



*“Todo se reduce a no
rendirse nunca”*

- Ferry Porsche-



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

“Implementación de módulo de pruebas y entrenamiento del subsistema de control hidráulico y de actuadores de inyección diésel riel común CRDI”

Autores:

Alvarado Heredia, Paul Alexander

Proaño Ulloa, Fernando Santiago

Director:

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

Latacunga, febrero de 2023



ÍNDICE DE CONTENIDO

- ✓ **Antecedentes**
- ✓ **Planteamiento del problema**
- ✓ **Descripción resumida del proyecto**
- ✓ **Justificación e importancia**
- ✓ **Objetivos del proyecto**
 - ✓ *Objetivo General*
 - ✓ *Objetivos Específicos*
- ✓ **Metas**
- ✓ **Hipótesis**



- ✓ **Marco teórico**
 - ✓ **Sistema Common Rail**
 - ✓ **Sistema de inyección electrónica CRDI**
 - ✓ **Bomba de combustible**
 - ✓ **Filtro separador de combustible**
 - ✓ **Bomba de alta presión**
 - ✓ **Acumulador de presión**
 - ✓ **Funcionamiento de la bomba de alta presión**
 - ✓ **Válvula de control de succión SCV**
 - ✓ **Válvula reguladora de presión IPR**
 - ✓ **Inyector electrónico CRDI**
 - ✓ **Inyector solenoide Denso**



- ✓ **inyector piezoeléctrico Denso**
- ✓ **Funcionamiento del inyector**
- ✓ **Ventajas del sistema de inyección CRDI**
- ✓ **Implementación y pruebas del módulo CRDI**
- ✓ **Análisis de resultados y pruebas del sistema CRDI**
 - ✓ **Bomba baja presión**
 - ✓ **Válvula IPR**
 - ✓ **Sensor FRP**
 - ✓ **Inyectores**
 - ✓ **Prueba de retorno combustible**
- ✓ **Conclusiones**
- ✓ **Recomendaciones**



MARCO METODOLÓGICO



ANTECEDENTES

En el campo automotriz existe una evolución continua de los motores de combustión interna que deben cumplir exigentes normas ambientales en cuanto a emisión de gases contaminantes, gracias a los avances tecnológicos, los motores han evolucionado con el tiempo haciendo que hoy en día los motores sean más pequeños y eficientes.

Durante todo el siglo 21 a causa de los siguientes aspectos: mejor eficiencia térmica presentando valores máximos de un 48%, mayor durabilidad, menor consumo de combustible y disminución de ruido en el motor, entre las principales ventajas ante los motores de nafta. (Hernández, 2006, pág. 9)

Para la inyección la presión se genera mediante la bomba de alta presión que es accionada a través de banda conectada al motor, esto hace que el diésel se encuentre sometido a presión en el riel común para ser inyectado.

Los inyectores pulverizan el combustible directamente en la cámara de combustión del motor mientras que en el inyector la válvula de mando integrada controlada por la ECU se encarga de la apertura y cierre de la aguja del inyector.



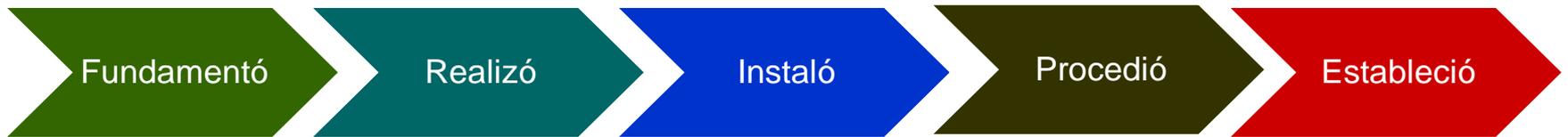
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Ecuador vehículos livianos y de transporte pesado, poseen sistema de inyección CRDI y cada vez mayor tecnología dentro de los mismos. Por lo cual se convierte en prioridad analizar a través de investigaciones en el funcionamiento del sistema de control hidráulico y alta presión.

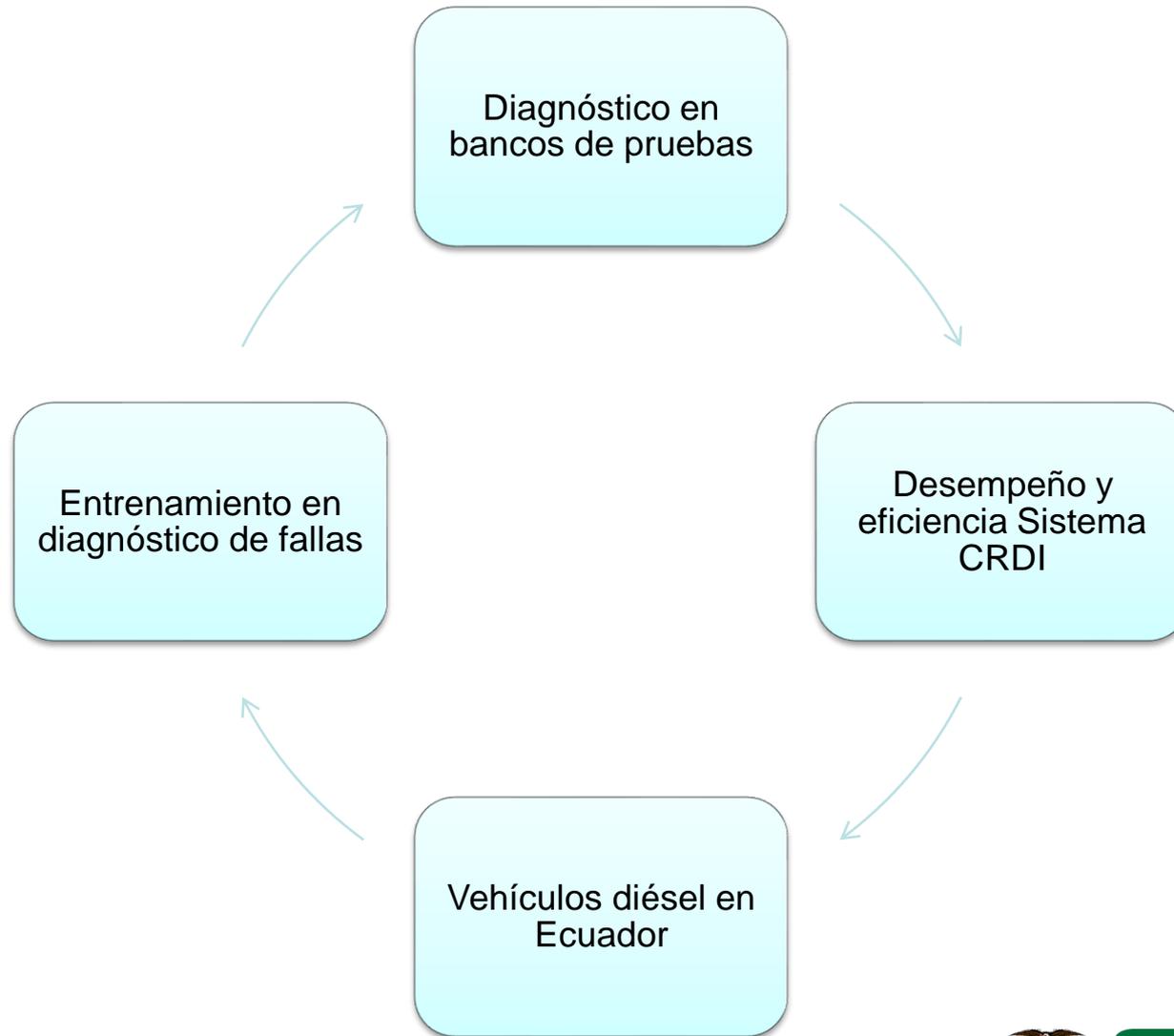
Los motores de combustión interna están sometidos a normas cada vez más exigentes para reducir la emisión de contaminantes ambientales con lo cual surge la necesidad de investigar el óptimo funcionamiento de los sistemas de control electrónico del sistema CRDI.



DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA





OBJETIVO GENERAL

Implementar el módulo de pruebas y entrenamiento del subsistema de control hidráulico y de actuadores de inyección diésel riel común CRDI.





Recopilar información bibliográfica de fuentes confiables acerca de inyectores CRDI y sus parámetros característicos



Seleccionar elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos hidráulicos para la medición de los parámetros de los inyectores



Instalar el sistema hidráulico de inyección diésel riel común CRDI



Analizar el funcionamiento del subsistema de control hidráulico diésel riel común



Desarrollar un protocolo de pruebas a fin de establecer el desempeño mecánico y eléctrico del sistema CRDI





Construir un módulo de pruebas del sistema hidráulico CRDI con un 90% de similitud al real.



HIPÓTESIS

La implementación de un simulador hidráulico de actuadores CRDI permitirá un entrenamiento adecuado en el proceso de diagnóstico y detección de fallas del sistema



MARCO TEÓRICO



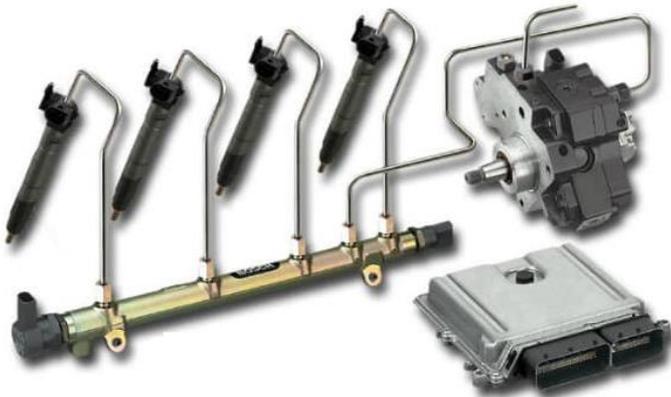
Sistema Common Rail

La bomba mecánica es accionada por el motor de combustión interna

La bomba absorbe el combustible del depósito y lo envía a la bomba de alta presión

Los componentes están unidos a los inyectores por cañerías que soportan altas presiones de combustibles de hasta 1350 bares

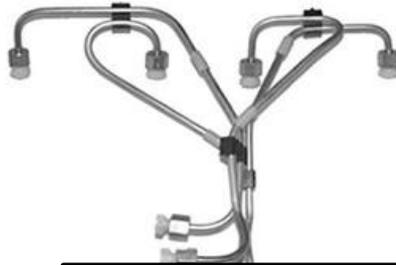
La ECU controla el proceso recibiendo la señal de varios sensores para dar la apertura de cada inyector



Componentes subsistema hidráulico CRDI



Depósito y filtro de combustible



Cañerías alta presión y retorno



Bomba de suministro



Riel Común y sensor FRP



Inyectores

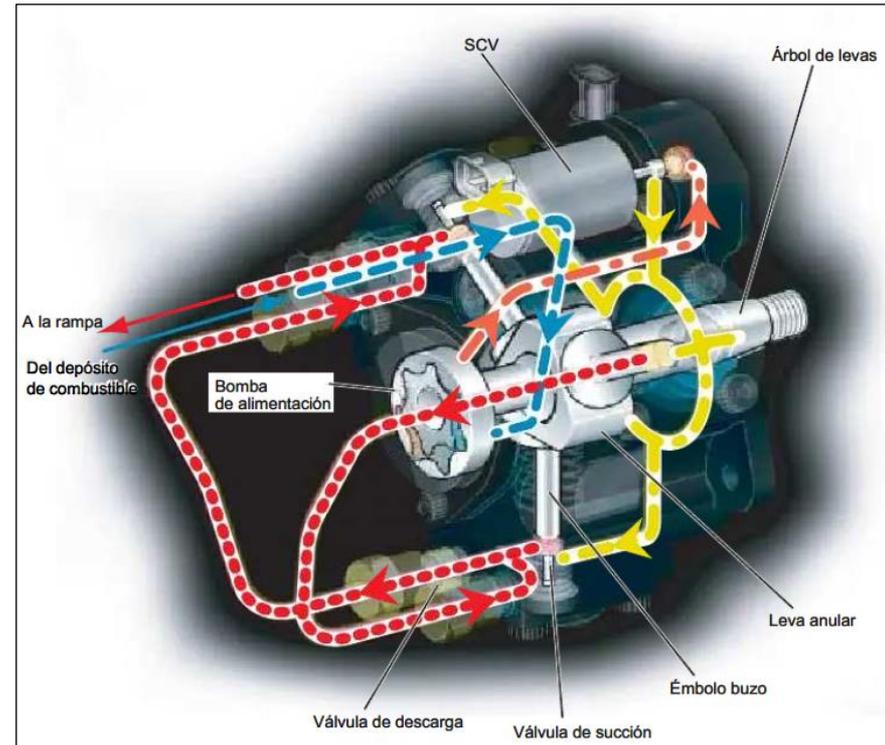


ECU

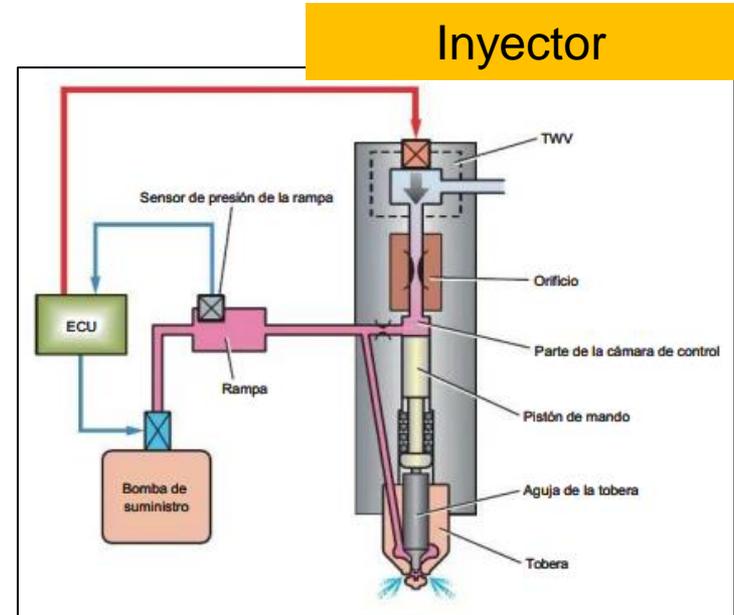
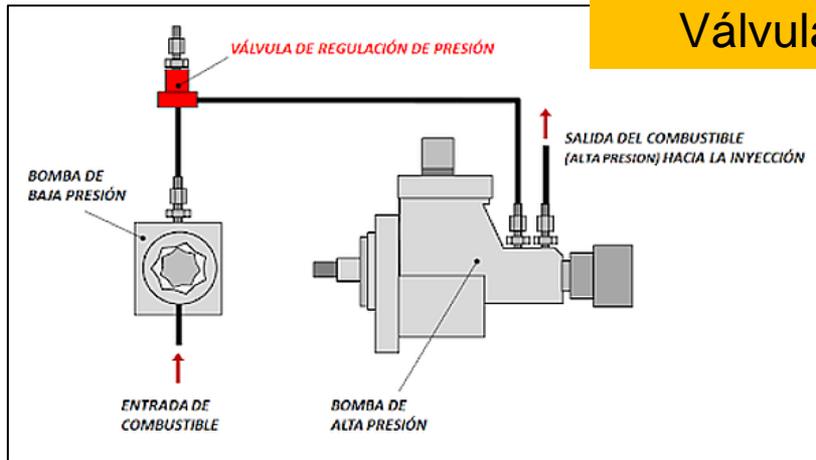


Funcionamiento bomba alta presión

La bomba de alimentación succiona el combustible del depósito y lo envía a la SCV. En ese momento, la válvula reguladora ajusta la presión del combustible por debajo de un cierto nivel.



Actuadores subsistema hidráulico CRDI



Sensor FRP

Implementación y pruebas del módulo de inyección CRDI



Caracterización del módulo de pruebas CRDI



Estructura



Motor eléctrico trifásico 220V



Línea de baja presión



Línea de alta presión



Control electrónico



Implementación del módulo de pruebas CRDI



Ensamble estructura



Fijación componentes CRDI

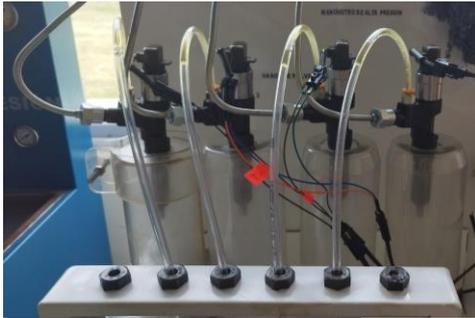


Conexión cañerías



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Implementación del módulo de pruebas CRDI



Conexión
medidor de
retorno



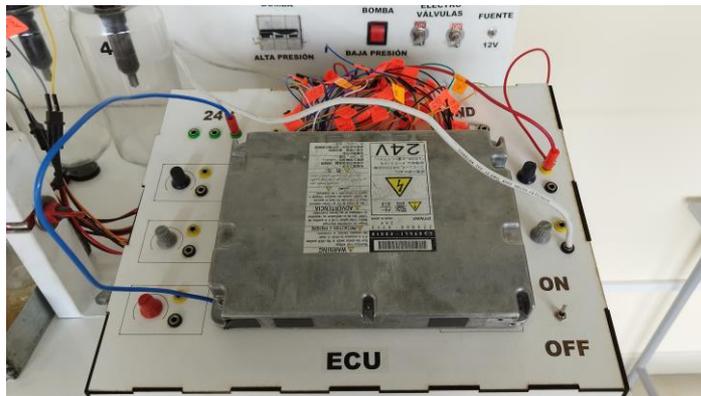
Conexión
control
electrónico



Presurización
del sistema



Etiquetado
del modulo
de pruebas



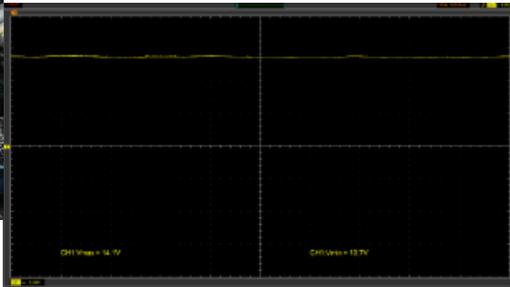
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Análisis de resultados y pruebas del sistema CRDI



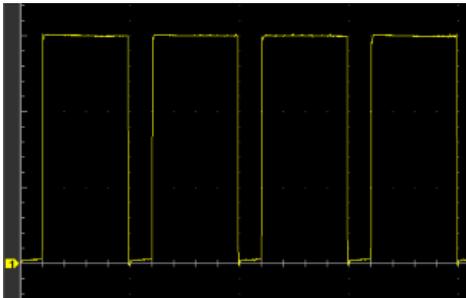
Análisis de resultados

Bomba de baja presión



- Escala: 5V/div
- Valor registrado: 14.1V

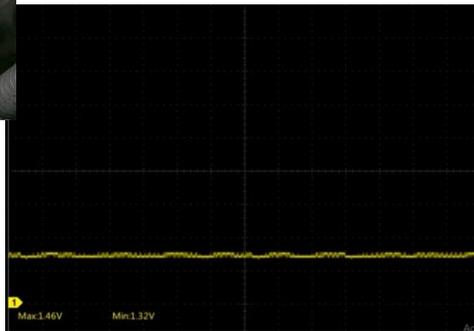
Válvula IPR



- Escala: 5V/div y 500us/div
- Valor registrado: 14.7V

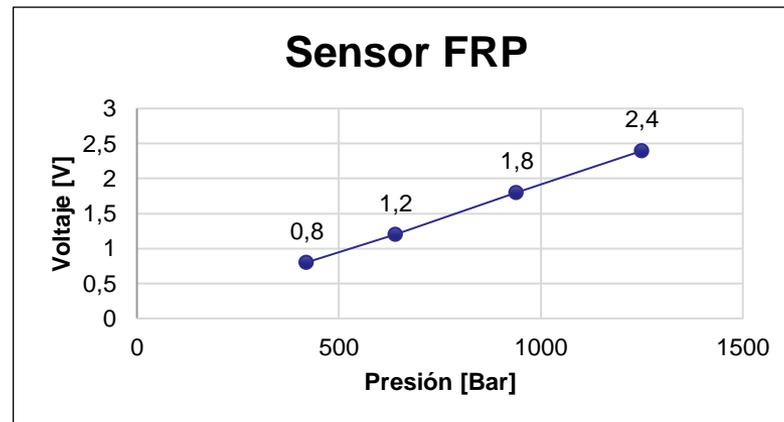


Análisis de resultados



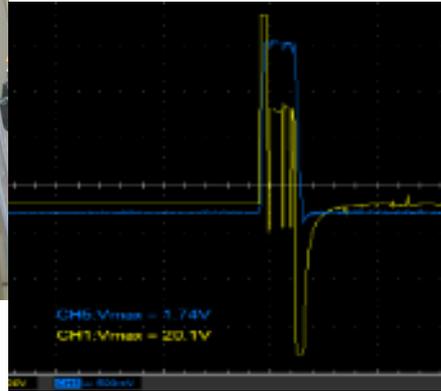
Sensor FRP

- Escala: 5V/div
- Valor registrado: 14.1V



Análisis de resultados

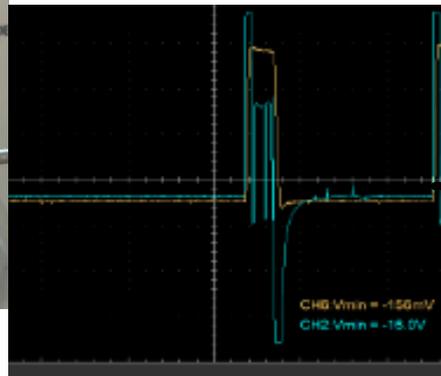
1



Inyectores

- $V_{max} = 20.1V$
- $V_{min} = -16V$
- Amp máx = 17.4^a
- Amp min = $-2.15A$

2

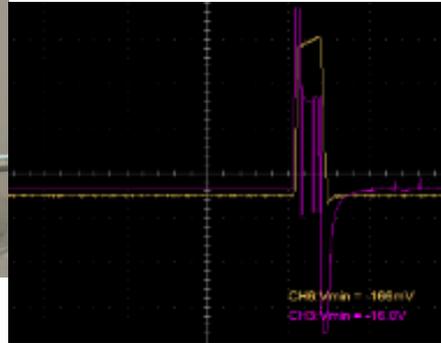


- $V_{max} = 20.2V$
- $V_{min} = -16V$
- Amp máx = $16.7A$
- Amp min = $-1.56A$



Análisis de resultados

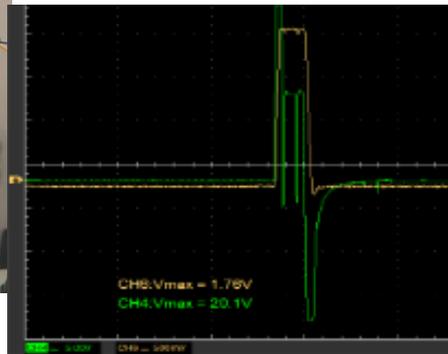
3



Inyectores

- $V_{max} = 20.2V$
- $V_{min} = -16V$
- Amp máx = 17.2A
- Amp min = -1.66A

4



- $V_{max} = 20.1V$
- $V_{min} = -16V$
- Amp máx = 17.6A
- Amp min = -1.66A



Análisis de resultados

Retorno de combustible



- Se recopiló información bibliográfica de fuentes y manuales de usuario para los conceptos teóricos a utilizar en la investigación como el diagrama de conexiones y pines, así como también las condiciones requeridas para el funcionamiento del subsistema de control hidráulico del módulo de pruebas.
- Se seleccionó elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos hidráulicos para la medición de los parámetros de los inyectores e implementación del circuito de control de actuadores CRDI con los sistemas hidráulicos de alta y baja presión con control del pulso de inyección mediante la ECU del sistema CRDI.
- Se instaló el sistema hidráulico de inyección diésel riel común CRDI con la fijación de componentes a la estructura del módulo con las respectivas conexiones hidráulicas de alta y baja presión para el flujo del combustible de acuerdo a los parámetros de funcionamiento del sistema de riel común.



- Se analizó el funcionamiento del subsistema de control hidráulico diésel riel común para la implementación de las condiciones de trabajo requeridas en la línea de alta presión generándose la pulverización de combustible en los inyectores.
- Se obtuvo información sobre los valores de voltajes de señal y referencia de los actuadores del sistema de inyección diésel de riel común CRDI por medio de equipos de medición obteniéndose curvas características en oscilogramas que permitió comprobar el estado de los actuadores descartando fallas en los mismos.
- Se desarrolló un protocolo de pruebas a fin de establecer el desempeño mecánico y eléctrico del sistema CRDI como la bomba de baja presión, válvula IPR e inyectores que permitió establecer el desempeño mecánico y eléctrico.



- Disponer de implementos de seguridad y limpieza previo a la utilización del módulo de pruebas y entrenamiento a fin de realizar un mejor trabajo de análisis de los subsistemas CRDI electrónico e hidráulico.
- Conectar correctamente la alimentación eléctrica del módulo de pruebas y entrenamiento, siendo 220V AC para el funcionamiento del motor trifásico, para las electroválvulas y la fuente se requiere de 110V AC monofásica.
- Verificar el sistema de alta presión antes y después de la utilización del módulo de pruebas ya que debido a las elevadas presiones del sistema podría producirse fugas por los componentes hidráulicos.



- Para realizar pruebas en el módulo de entrenamiento, revisar el nivel de combustible en el depósito antes de encender el módulo de entrenamiento verificando además el estado y conexión de las mangueras.
- Cuando se han finalizado las pruebas o el uso del motor y se va a mantener apagado el módulo de pruebas y entrenamiento, se recomienda desconectar los conectores de alimentación 220V y 110V.





“Los obstáculos son esas cosas espantosas que ves cuando apartas los ojos de tu meta”

- Henry Ford



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA