



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN COMPROBADOR DE INYECTORES DE GRUPOS ELECTRÓGENOS DE MOTOR SERIE 3500 CATERPILLAR"

DIRECTOR: Ing. Luis Mena

CODIRECTOR: Ing. Juan Rocha **AUTOR:** Álvaro G. Guzmán F.



OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un comprobador de inyectores de grupos electrógenos de motor serie 3500 Caterpillar.

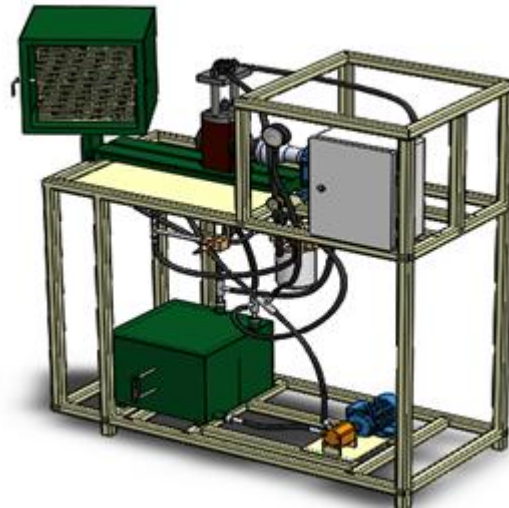
OBJETIVO ESPECÍFICOS

Diseñar el sistema mecánico, hidráulico, eléctrico y electrónico del conjunto de comprobación.

Implementar un proceso de diagnóstico, comprobación y pruebas de funcionamiento de los inyectores E.U.I y M.U.I., Caterpillar serie 3500.

INTRODUCCIÓN

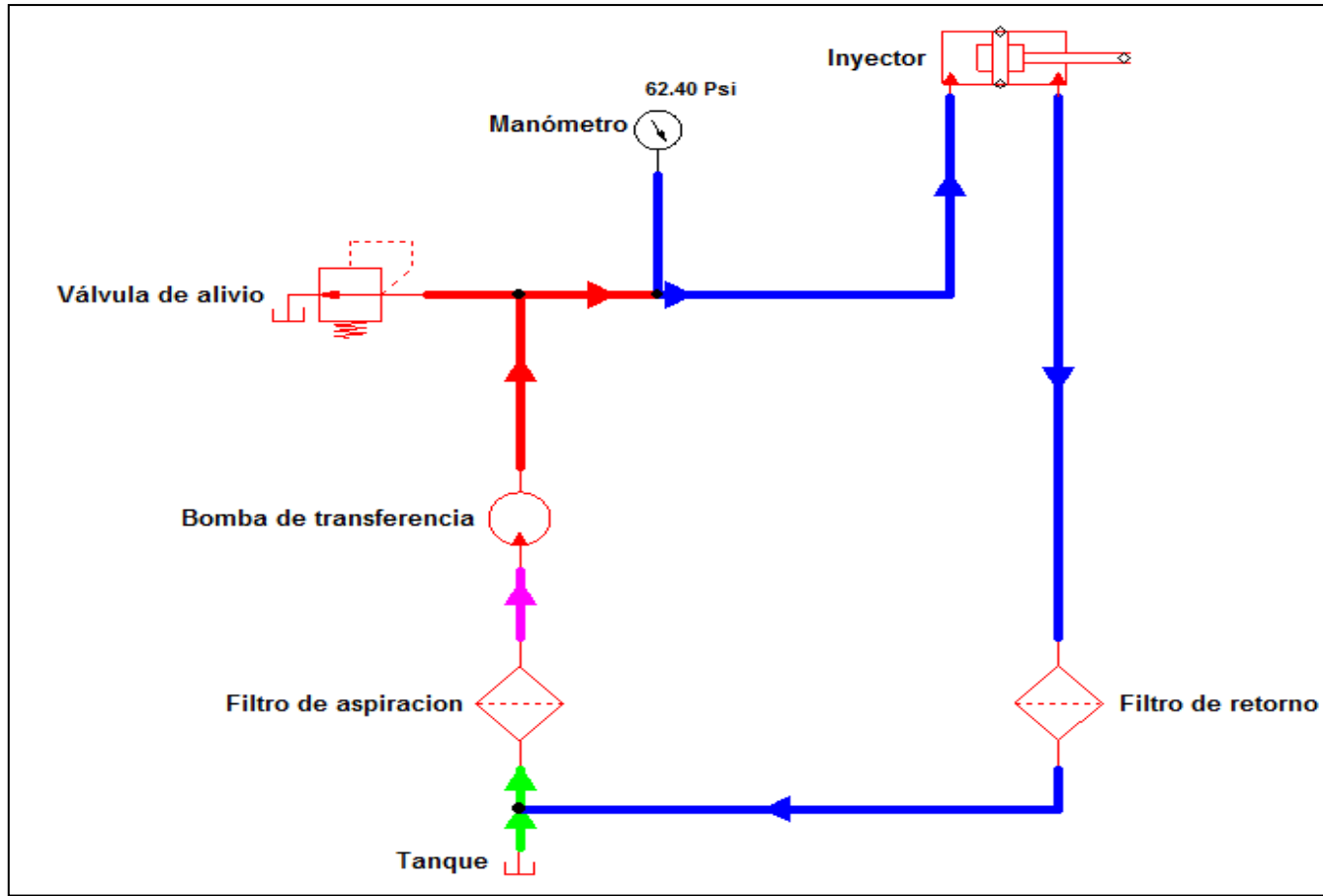
Ante la necesidad de acudir a solucionar la falta de un equipo de diagnóstico para los inyectores Caterpillar de la serie 3500, en la Compañía de Alquiler y Suministro Petrolero Rs Roth S.A., planteamos el proyecto de grado. Considerando que los sistemas de inyección de combustible E.U.I. (inyector unitario electrónico), y M.U.I. (inyector unitario mecánico), Caterpillar, son los más usados en lo que se refiere a motores generadores de electricidad, es necesario un equipo acorde para diagnosticar el estado de trabajo que cumplió el inyector.



PROPUESTA DEL PROYECTO

DISEÑO HIDRÁULICO

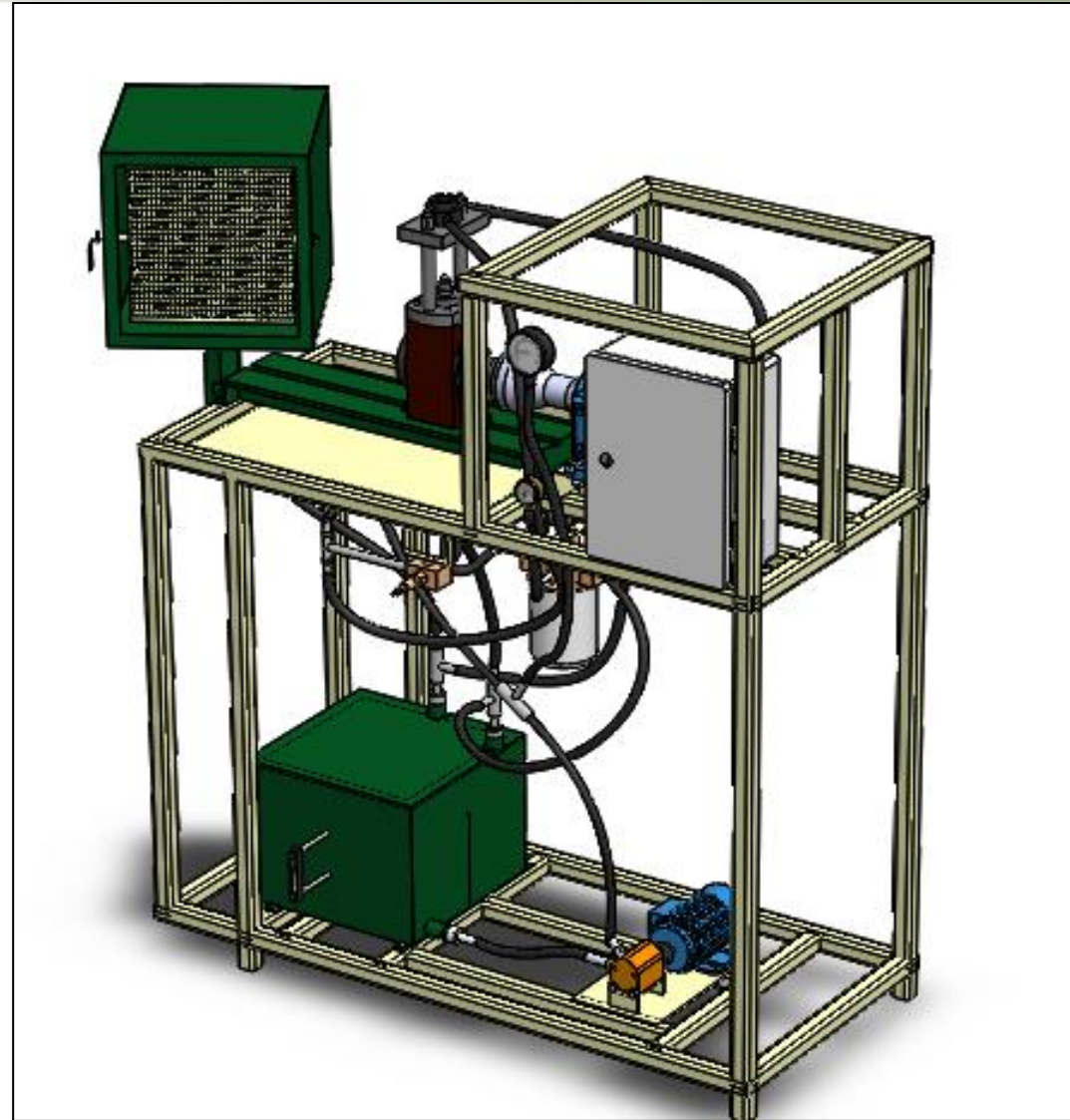
El diseño lo realizamos con la ayuda de Automación Studio 5.2.



DISEÑO MECÁNICO

Se utilizó el programa de diseño SolidWorks.

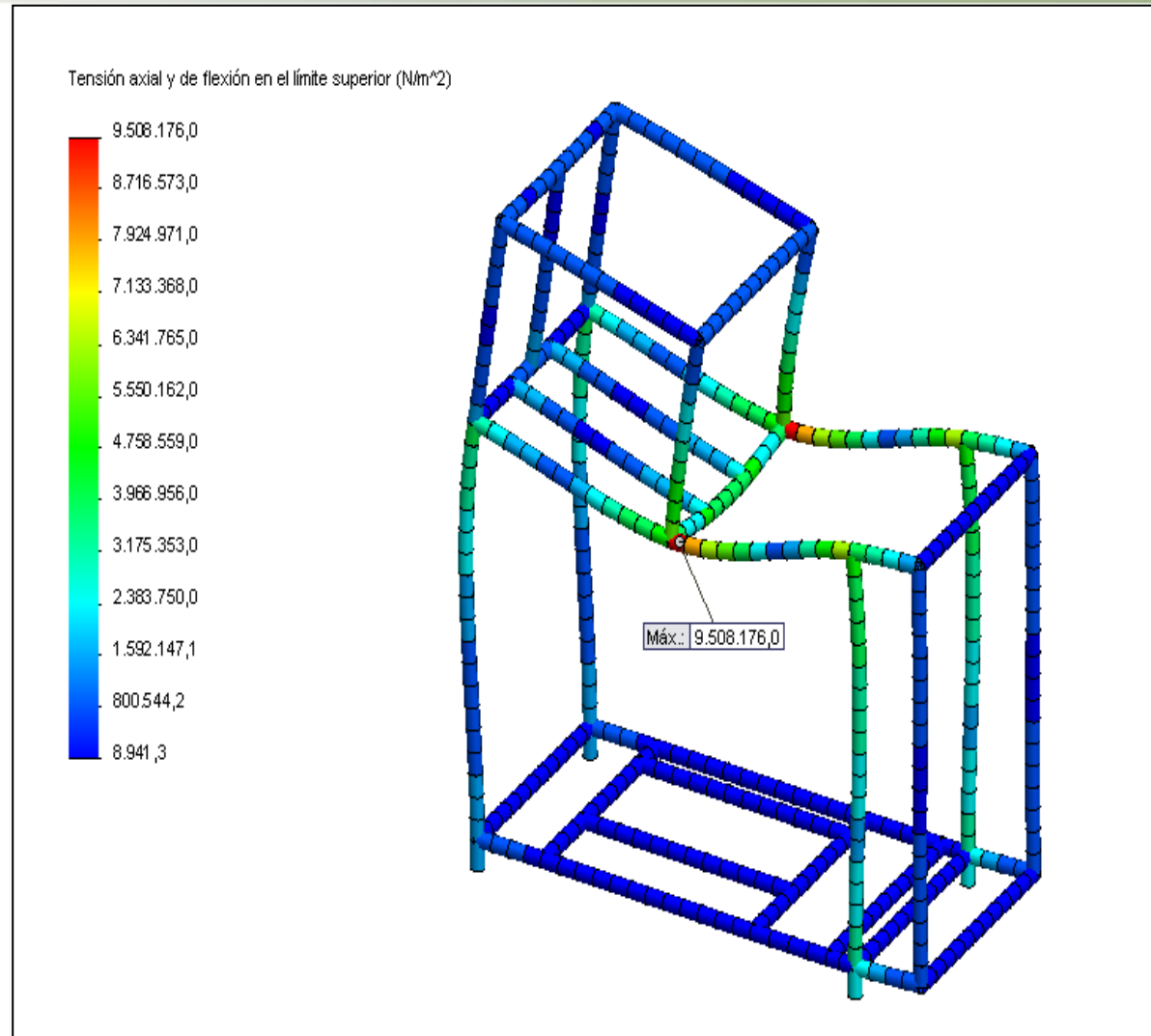
La construcción la realizamos con tubo cuadrado estructural de 1 ½ x 2 pulgadas de acero ASTM A 36, además tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPA (36 psi).



DISEÑO MECÁNICO

ESFUERZO

El acero ASTM A36 tiene un límite elástico de 250 MPa. El análisis realizado por el método de elementos finitos en el programa SOLIDWORKS 2013, nos dio como resultado un esfuerzo máximo de 9 MPa, lo que quiere decir que la estructura puede soportar más de 27 veces el esfuerzo.

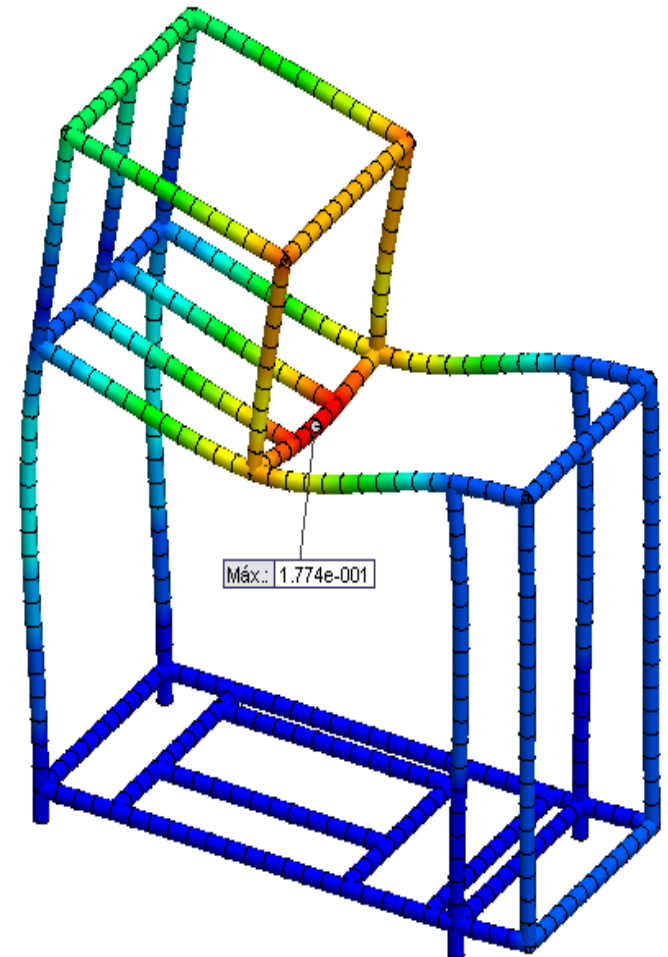
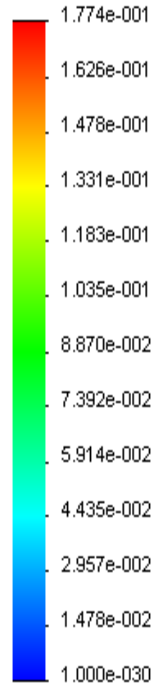


DISEÑO MECÁNICO

DESPLAZAMIENTOS

La estructura tiene un desplazamiento máximo de $1.77e-001$ mm, lo cual nos indica que tiene un desplazamiento ideal ya que se encuentra bajo el rango máximo que es $2e-011$.

URES (mm)

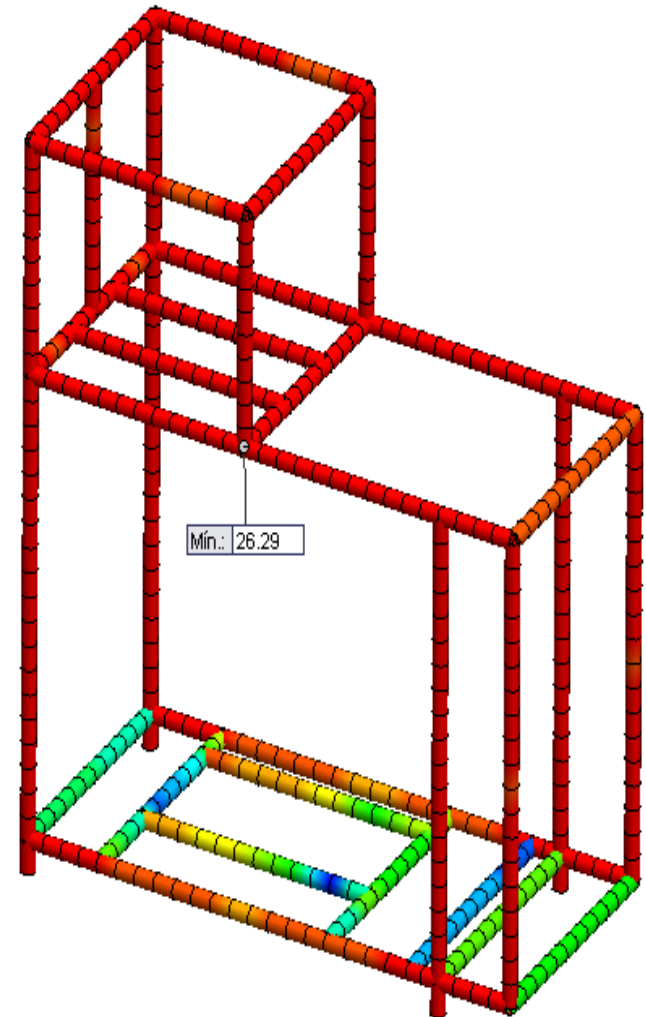


DISEÑO MECÁNICO

FACTOR DE SEGURIDAD

El factor de seguridad de la estructura mínimo es de 26, lo que es muy factible y eficiente. Interpretamos asimilando que la estructura soportara 26 veces el peso montado en ella.

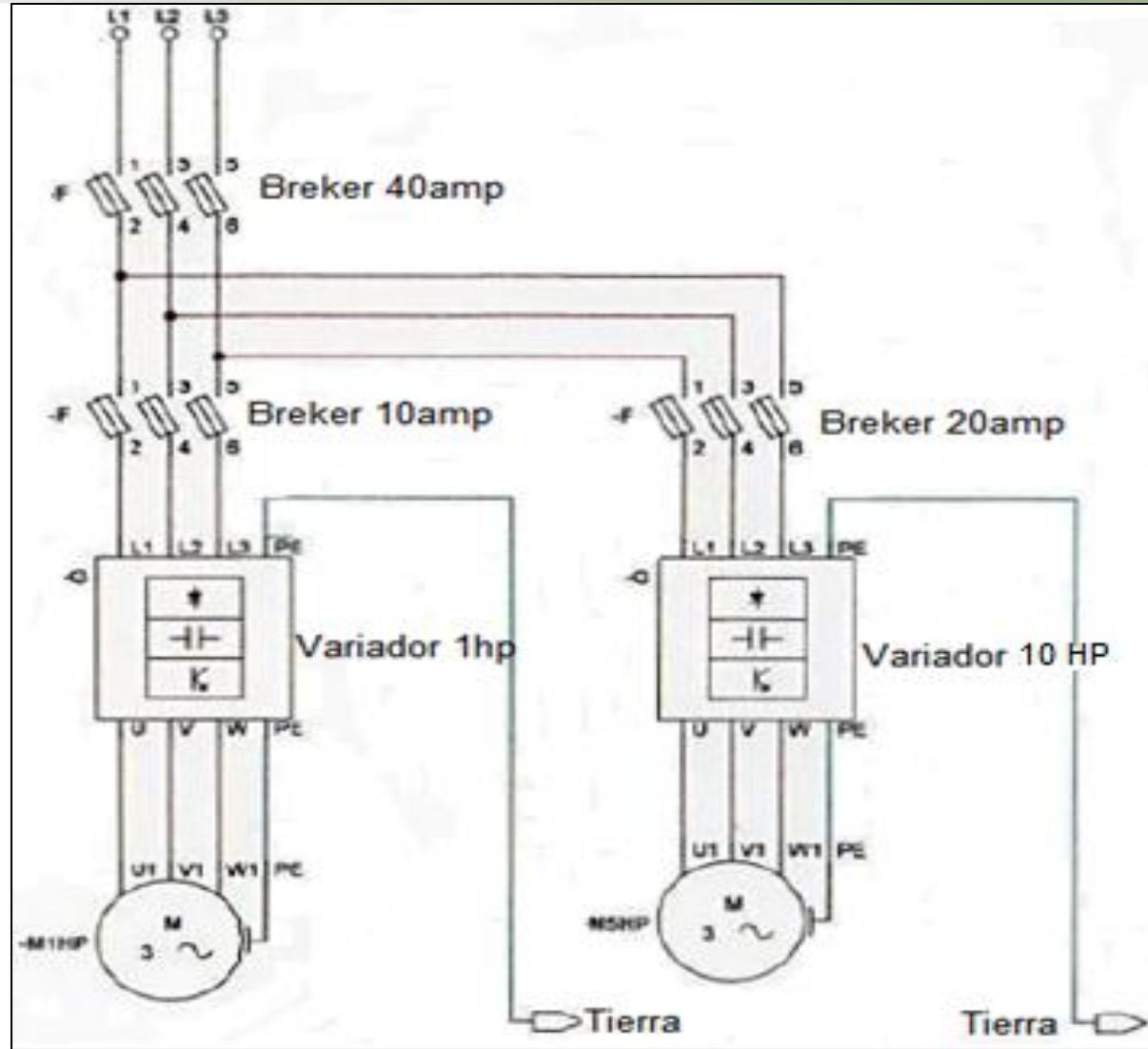
FDS



DISEÑO ELÉCTRICO

CIRCUITO DE FUERZA

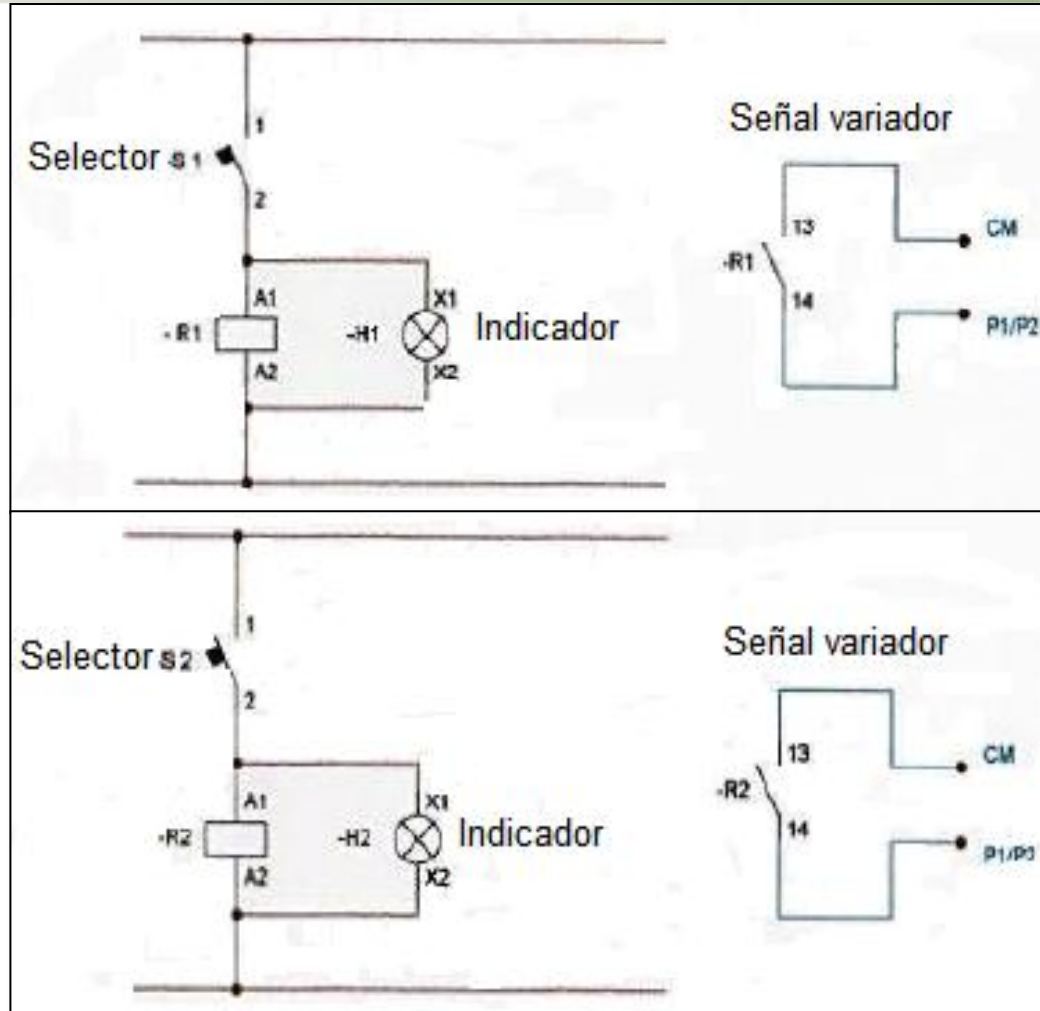
El circuito de fuerza se compone de fusibles, contactos de la línea y elementos calentadores de las protecciones térmicas. Por el circuito de fuerza la energía eléctrica de la corriente trifásica va al devanado del estator gobernado.



DISEÑO ELÉCTRICO

CIRCUITO DE CONTROL

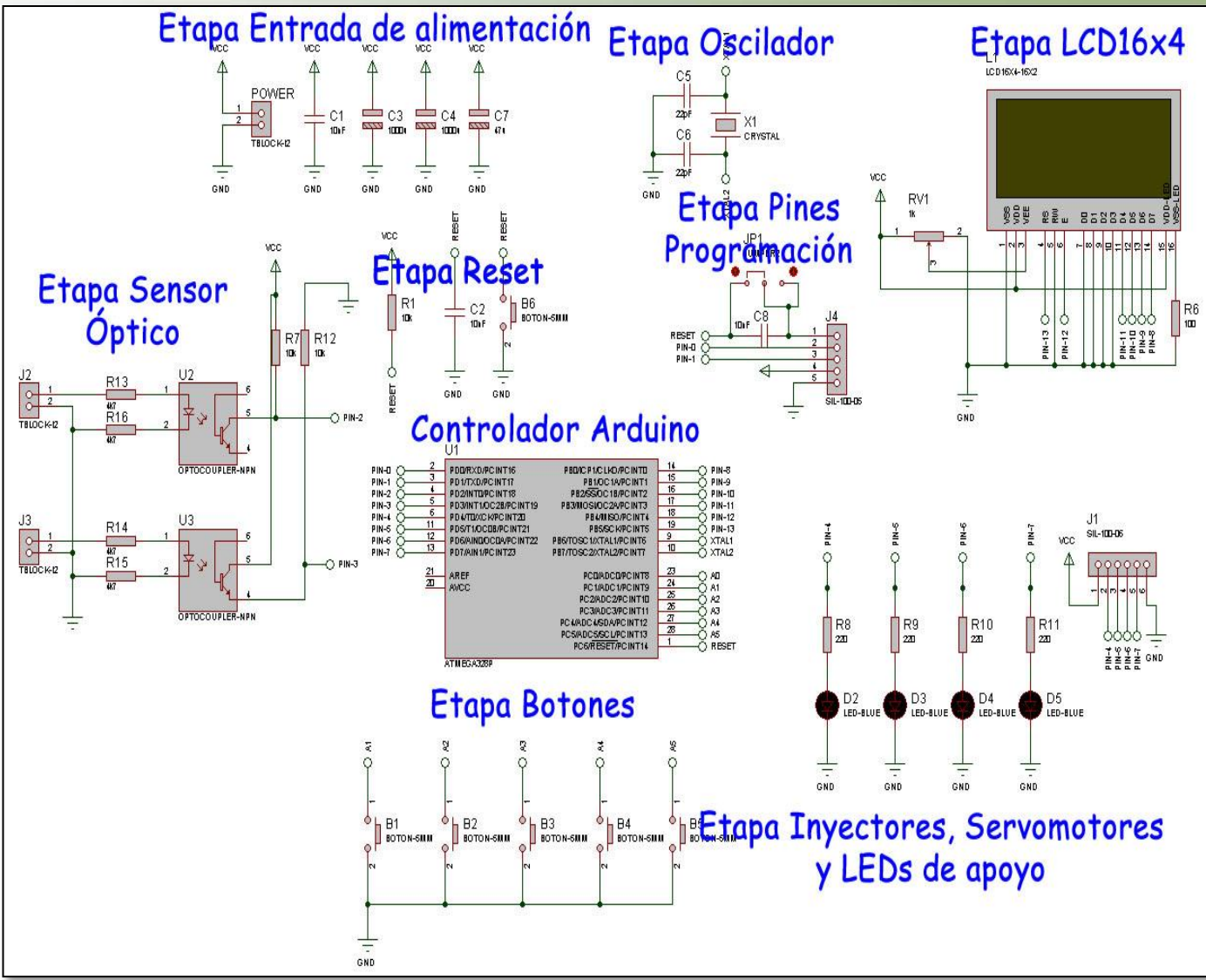
Nos ayuda a encender y apagar los variadores de frecuencia y los motores.



DISEÑO ELECTRÓNICO

TARJETA DE CONTROL

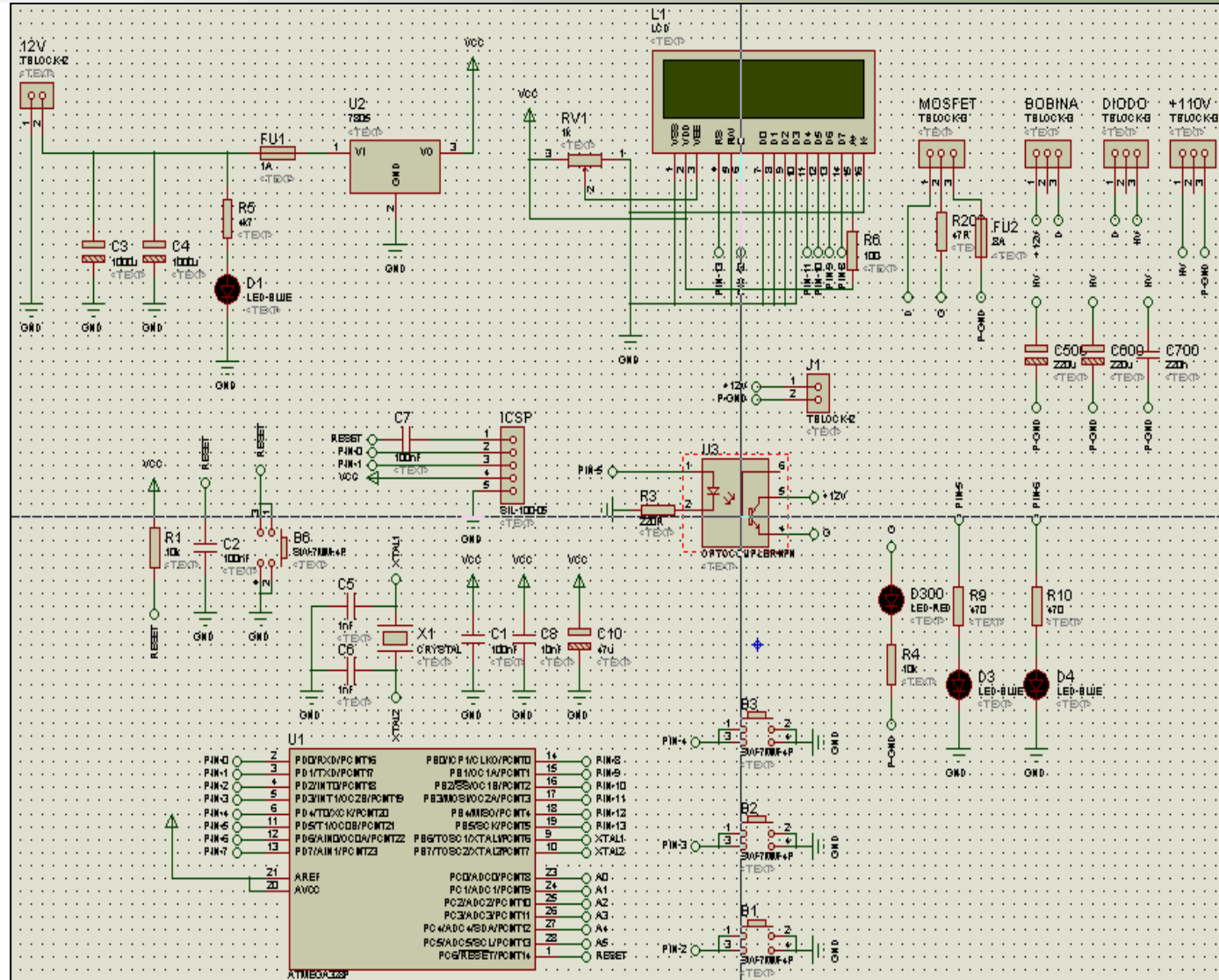
Controlará el ancho de pulso y el número de inyecciones.



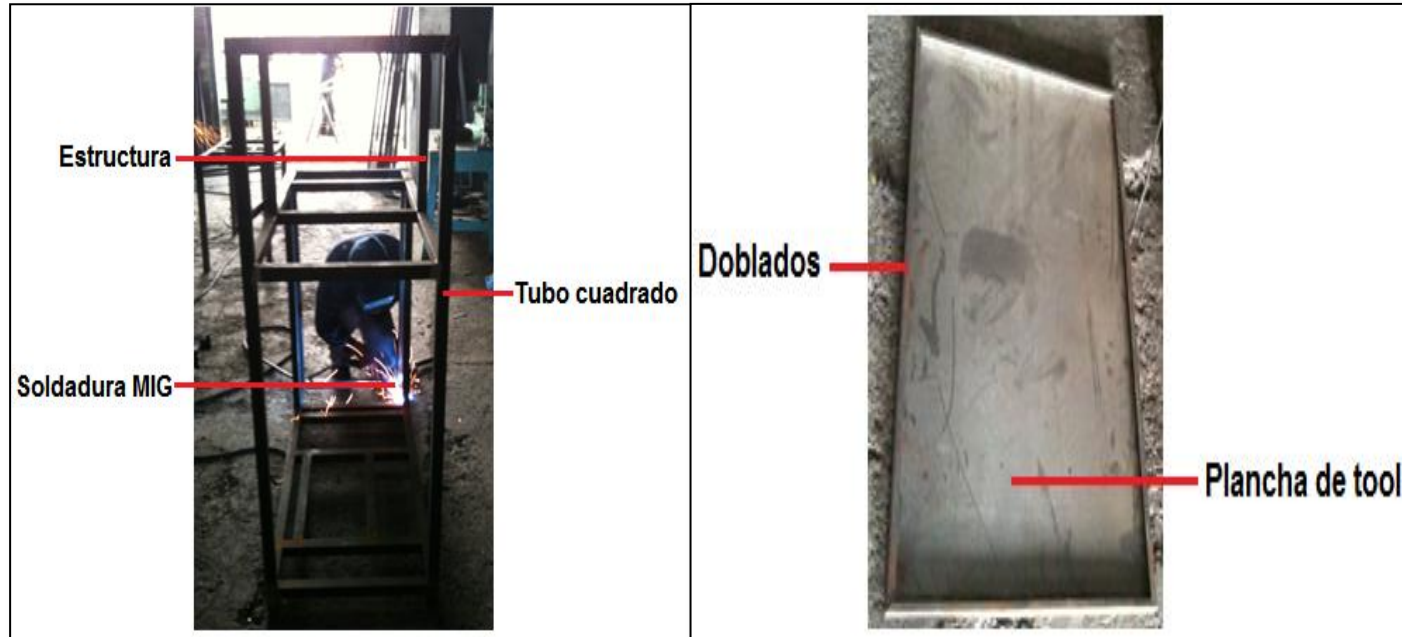
DISEÑO ELECTRÓNICO

TARJETA DE POTENCIA

Proporcionara 115 voltios a la bobina de los inyectores electrónicos E.U.I., Caterpillar serie 3500.



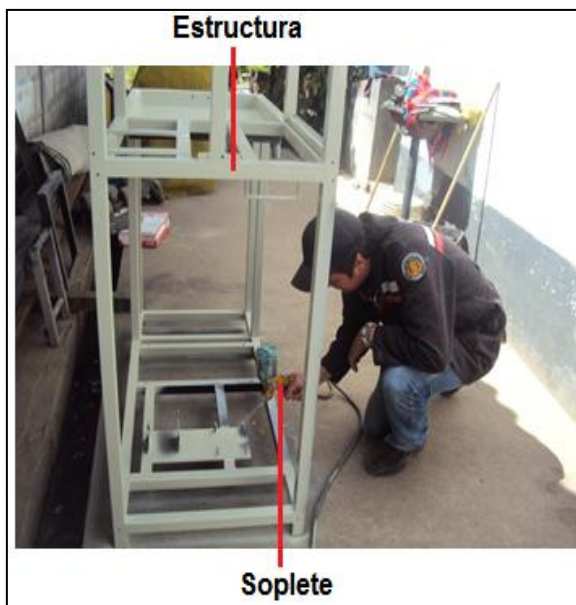
ESTRUCTURA METÁLICA Y CUBIERTA



Para la construcción de la estructura, se utilizó tubo estructural cuadrado cuyas medidas son de 40x40 mm y espesor 1.5 mm de acero ASTM A36.

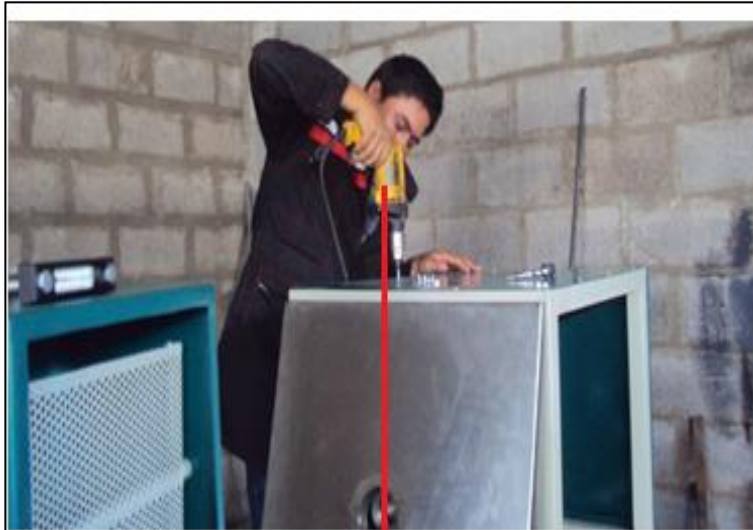
Para la cubierta se utilizó planchas de acero cuyas medidas fueron 2.40x1.22 metros y 2 mm de espesor de acero ASTM A36.

ACABADOS DE LA ESTRUCTURA



- Utilizamos pintura sintética automotriz de color crema.
- Pulimos todas las planchas especialmente en lugares soldados y en las esquinas.
- Lijamos todas las planchas para limpiar las suciedades y corrosión.

MONTAJE DE LA CUBIERTA Y ADITAMENTOS.



Taladro manual

Perforaciones

4 pernos por cada plancha en toda la estructura



Empernamiento

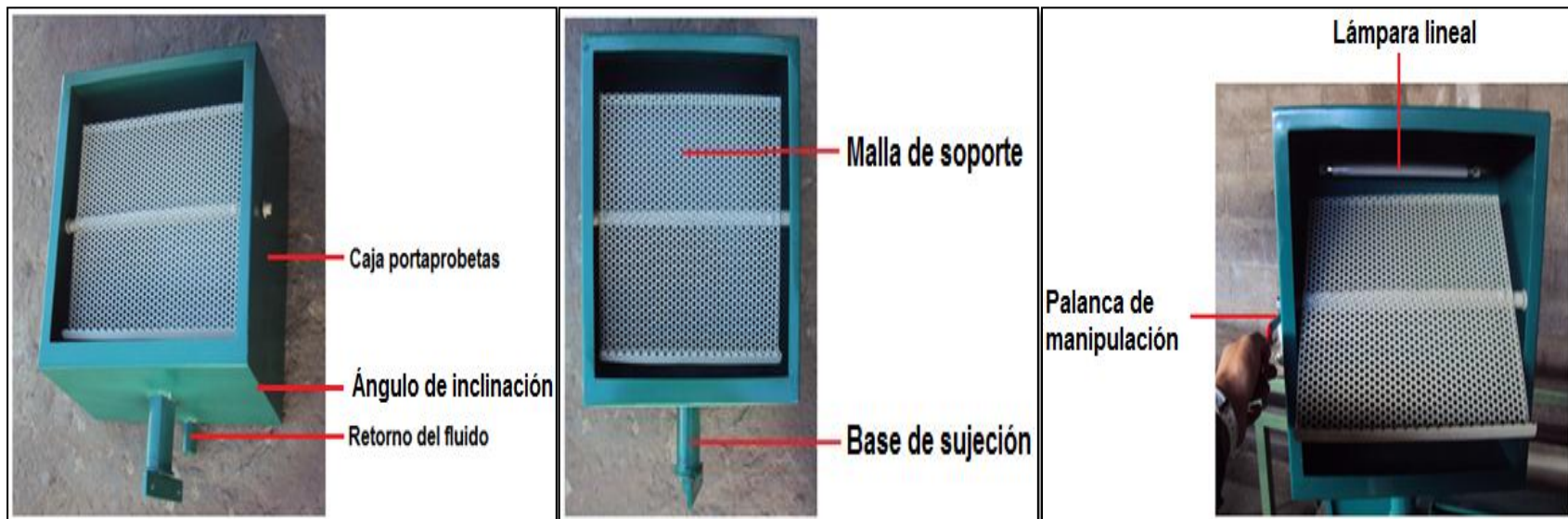


CONSTRUCCIÓN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE



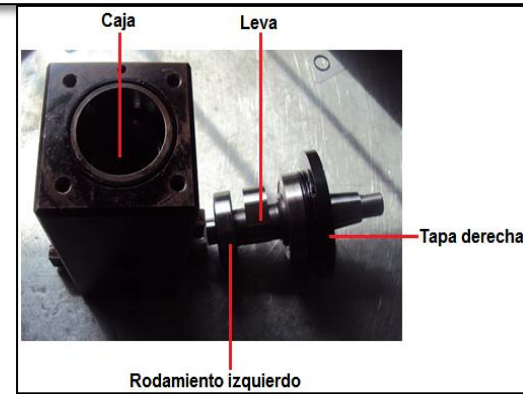
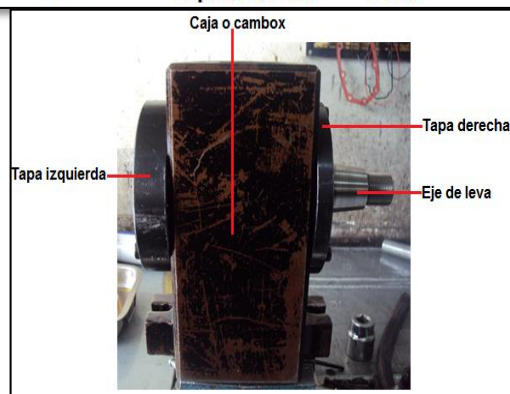
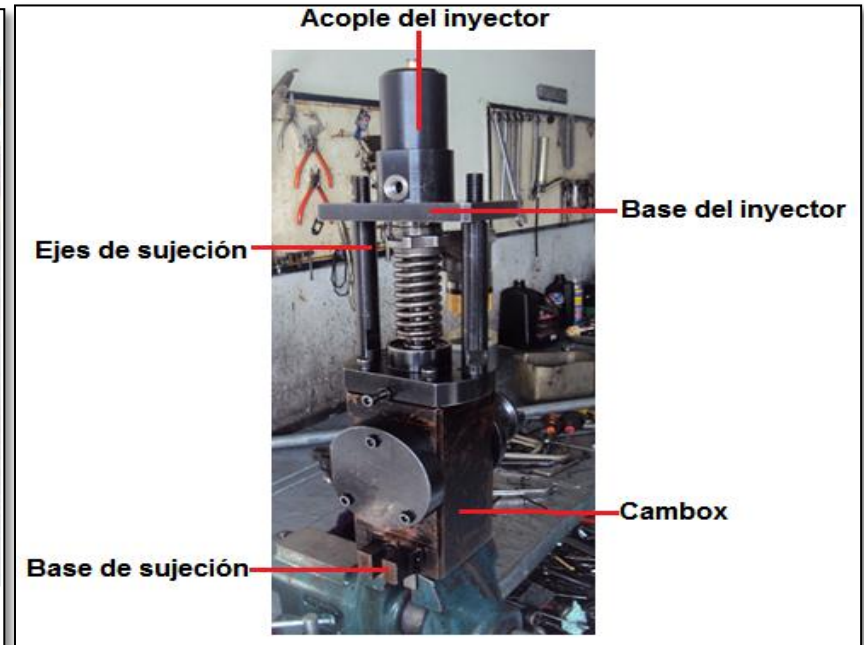
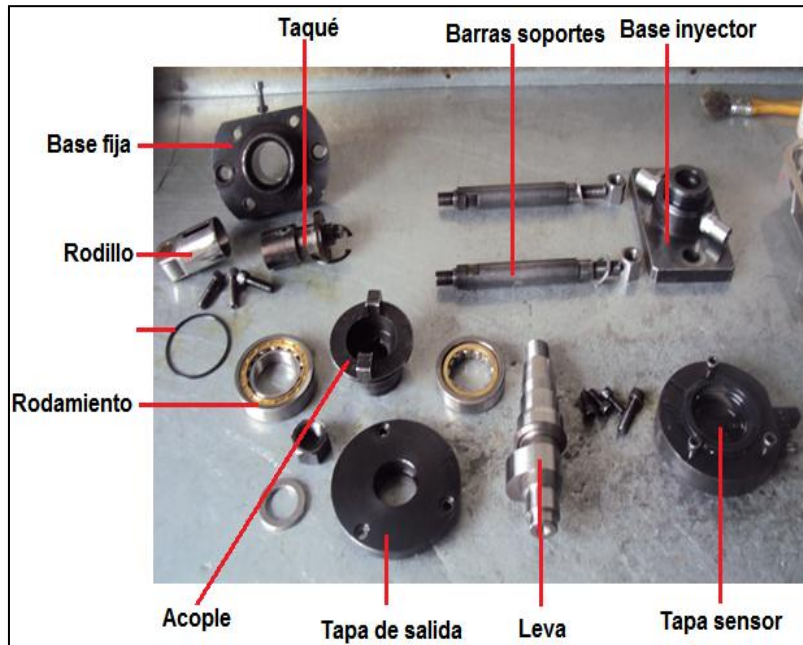
- Dimensiones: base 0.40 cm, altura 0.40 cm y profundidad 30 cm.
- Fabricado en acero ASTM A36.
- Capacidad de 48 litros
- El baffle esta localizado en la mitad del tanque a $2/3$ del nivel de aceite.

CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA PORTAPROBETAS

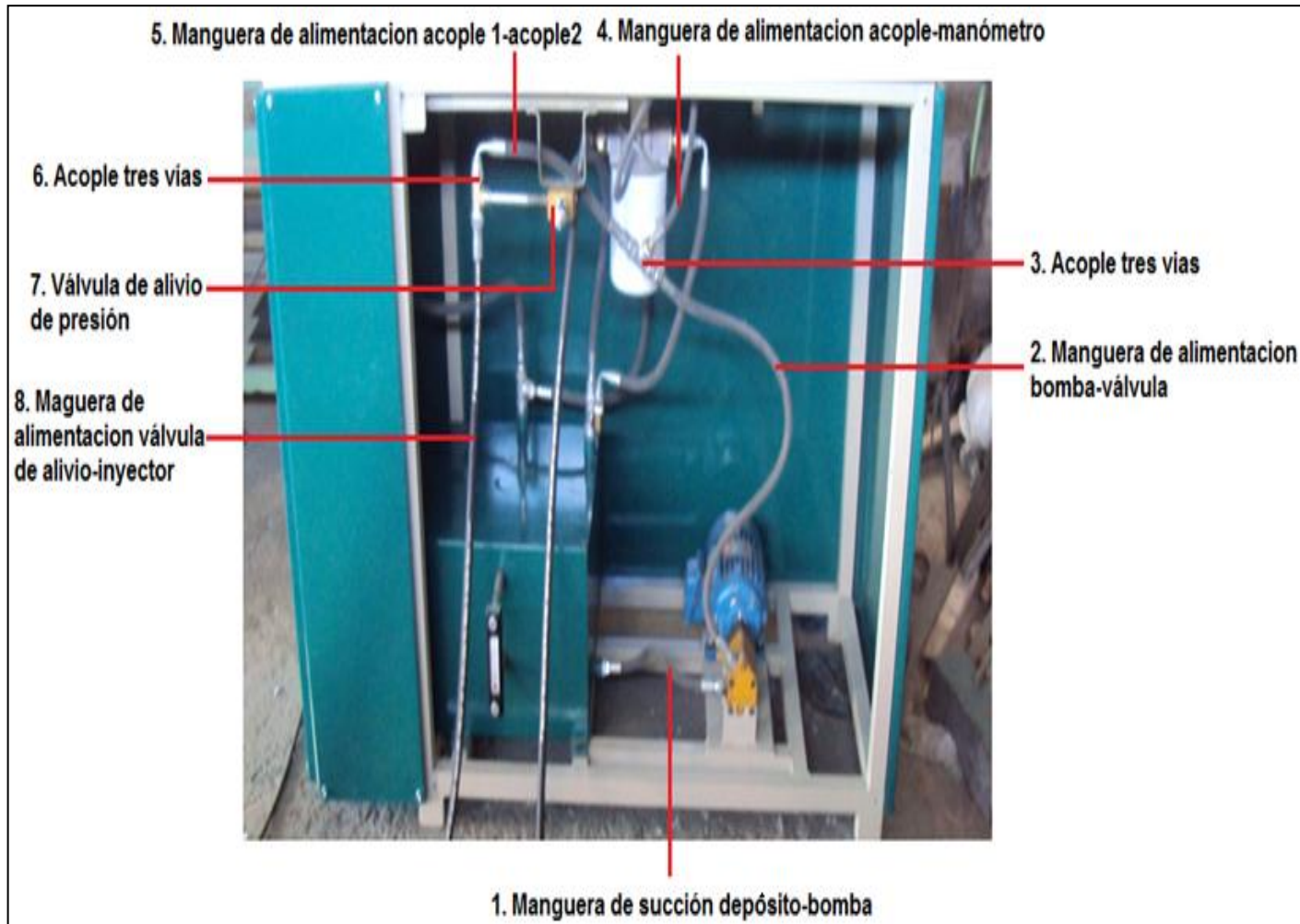


- Su estructura fue diseñada para tres probetas, tiene un ángulo de inclinación de 60 grados.
- La malla fue diseñada para que sea la base de las probetas.
- La palanca de manipulación hace posible el movimiento vertical.

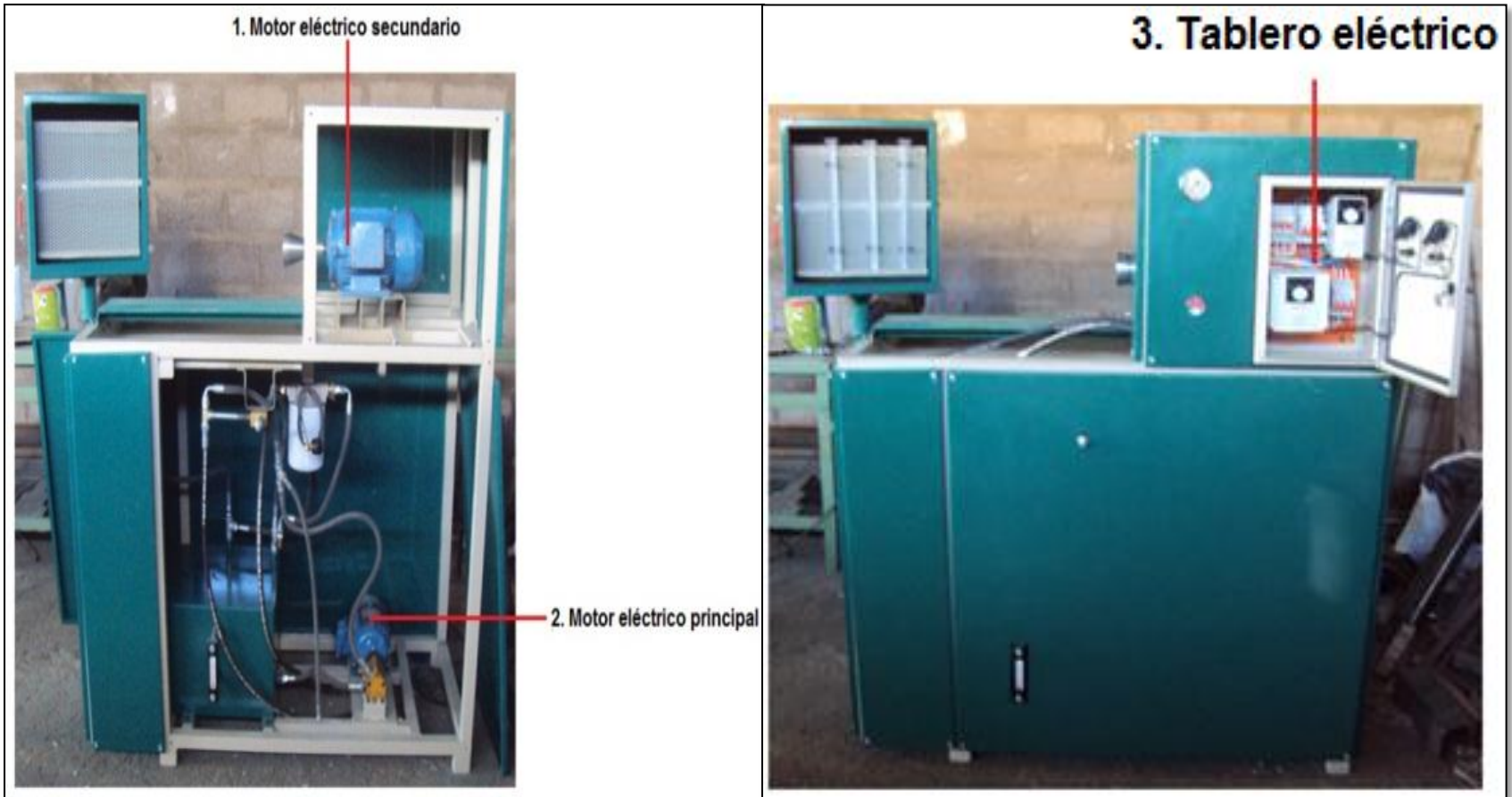
MONTAJE DEL CAMBOX



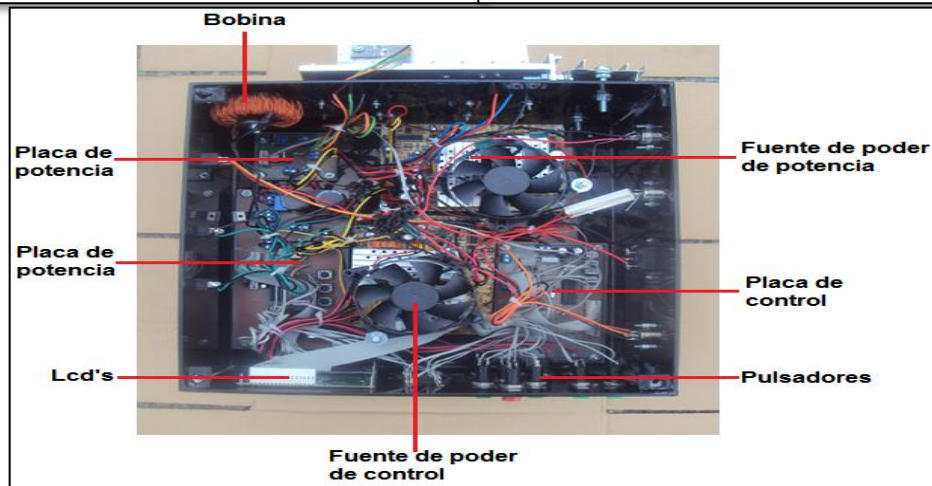
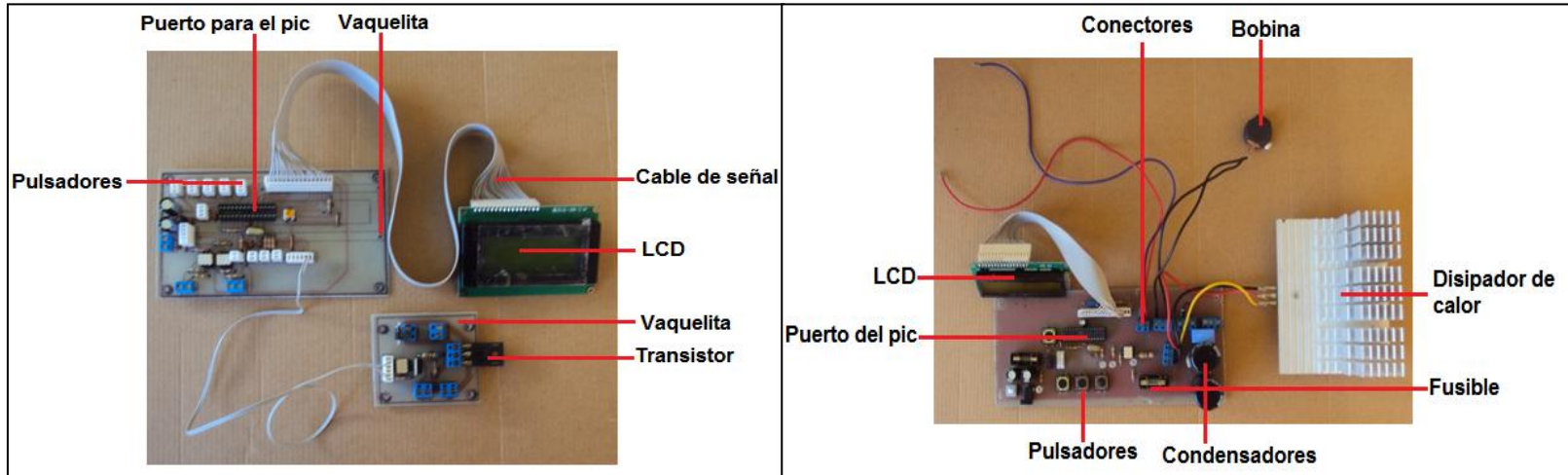
MONTAJE DEL SISTEMA HIDRÁULICO



MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO



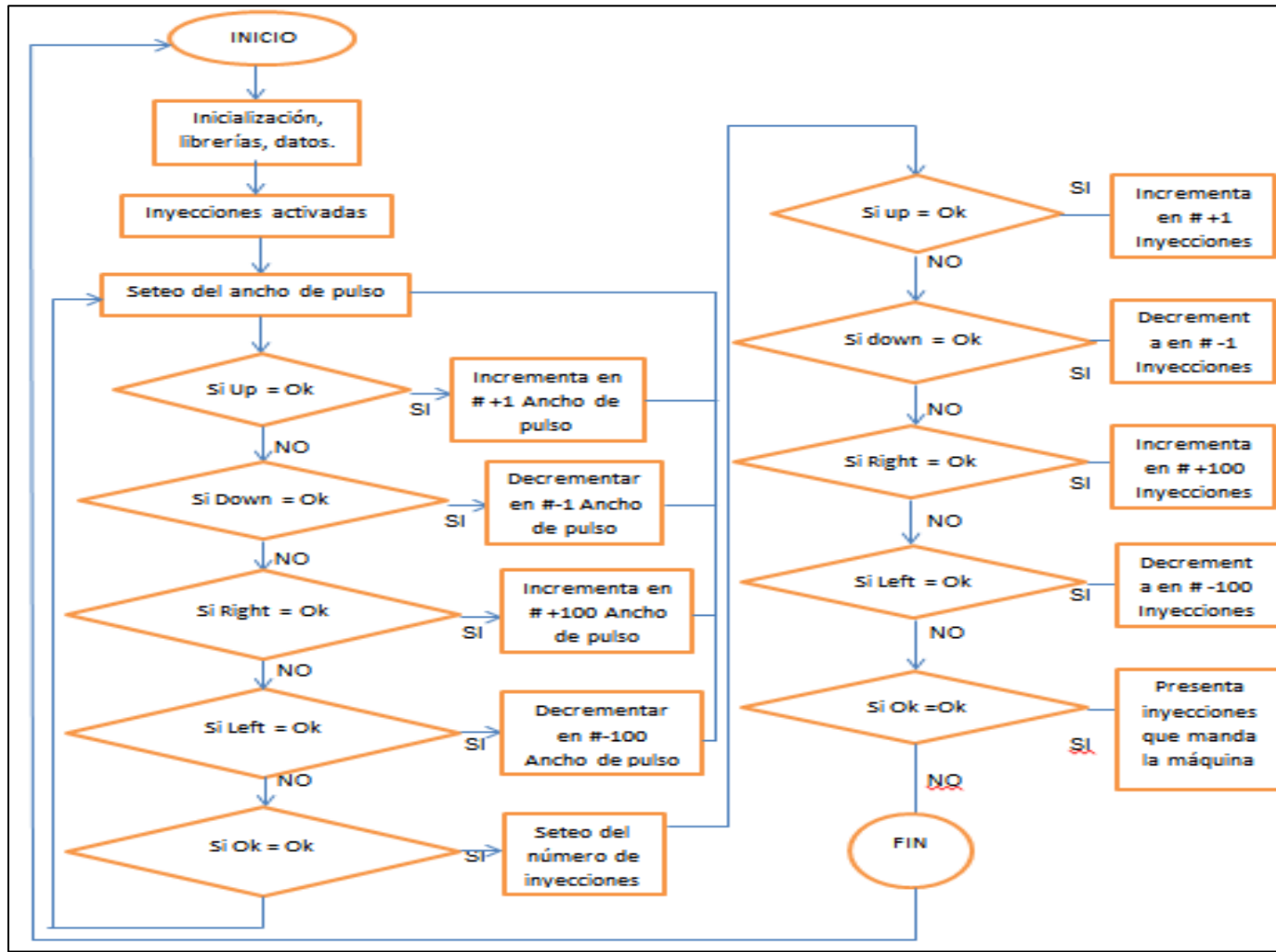
MONTAJE DEL SISTEMA ELECTRÓNICO



MONTAJE DEL SISTEMA ELECTRÓNICO



SECUENCIA LÓGICA DE OPERACIÓN



DATOS INICIALES DEL CAUDAL DEL INYECTOR M.U.I. y E.U.I., CATERPILLAR SERIE 3500

RS ROTH EQUIPOS PETROLEROS						
COMPROBACION DE INYECTORES EN EL BANCO						
TIPO DE INYECTOR: Mecánico M.U.I.				SERIE: 3516		
Nota	Inyector Nuevo					
Inspección Visual	Fracturado	Rosca Dañada	Atomización	Deformado	Erosionado	Caucho
	No	No	No	No	No	Buenos
	Pruebas	RPM	Número de Inyección	Presión (psi)	Avance Cremallera (mm)	Caudal (ml)
Prueba 1	Arranque	150	100	60	2.5	30
	Ralentí	300	100	60	2.5	53
	Media	450	100	60	2.5	50

RS ROTH EQUIPOS PETROLEROS						
COMPROBACION DE INYECTORES EN EL BANCO						
TIPO DE INYECTOR: Electrónico E.U.I.				SERIE: 3516		
Nota	Inyector Nuevo					
Inspección Visual	Fracturado	Rosca Dañada	Atomización	Deformado	Erosionado	Caucho
	No	No	No	No	No	Buenos
	Pruebas	RPM	Número de Inyección	Presión (psi)	Tiempo (ms)	Caudal (ml)
Prueba 1	Arranque	150	100	60	1.5	20
	Ralentí	300	100	60	1.5	40
	Media	450	100	60	1.5	35



DATOS DE LA PRÁCTICA REALIZADA AL INYECTOR M.U.I. Y E.U.I. CATERPILLAR SERIE 3500

RS ROTH EQUIPOS PETROLEROS						
COMPROBACIÓN DE INYECTORES EN EL BANCO						
TIPO DE INYECTOR: Mecánico			SERIE: 3516			
Nota	Inyector usado					
Inspección Visual	Fracturado	Rosca Dañada	Atomización	Deformado	Erosionado	Cauchos
	No	No	No	No	No	Malos
	Pruebas	RPM	Número de Inyección	Presión (psi)	Avance Cremallera (mm)	Caudal (ml)
Prueba 2	Arranque	150	100	60	2.5	20
	Ralentí	300	100	60	2.5	29
	Media	600	100	60	2.5	25

RS ROTH EQUIPOS PETROLEROS						
COMPROBACIÓN DE INYECTORES EN EL BANCO						
TIPO DE INYECTOR: Electrónico			SERIE: 3516			
Nota	Inyector usado					
Inspección Visual	Fracturado	Rosca Dañada	Atomización	Deformado	Erosionado	Cauchos
	No	No	No	No	No	Buenos
	Pruebas	RPM	Número de Inyección	Presión (psi)	Tiempo (ms)	Caudal (ml)
Prueba 1	Arranque	150	100	60	1.5	5
	Ralentí	300	100	60	1.5	70
	Media	600	100	60	1.5	90



ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS

- Los inyectores se encuentran en mal estado ya que el caudal llenado no se aproxima a los valores tomados de referencia de los inyectores nuevos.
- El inyector presenta un desgaste en el elemento o plunyer el cual a través de su desgaste proporciona menos potencia para la inyección que se da internamente en el inyector, todo esto ocasiona que el caudal llenado en la probeta no se aproxime a los datos del inyector nuevo.
- Los cauchos se encontraron en mal estado lo cual se procedió a cambiarlos completamente nuevos.
- La válvula solenoide de los dos tipos de inyectores se encuentran en buen estado de funcionamiento pueden seguir trabajando.
- No presenta fallas en deformación, erosión, atomización, tampoco fracturas y rosca dañada, todo se encontró en buen estado.



CONCLUSIONES

- **La implementación del comprobador de inyectores E.U.I. y M.U.I., para la Compañía de Alquiler y Suministro Petrolero Rs Roth S.A., se considera un aporte trascendental para la colectividad, 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, siendo un proyecto aplicable para un taller de mantenimiento y reparación diesel.**
- **Una vez realizadas las pruebas a los inyectores nuevos los caudales medidos en las probetas son 100% eficientes, respecto a las características y parámetros de operación del inyector, garantizando una excelente eficiencia y trabajo.**

CONCLUSIONES

- **Analizamos que el cambox es un dispositivo mecánico de simple manejo para probar inyectores bomba (CATERPILLAR), el cual simula que se encuentra el inyector trabajando en los cabezotes del motor, con la ventaja que se lo puede montar en cualquier banco clásico y de cualquier fabricante.**
- **Gracias al uso de los conversores DC-DC en la placa de potencia del módulo electrónico, pudimos transformar corriente continua de una tensión a otra, pudiendo obtener el voltaje de 115 voltios para la activación de la bobina del inyector electrónico E.U.I., y así poder cerrarla para que se produzca la alta presión dentro del inyector y pueda pulverizar en el cilindro.**



CONCLUSIONES

- **Para la programación usamos el hardware arduino siendo una plataforma basada en una pequeña placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales, favoreciéndonos para poder usar el Microcontrolador Atmega 8 un chip sencillo y de bajo costo que nos permitió desarrollar nuestro diseño en las placas de control y de potencia correspondientes al módulo electrónico.**
- **El comprobador de inyectores es un 99% conveniente debido a las facilidades de manejo que el comprobador presenta y sobre todo a su bajo costo económico que es de 5000 dólares americanos comparado con los equipos convencionales alemanes o bancos chinos los que están entre 25000 y 120000 dólares americanos.**

RECOMENDACIONES

- **Para todas las pruebas realizadas tomar en cuenta que la diferencia de nivel de cada medida depositada en las probetas debe estar en un rango de 10% de nivel para que el inyector se encuentre en buen estado, comparando con los valores de los inyectores nuevos.**
- **Cuando el sistema hidráulico no trabaja, aliviar la presión a través de las válvulas de alivio al tanque, para evitar el consumo innecesario de potencia.**
- **Para programar las revoluciones necesarias en los variadores de frecuencia, tenemos que apagar el variador, seleccionamos los datos de las revoluciones y presionamos doble enter para que se pueda grabar en el driver de la memoria del variador.**

RECOMENDACIONES

- **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 combustible.**
- **No encender el equipo de diagnóstico, sin antes ajustar el cambox a la base-yunque del comprobador.**
- **Verificar que se encuentre bien acoplado el cambox con el eje del motor eléctrico por medio del matrimonio.**
- **Después de cada prueba apagar el módulo E.U.I., para evitar que se recaliente.**

GRACIAS POR SU ATENCIÓN



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA