



*“No hay ningún hombre vivo que no sea capaz de hacer más de lo que cree que puede hacer.”*

- Henry Ford



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

**Autores:**

Celorio Pacheco, Kevin Paul

Delgado León, Sebastian

**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**



# ÍNDICE DE CONTENIDO

- **Marco teórico**
  - *Sistema de Inyección diésel*
  - *Sistema de Inyección CRDI*
  - *Sensores del Sistema*
  - *Unidad de control electrónico*



- **Análisis de resultados**
  - **Prueba de sensor CKP**
  - **Prueba de sensor CMP**
  - **Prueba de sensor FRP**
  - **Prueba de sensor MAF**
  - **Prueba de sensor ECT**
- **Conclusiones**
- **Recomendaciones**



# MARCO METODOLÓGICO



Según (Consuegra, 2007) afirma lo siguiente: Los sistemas de inyección hicieron que el motor diésel fuese lo que es hoy: económico, deportivo, limpio y silencioso. Son la clave del éxito y de la creciente difusión del motor diésel. Dependiendo del fabricante de automóviles, se emplean sistemas distintos, y con resultados iguales. Estos sistemas tienen en común que el carburante se inyecta a muy alta presión en los cilindros, controlando el proceso de inyección mismo de forma electrónica.



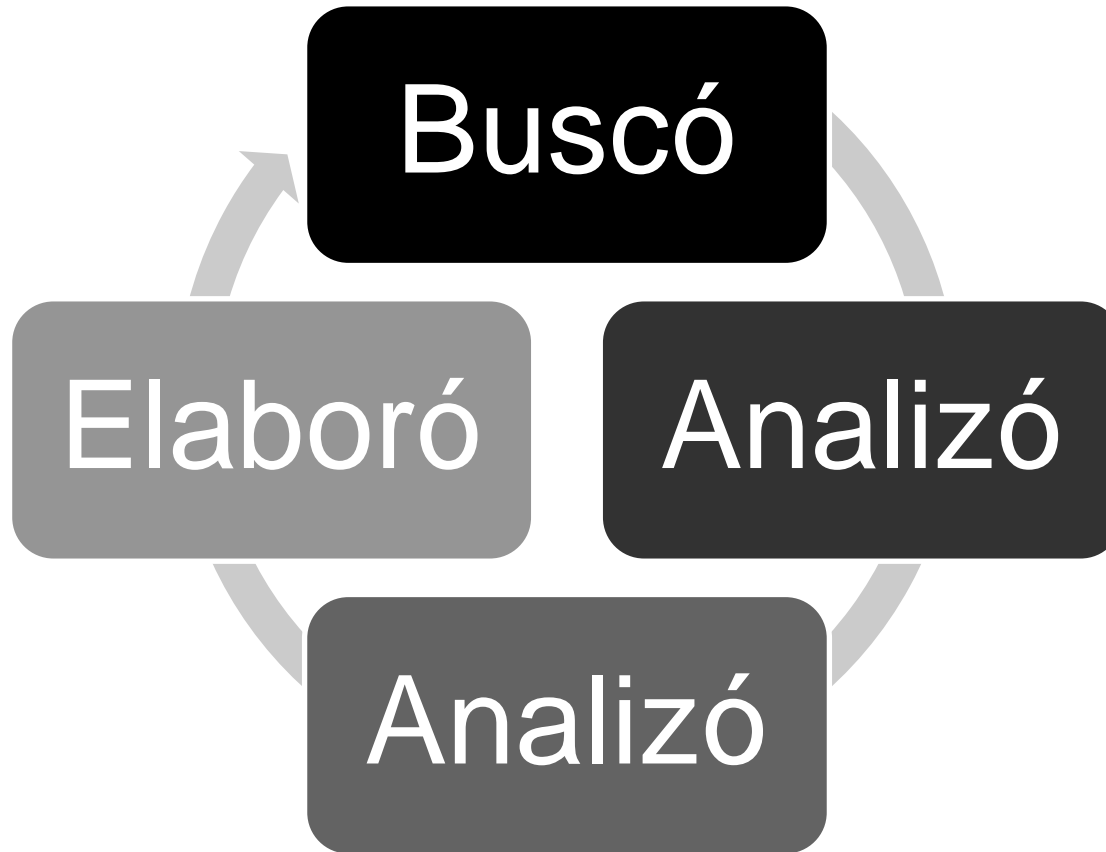
# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día el sistema que produce las mejores prestaciones y a su vez, es más favorable con el medio ambiente que sus predecesores, es el sistema de inyección diésel CRDI, que adapta todos sus componentes para cumplir una función óptima de inyección de combustible comandada electrónicamente por una ECU. Por este motivo es imperante la necesidad del profundo conocimiento del funcionamiento y equipo de diagnosis para este sistema de inyección electrónica diésel, con el objetivo de poder evitar daños permanentes, diagnosticar una posible falla y estudiar los parámetros concretos de funcionamiento de inyectores CRDI.

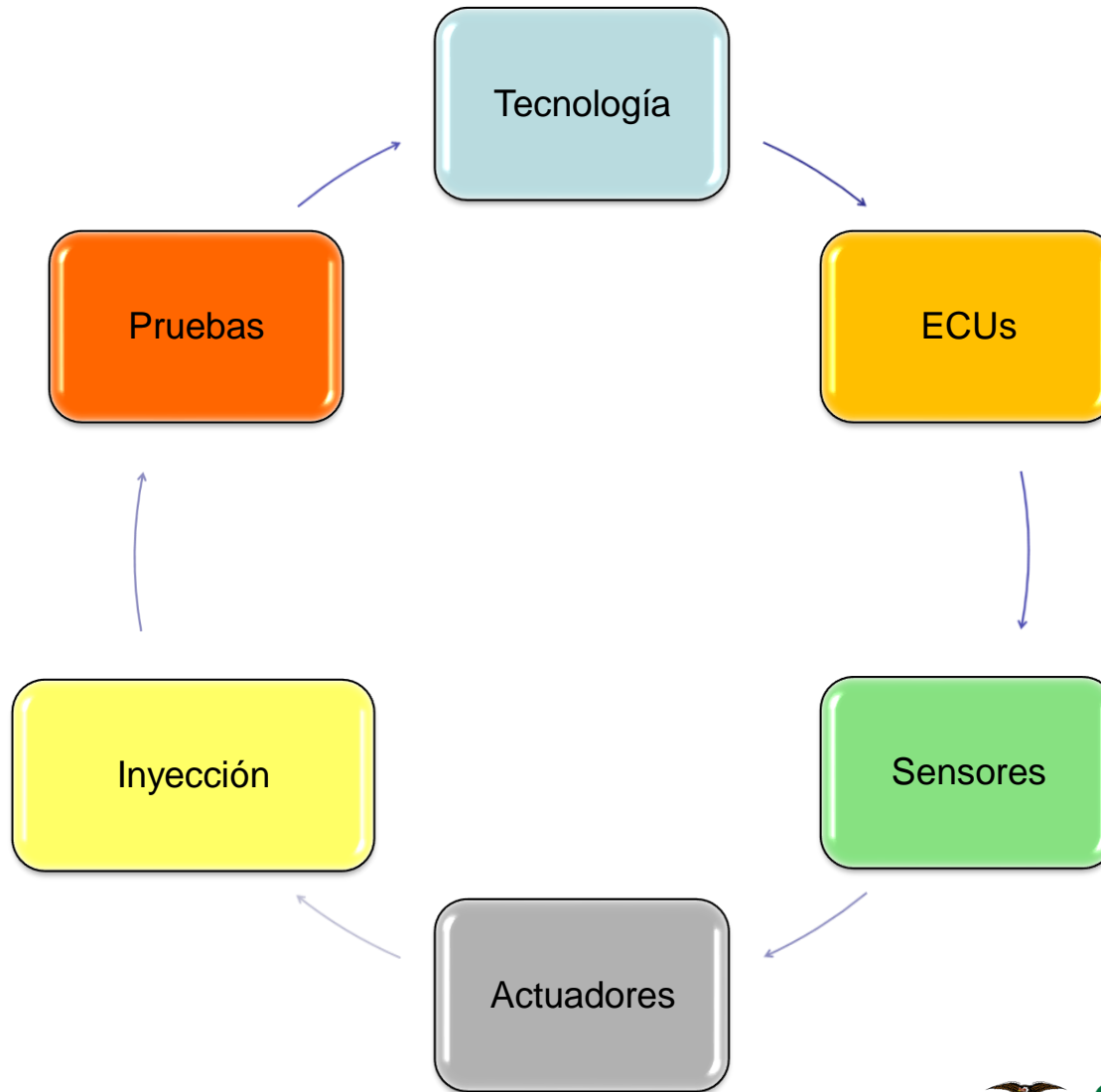


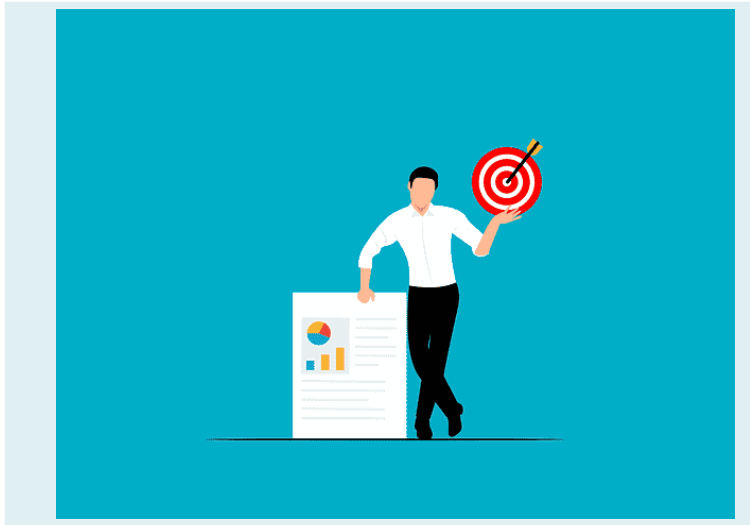


# DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROYECTO



# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA





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

## *Objetivo*

## *General*





Buscar y recolectar información técnica especializada de diferentes fuentes confiables referente a los sistemas de inyección electrónica CRDI.



Seleccionar los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos que componen el sistema, además de los materiales del módulo.



Implementar el módulo de pruebas del subsistema de control electrónico de inyección diésel riel común CRDI.



Analizar el funcionamiento y operación de los componentes del sistema de inyección con control electrónico de riel común.



Elaborar el protocolo de pruebas a los componentes del módulo.





Construir un  
módulo



Realizar  
pruebas al  
sistema



## HIPÓTESIS

¿La implementación del módulo de pruebas de sistemas de control electrónico CRDI permitirá obtener los parámetros de funcionamiento necesarios para realizar un diagnóstico adecuado?



# MARCO TEÓRICO



# Sistema de Inyección diésel

Sistema de inyección electrónica



La inyección se controla electrónicamente mediante inyectores comandados por la ECU





# Sistema de Inyección CRDI

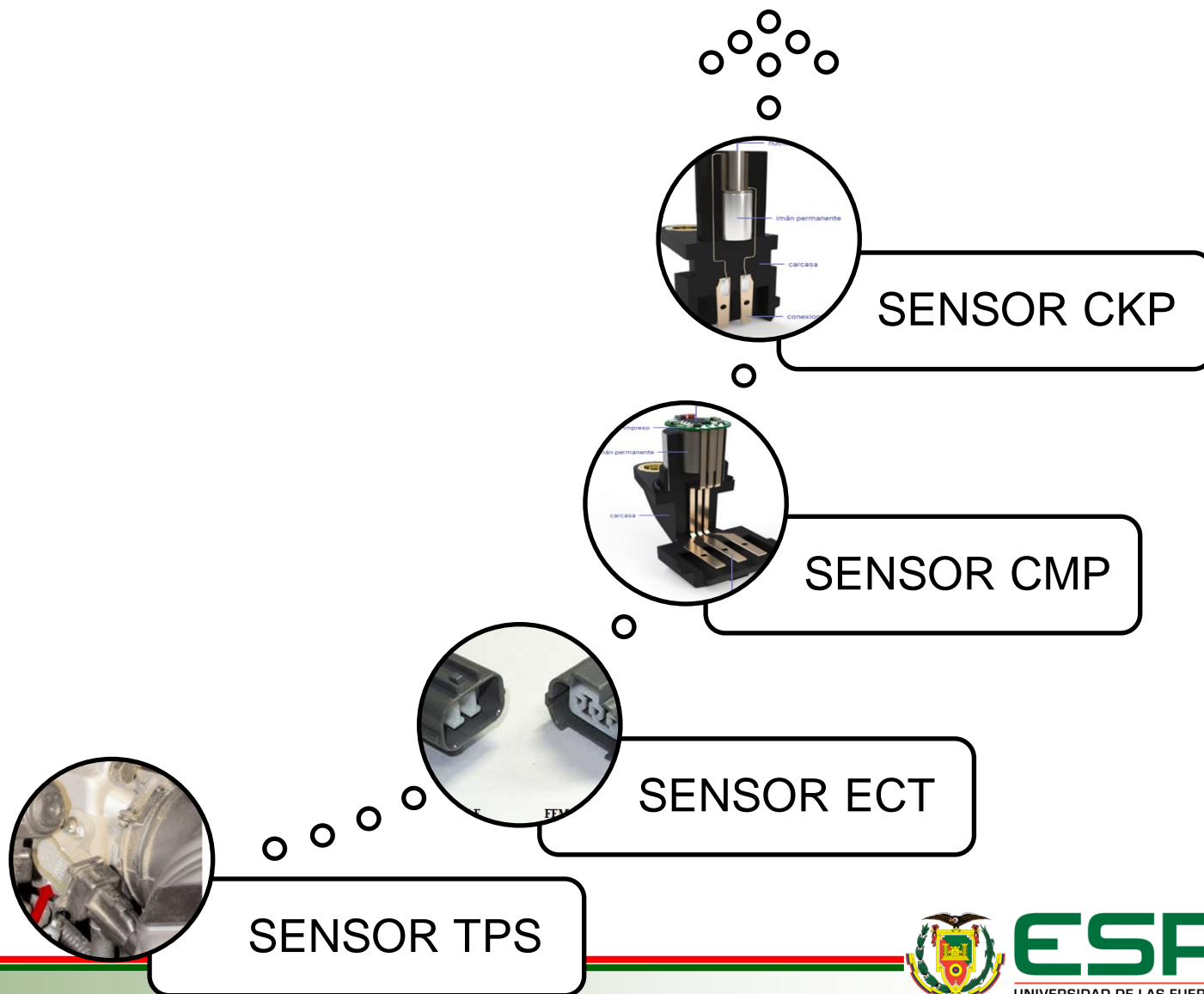
Sistema Common Rail

Consta de un riel común al cual se acoplan todos los inyectores

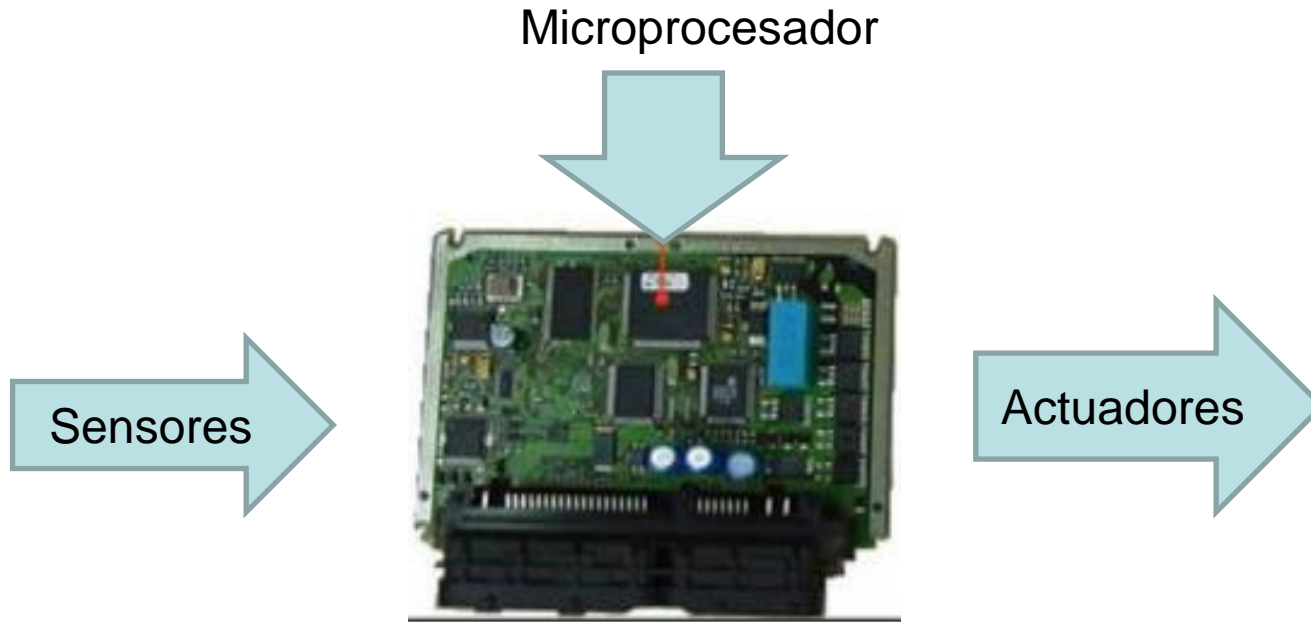
Tienen la misma presión y los controla la ECU



# Sensores del sistema



# Unidad de control electrónico



# ***Unidad de control electrónico***

- **Controlar el regulador de presión:** Regula la presión elevándola o disminuyéndola conforme sean las necesidades del motor, generalmente esta trabaja con un controlador adicional.
- **Controlar el tiempo de inyección:** La ECU puede ordenar cuanto tiempo permanecen abiertos los inyectores para optimizar el consumo de combustible y mejorar el desempeño del motor.
- **Control de marcha en ralentí:** Aumenta el régimen de funcionamiento del motor cuando la ECU detecta que existe un consumo de tensión elevado de la batería cuando varios elementos están encendidos.



# Inyectores CRDI

La misión de los inyectores es la de realizar la pulverización de la pequeña cantidad de combustible y de dirigir el chorro de tal modo que el combustible sea esparcido homogéneamente por toda la cámara de combustión.

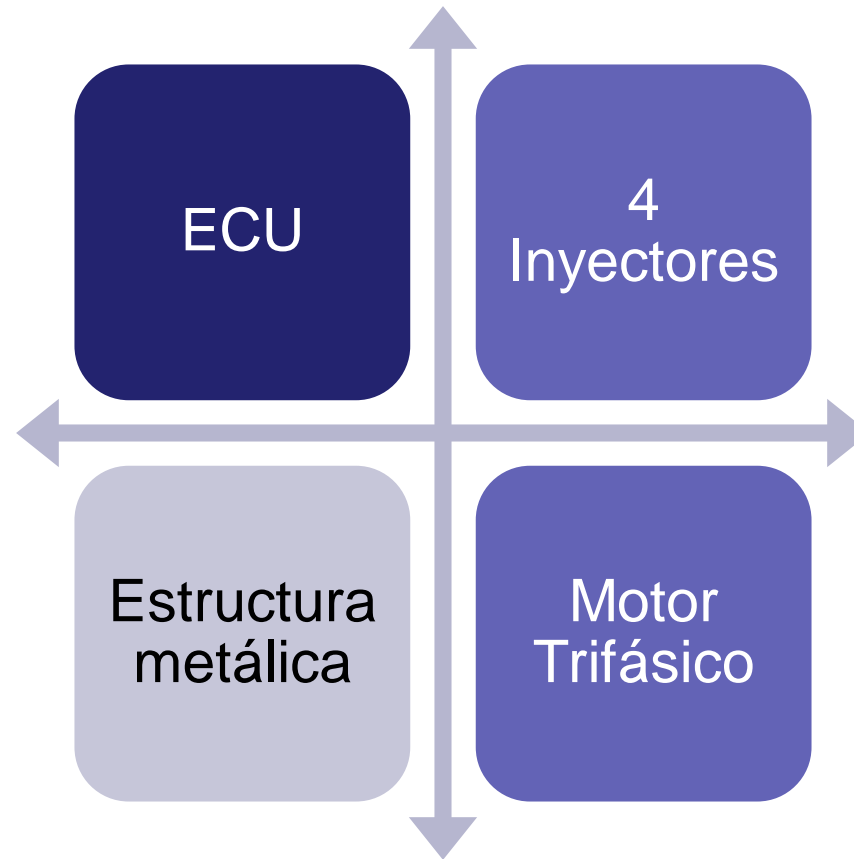
Parámetro	Valor
Resistencia	0,8 – 1 [ $\Omega$ ]
Voltaje	5 [V]
Corriente	12 [A] (Apertura) 20 [A] (Mantenimiento)
Presión de apertura	200 [BAR]
Presión máxima	1800 [BAR]



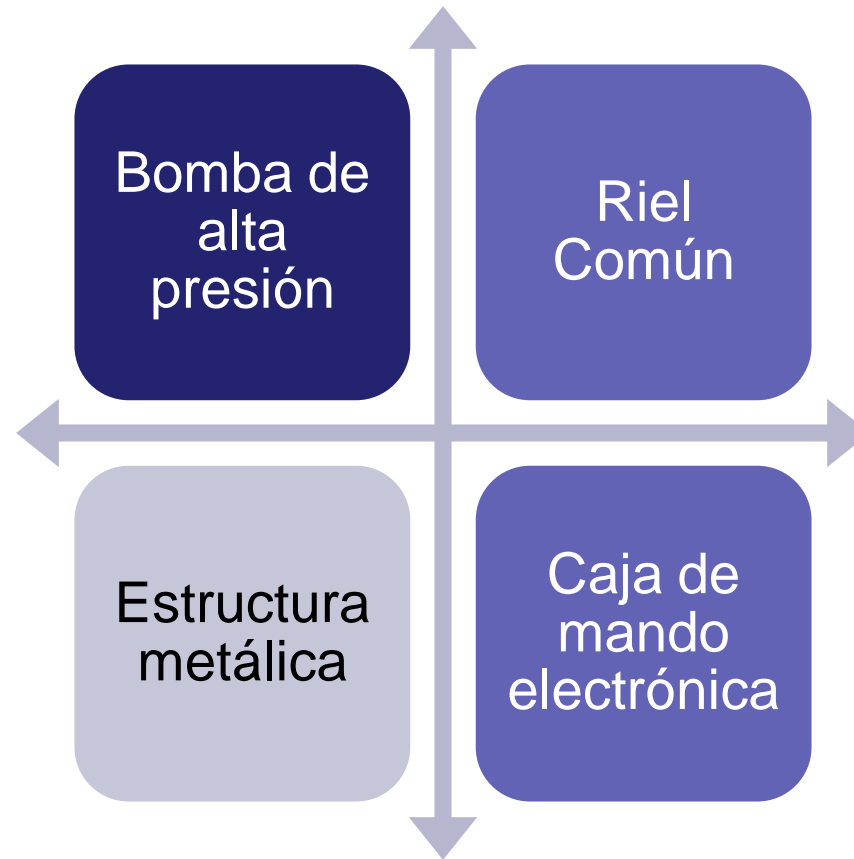
# Implementación y pruebas del módulo



# Requerimientos

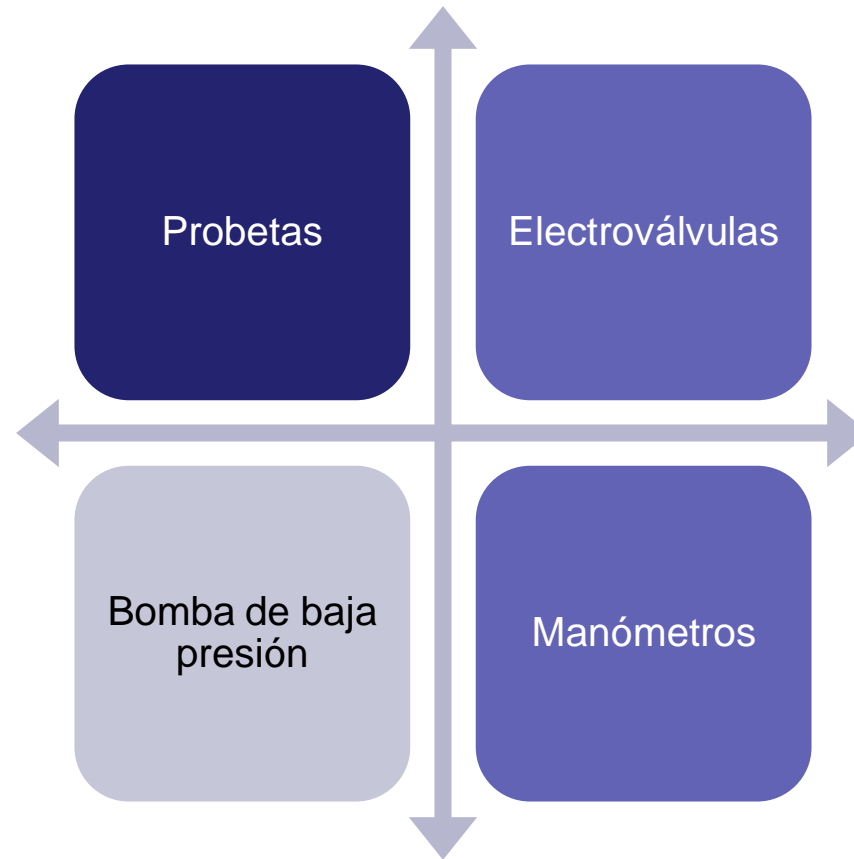


# Requerimientos



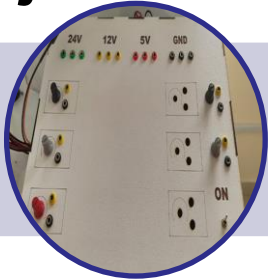


# Requerimientos



# Caracterización de los elementos utilizados

**Caja de control**



**Inyectores**

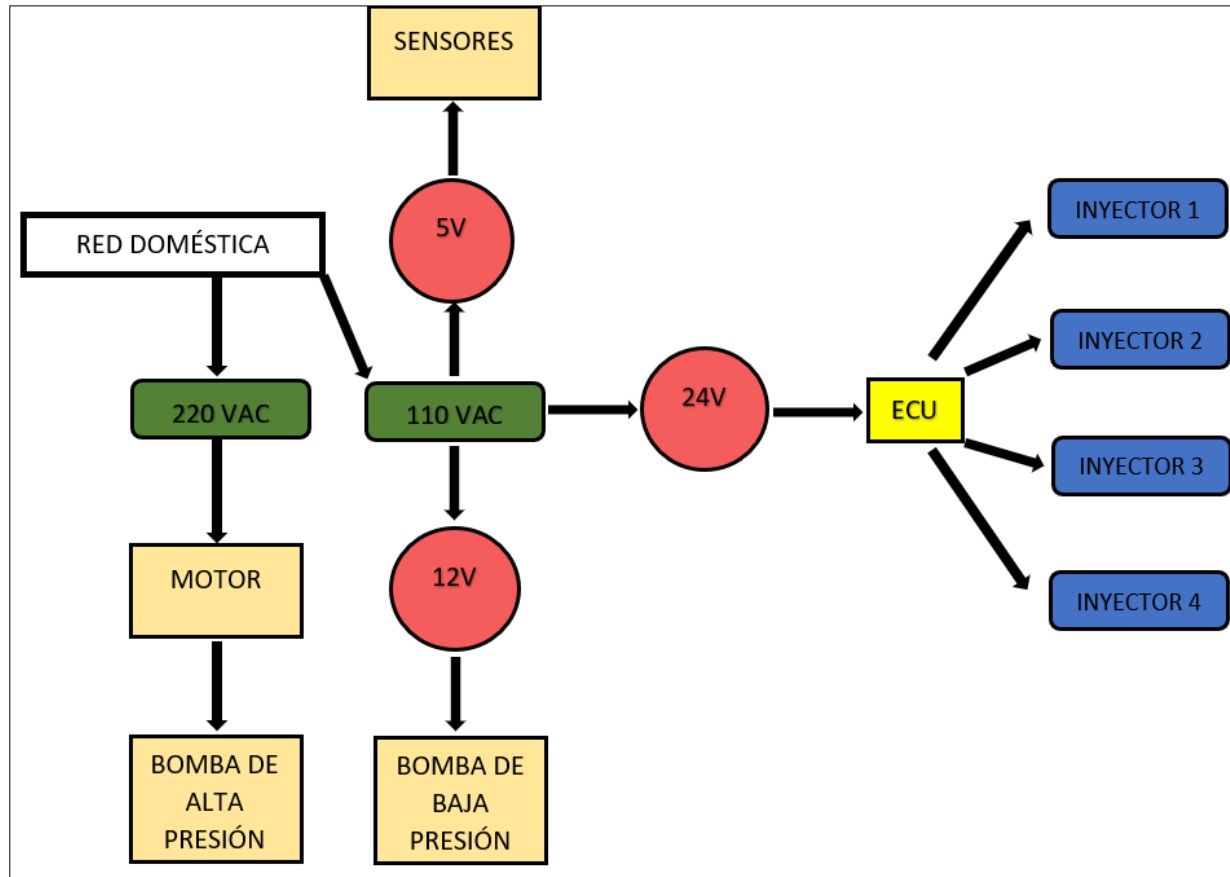


**Estructura  
metálica**

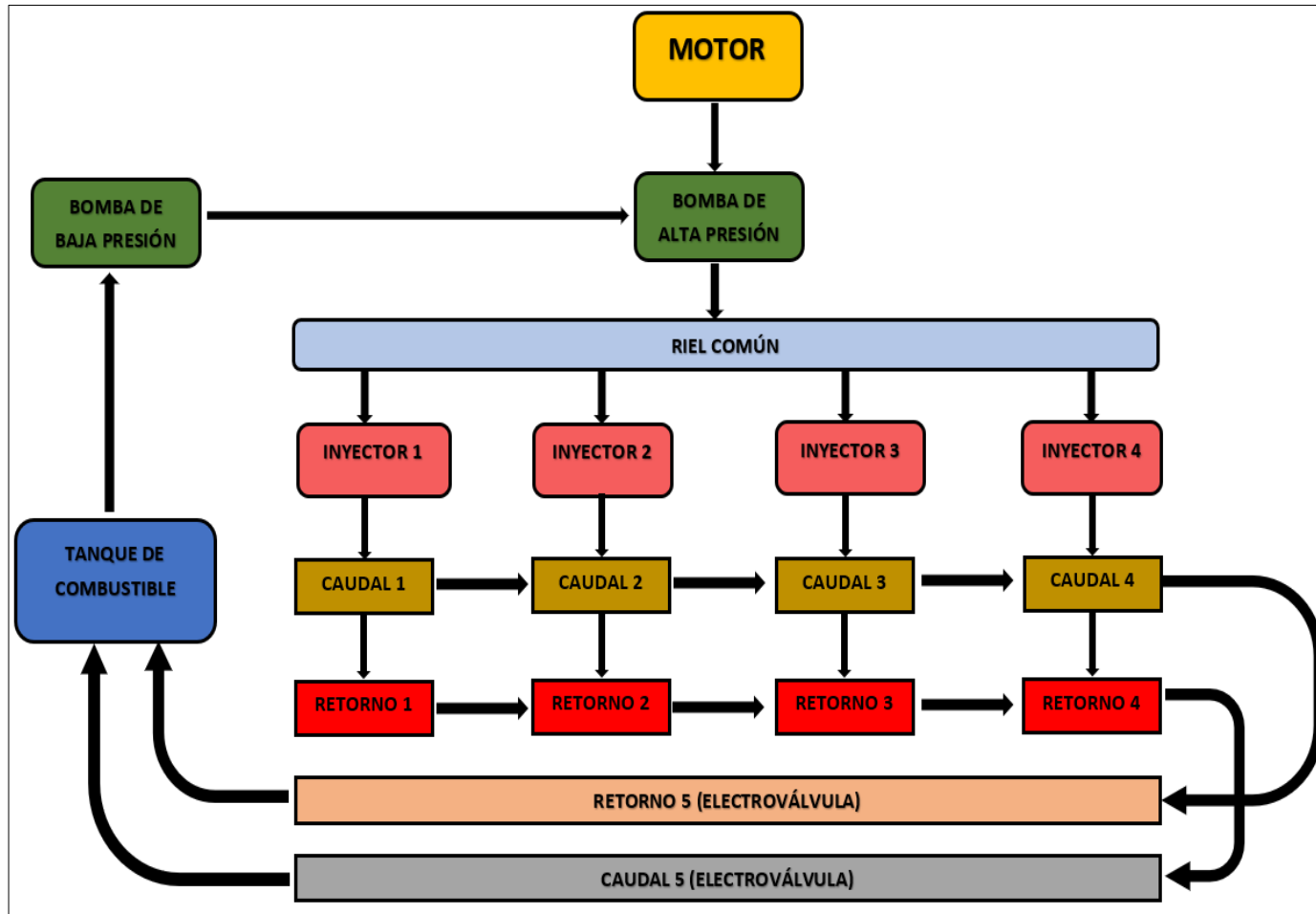


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Diagrama de conexiones eléctricas



# Diagrama de conexiones hidráulicas



# Armado del Módulo



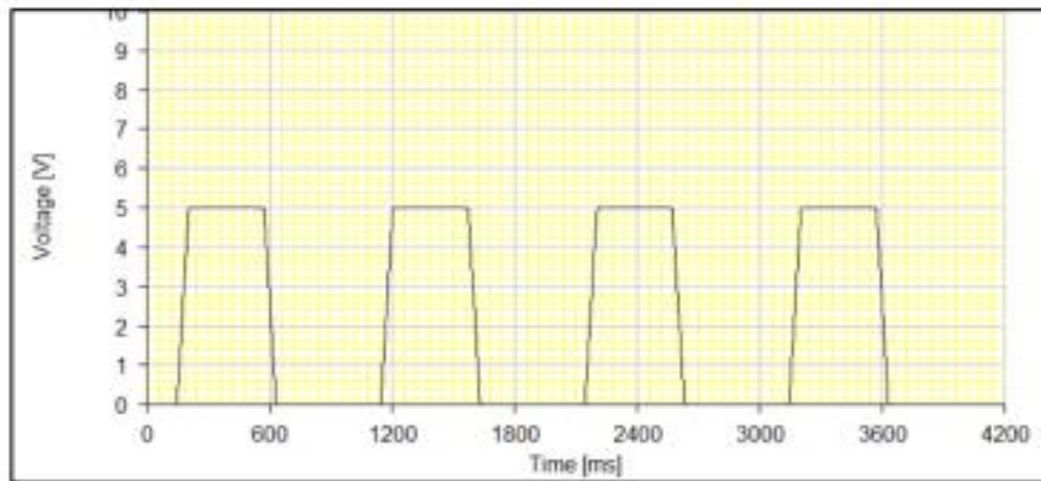
# PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# Sensor CKP

**Curva característica del sensor CKP con señal acondicionada**



# Sensor CKP

## Valores máximos y mínimos de voltaje del sensor CKP

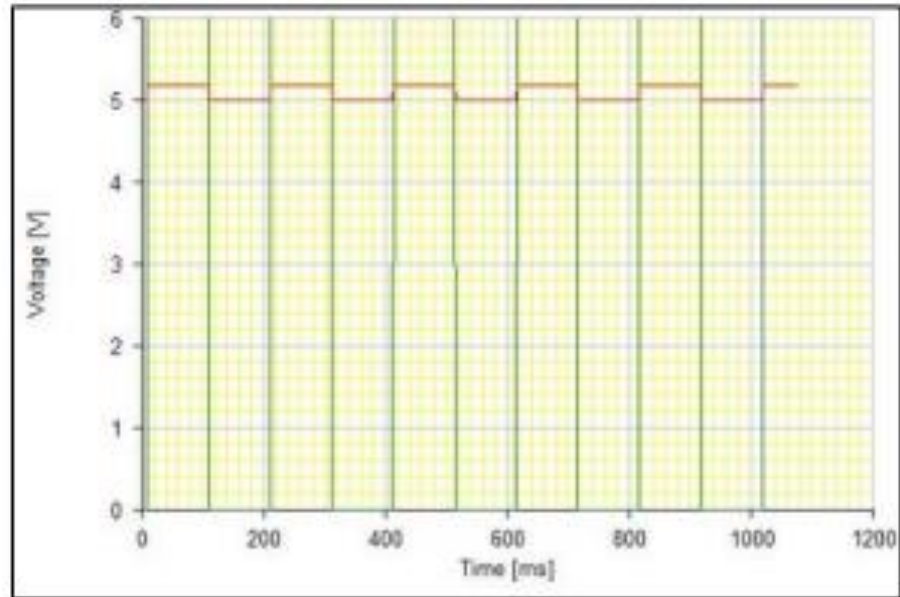
rd.	O	Descripción	Valor	Pin
1		Freq.	607.4 Hz	1
2		V. Pk – Pk	3.67 V	2





# Sensor CMP

## Curva característica del sensor CMP efecto Hall



# Sensor CMP

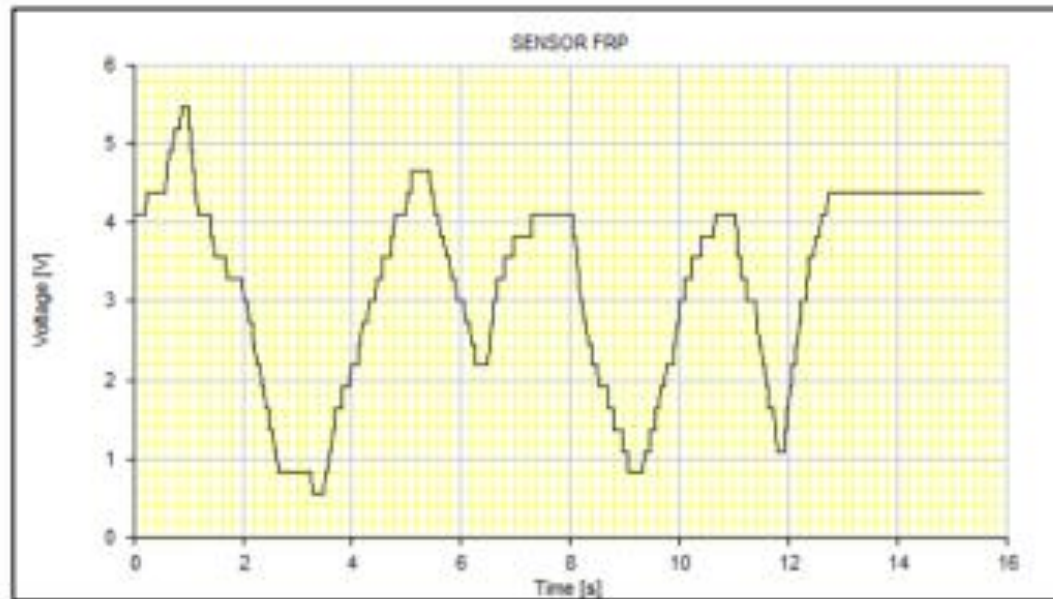
## Valores máximos y mínimos de voltaje del sensor CMP

rd.	Descripción	Valor	Unidad
1	Voltaje máximo	5	V
2	Voltaje mínimo	0	V



# Sensor FRP

## Curva característica del sensor FRP



# Sensor FRP

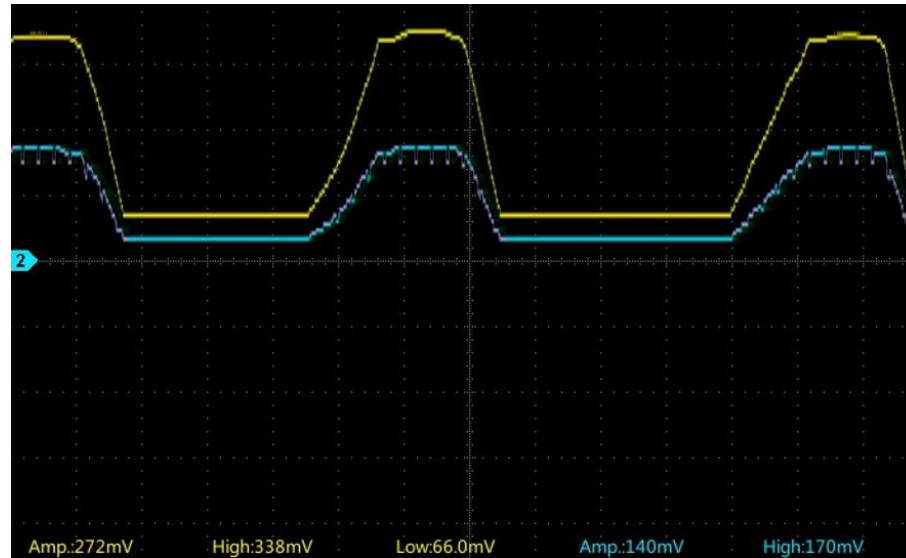
## Rango de voltajes del sensor FRP

Rango	Valor
V. Min	0.55 v
V. Max	1.49 v



# Sensor APP

## Curva característica del sensor APP



# Sensor APP

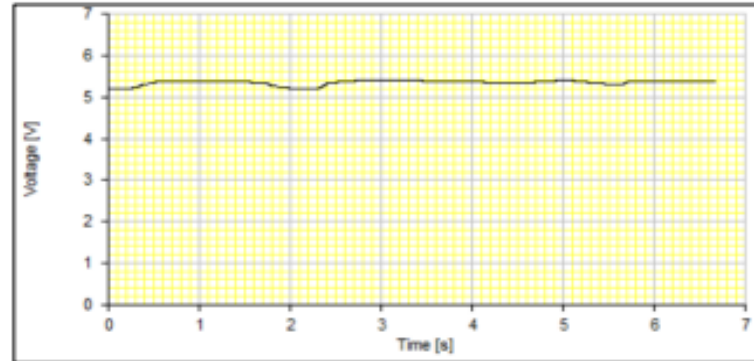
## Curva característica del sensor APP

Rango	Valor
V. Min	66 mV
V. Max	338 mV



# Sensor ECT

## Curva característica del sensor ECT



# Sensor ECT

## Rango de voltajes del sensor ECT

Temperatura	Voltaje
18 ° C	4.0 v
27 ° C	3.7 v
63 ° C	1.35 v
88 ° C	1.16 v





- Se buscó y recolecto de fuentes bibliográficas que el sistema de inyección electrónico de riel común presenta una eficiencia sobresaliente, bajo consumo de combustible, emisiones reducidas y uniformidad en su funcionamiento, no obstante, este sistema tiene un costo mayor al de otros sistemas convencionales.
- Se seleccionó los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos adecuados para el sistema, tomando en cuenta las propiedades de los elementos obtenidos en manuales y fichas técnicas de los distintos fabricantes.



- Se implementó de inyección de riel común con control electrónico, se acondicionó al módulo las conexiones eléctricas y electrónicas necesarias para que el sistema funcione de acuerdo con detallado en el diseño del módulo.
- Se analizó el funcionamiento y operación de los componentes del sistema CRDI, mediante la observación y examinación de los valores proporcionados por los instrumentos de medida tanto internos como externos del módulo.
- Se elaboró el protocolo de pruebas para los componentes del sistema como son los sensores, evidenciando el correcto funcionamiento del sistema en conjunto lo que dio como resultado los diferentes parámetros evaluados en cada uno de los elementos que componen el módulo.



- Evitar usar el módulo de pruebas con el motor encendido por más de 15 minutos para evitar sobre cargas de presión.
- Asegurarse que el tanque de combustible tenga suficiente combustible antes de encender el módulo para evitar daños en la bomba de alta presión por falta de lubricación.
- Asegurarse que el combustible este relativamente limpio sin partículas de ningún tipo para prevenir a obstrucciones en el circuito y evitar el desgaste prematuro de los elementos.



- Al momento de encender el módulo verificar que los manómetros presenten una presión adecuada.
- Verificar que sobre del módulo no se encuentra ningún objeto antes de encenderlo
- Encender el módulo con el siguiente orden primero la fuente de 12 v, luego la bomba de baja presión y por último el motor que acciona la bomba.
- Desconectar las tomas de corriente del módulo cuando no se lo esté usando.
- Comprobar que el voltaje de alimentación de la ECU sea de 24V



*""Seas quien seas, sea cual sea tu posición social, sea alta o baja, ten siempre mucha fuerza y mucha determinación, hazlo todo con mucho amor y con mucha fe en Dios, que un día llegarás a tu meta*

*- Ayrton Senna*



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA