemas de inyección diesel convencionales.
- Leer detenidamente el manual del servicio para familiarizarse con el funcionamiento y operación del equipo de pruebas H.E.U.I
- Cuando el sistema hidráulico no trabaja, aliviar la presión a través de las válvulas bypass al tanque, para evitar el consumo innecesario de potencia.



- Verificar el nivel de fluido de calibración para evitar daños al sistema hidráulico.
- Verificar el indicador de saturación del filtro de retorno, para determinar el estado del aceite.
- Al finalizar la prueba, llevar a la posición inicial a las válvulas limitadoras de presión.
- Encender el equipo de diagnóstico, solo cuando todos los inyectores estén instalados en la matriz.
- No encender el equipo de diagnóstico, sin antes ajustar los inyectores sobre la matriz con el dispositivo de ajuste.
- Utilizar las normas de seguridad respectivas para salvaguardar la integridad del operador y del equipo de diagnóstico.