

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

Álvaro Guzmán¹ Luis Mena² Juan Rocha³

¹²³Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Latacunga, Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador

Email: alvarogonzaloguzman1988@yahoo.es, lamena@espe.edu.ec, jhonroch23@yahoo.es

RESUMEN.

El presente artículo muestra el diseño y construcción de un comprobador de inyectores de grupos electrógenos de motor serie 3500 Caterpillar.

Se describen los parámetros a tomar en consideración para su diseño, los componentes a usar durante la construcción del comprobador.

ABSTRACT.

I. INTRODUCCIÓN.

En nuestro ámbito de estudio se encuentra muy limitada la información sobre el diseño y construcción de comprobadores de inyectores E.U.I y M.U.I de motor serie 3500 CATERPILLAR,

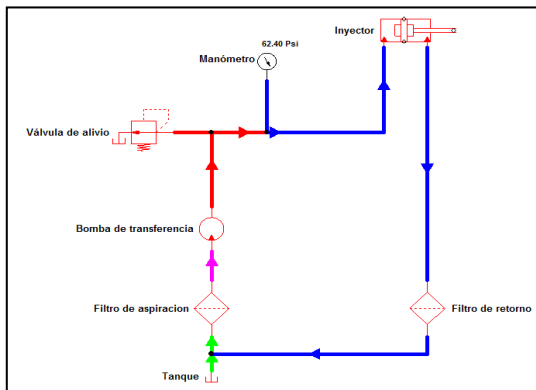
lo que nos lleva a desarrollar este proyecto tomando en consideración todos los factores que influyen en su funcionamiento de acuerdo al campo sobre el cual se va a desempeñar y obviamente estando en capacidad de desarrollarlo.

Prácticamente, este proyecto no existe en nuestro país, es por eso que la Compañía de Alquiler y Suministro Petrolero RS ROTH, necesita de este equipo, con el objetivo principal de facilitar el diagnóstico de los inyectores E.U.I y M.U.I en la misma empresa.

II. DISEÑO HIDRÁULICO.

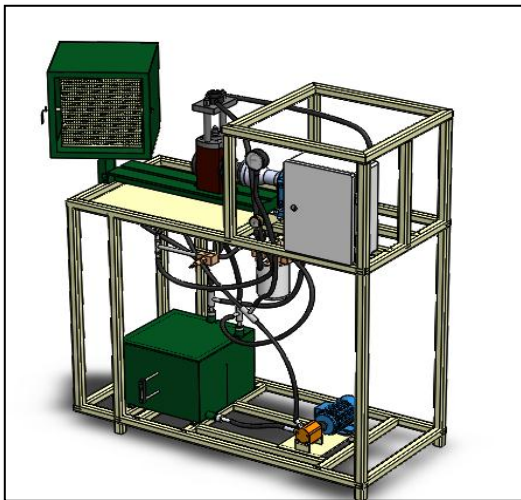
El diseño lo realizamos con la ayuda de Automación Studio 5.2. Usaremos un tanque de 48 litros, una bomba de transferencia de 21 lt/min, un filtro de aspiración de 25 μ m, un filtro de retorno de 125 μ m, una válvula reguladora de

presión de 50-300 psi, mangueras hidráulicas de 300 psi.



II. DISEÑO MECÁNICO.

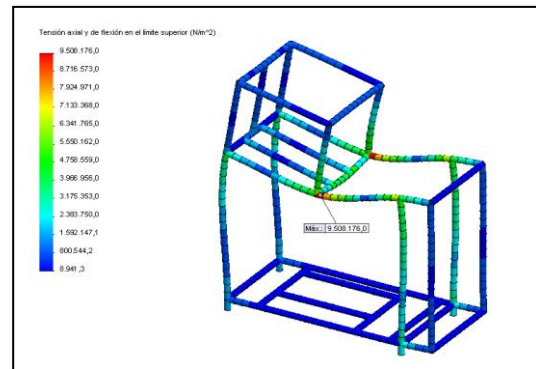
Para el diseño mecánico de la estructura del banco de pruebas E.U.I. y M.U.I., se utilizó el programa de diseño SolidWorks, el cual permite el desarrollo de diseños y nos permite realizar cálculos rápidos y exactos.



a. ESFUERZOS.

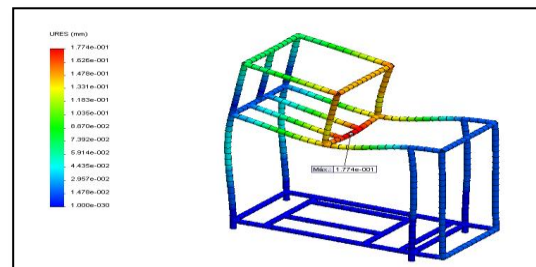
El acero ASTM A36 tiene un límite elástico de 250 MPa. El análisis realizado

por el método de elementos finitos en el programa SOLIDWORKS 2013, para este análisis utilizamos un tipo de malla de viga y un número total de nodos de 584, además un número total de elementos de 478, este análisis 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.



b. DESPLAZAMIENTOS.

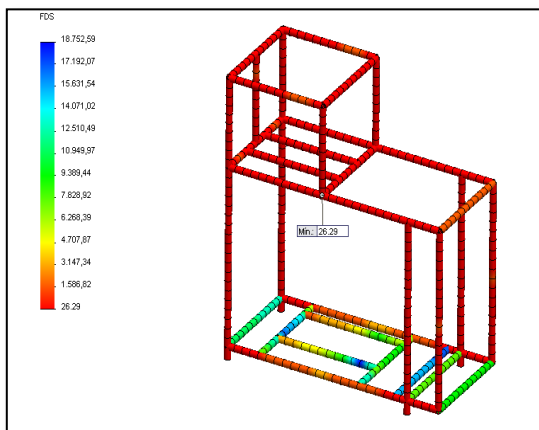
La estructura tiene un desplazamiento máximo de 1.77e-001 mm, lo cual nos indica que tiene un desplazamiento ideal ya que se encuentra bajo el rango máximo que es 2e-011.



c. FACTOR DE SEGURIDAD.

El factor de seguridad de la estructura mínimo es de 26, lo que es muy factible y

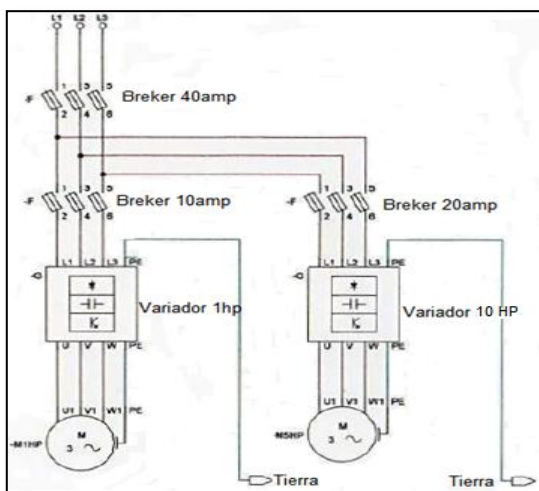
eficiente. Podemos interpretarlo asimilando que la estructura soportara 26 veces el peso montado en ella.



III. DISEÑO ELÉCTRICO.

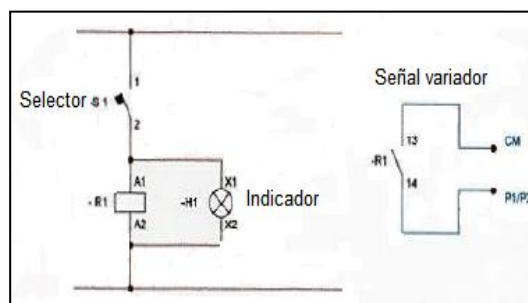
a. CIRCUITO DE FUERZA.

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.



b. CIRCUITO DE CONTROL.

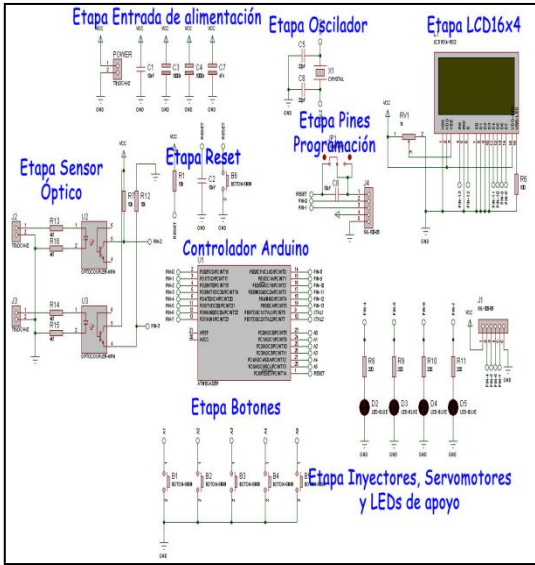
El circuito de mando del arrancador se compone de un cuadro de dos botones: (arranque) y (stop), que conecta la bobina del interruptor magnético el bloque de contacto y los contactos de la protección térmica, el circuito de mando sirve para gobernar el variador.



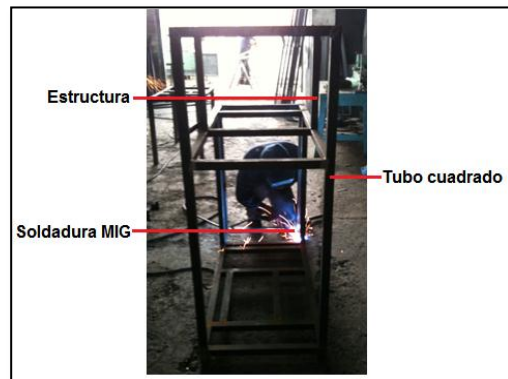
IV. DISEÑO ELECTRÓNICO.

Se implementaron 8 partes bien definidas que son:

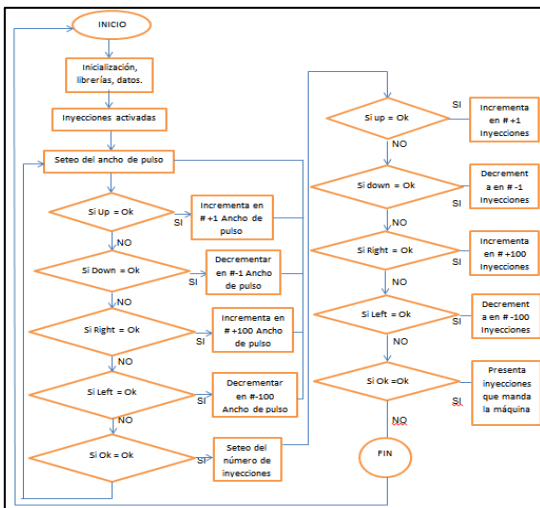
- Entrada de alimentación.
- Oscilador 16MHz.
- Botón de reseteo.
- Visualizador LCD de 16x4 presenta información.
- Zócalo de programación.
- Entrada para Sensor óptico.
- Botonera.
- Salidas para inyector, servomotor y led's de apoyo.



medidas son de 40x40 mm y espesor 1.5 mm de acero ASTM 569.



A continuación vamos a revisar el diagrama de flujos lógico correspondiente a la forma de trabajo del módulo electrónico.



V. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL COMPROBADA DE INYECTORES.

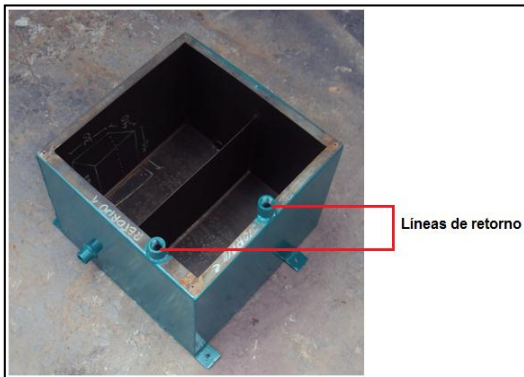
a. ESTRUCTURA METÁLICA.

Para la construcción de la estructura, se utilizó tubo estructural cuadrado cuyas

b. CONSTRUCCIÓN DEL DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.

La forma del tanque es rectangular con las siguientes dimensiones: base 0.40 cm,

altura 0.40 cm y profundidad 30 cm,
fabricado en acero ASTM A36.

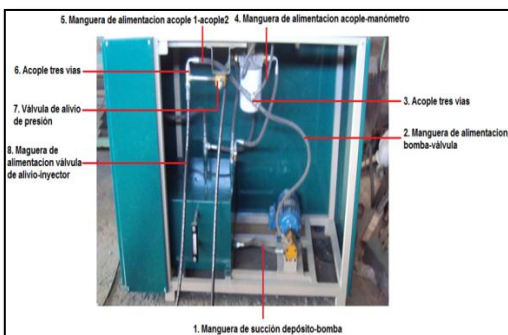


c. CONSTRUCCIÓN DEL PORTAPROBETA.

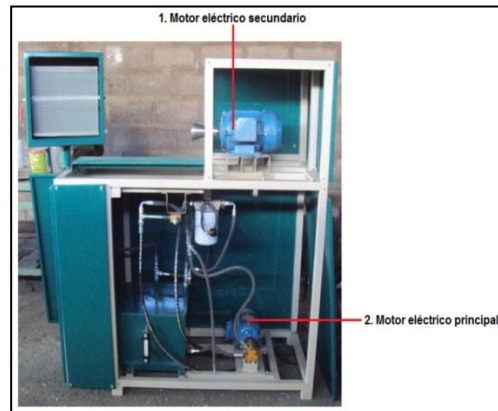
Su estructura fue diseñada para tres probetas, tiene un ángulo de inclinación de 60 grados para que pueda recogerse adecuadamente el fluido y retorne al tanque.



d. MONTAJE DEL SISTEMA HIDRÁULICO.



e. MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO.

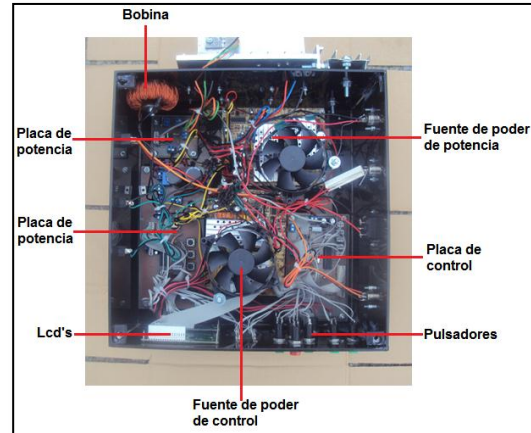
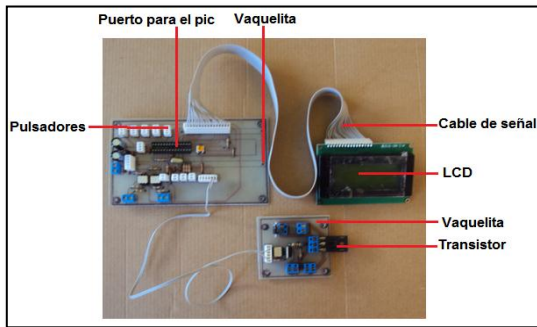


f. MONTAJE DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.

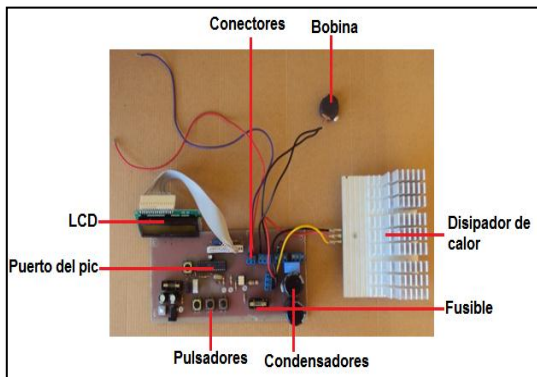
El montaje del sistema electrónico lo realizamos en una caja de acrílico, el motivo fue aislar rotundamente todas las placas de la parte metálica para evitar cortocircuitos.



g. PLACAS DE POTENCIA.



h. PLACAS DE CONTROL.



i. MONTAJE DE LAS FUENTES DE PODER Y PLACAS.

Vista superior de la parte interna de la caja de acrílico, donde observamos, dos fuentes de poder, una placa de control, una placa de potencia, una bobina, cables, pulsadores, ventiladores, los cuales vamos a detallar en la figura.

VI. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

- Vamos a realizar tres pruebas importantes en el caso del inyector electrónico E.U.I.:

La prueba de arranque, se la realiza a 150 rpm, 1.5 ms, 40% (115v), y 100 inyecciones.

La prueba de ralentí, se la realiza a 300 rpm, 1.5 ms, 40% (115v), y 100 inyecciones.

La prueba de media carga, se la realiza a 450 rpm, 1.5 ms, 40% (115v), y 100 inyecciones.

- Vamos a realizar tres pruebas importantes en el caso del inyector mecánico M.U.I.:

La prueba de arranque, se la realiza a 150 rpm, 2.5 cm avance de cremallera, y 100 inyecciones.

La prueba de ralentí, se la realiza a 300 rpm, 2.5 cm avance de cremallera, y 100 inyecciones.

La prueba de media carga, se la realiza a 450 rpm, 2.5 cm avance de cremallera, y 100 inyecciones.

VII. DATOS INICIALES DEL CAUDAL MEDIDO A LOS INYECTORES NUEVOS E.U.I. y M.U.I., CATERPILLAR SERIE 3500.

Realizadas las pruebas a los inyectores nuevos, con los resultados del caudal medido tomaremos de referencia para comparar a los inyectores usados y verificar su estado.

RS ROTH EQUIPOS PETROLEROS						
COMPROBACIÓN DE INYECTORES EN EL BANCO						
TIPO DE INYECTOR: Mecánico M.U.I. SERIE: 3516						
Nota	Inyector Nuevo					
	Pruebas	RP M	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						
COMPROBACIÓN DE INYECTORES EN EL BANCO						
TIPO DE INYECTOR: Electrónico E.U.I. SERIE: 3516						
Nota	Inyector Nuevo					
	Pruebas	RP M	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

VIII. 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.

- La investigación y el asesoramiento de varias empresas expertas en el área de sistemas diesel como GALARDIESEL, RS ROTH S.A., fueron primordial en la construcción de este proyecto de tesis, ya que la información proporcionada fue de gran ayuda.
- 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.
- 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.

- La selección y el diseño de la parte mecánica fue indispensable para poder lograr obtener un comprobador con suficiente peso y robusto, es decir muy estable cuando empieza a trabajar.
- 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.

- 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 uso de los variadores de frecuencia nos ayudó a obtener un sistema para el control de la velocidad rotacional de los motores eléctricos trifásicos utilizados en nuestro comprobador, por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor hace posible que el operario pueda aumentar o disminuir las revoluciones que serán necesarias variar en las pruebas de arranque, ralentí, y media carga.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Farrango, R. (2005). Circuitos Neumáticos Eléctricos e Hidráulicos. España: Marcombo.
- Mott, R. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas (4ta ed.). México: Pearson Education.
- Roldan, J. (1998). Neumática Hidráulica y Electricidad Aplicada (6ta ed.). Madrid, España: Paraninfo.
- Villalba, C. (2011). Metodología de la Investigación Científica. Ecuador: Sureditores.

BIBLIOGRAFÍA



Álvaro Guzmán, nació en Ibarra, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como jefe en mantenimiento de maquinaria pesada.



Luis Mena, nació en Ambato, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, sus estudios universitarios los realizó en la EX-URSS Universidad "Amistad de Los Pueblos" de MOSCÚ, Facultad de Termodinámica y Motores Térmicos, Docente tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército desde 1989, Imparte servicios de asesoramiento capacitación en Diseño Construcción y Mantenimiento en Motores de Combustión Interna Diesel-Gasolina.



Juan Carlos Rocha, nació en Quito, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, dispone estudios de Posgrado en Sistemas Automotrices, Autotrónica, Docencia Universitaria, Docente Tiempo Parcial en la Escuela Politécnica del Ejército desde 2008. Dedicado a servicios de asesoramiento y capacitación en el campo automotriz.

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN

FECHA RECEPCIÓN:	21-02-2014
FECHA ACEPTACIÓN:	24-02-2014
REVISADO POR:	Ing. Luis Mena Ing. Juan Rocha