

BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBA MECÁNICA
DIESEL

AUTOR: VICTOR VALENCIA OSORIO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE MECÁNICA

MECÁNICA AUTOMOTRIZ

MEDELLÍN, ANTIOQUIA

03 DE JUNIO DEL 2014

BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBA MECÁNICA
DIESEL

AUTOR: VICTOR VALENCIA OSORIO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE MECÁNICA

MECÁNICA AUTOMOTRIZ

MEDELLÍN, ANTIOQUIA

03 DE JUNIO DEL 2014

BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBA MECÁNICA
DIESEL

AUTOR: VICTOR VALENCIA OSORIO

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE MECÁNICA

MECÁNICA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO
DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

ASESOR LUIS GUILLERMO VÁSQUEZ PANIAGUA

MEDELLÍN, ANTIOQUIA

03 DE JUNIO DEL 2014

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRDUCCIÓN..... | 7 |
| DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | 8 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 9 |
| OBJETIVO GENERAL | 10 |
| Objetivos específicos..... | 10 |
| REFERENTES TEÓRICOS | 11 |
| Historia motor diesel..... | 11 |
| Principio de funcionamiento de un motor diesel | 11 |
| Ciclos del motor diesel..... | 11 |
| Carrera de admisión..... | 12 |
| Carrera de compresión..... | 12 |
| Carrera de combustión..... | 12 |
| Carrera de escape..... | 13 |
| SISTEMAS DE INYECCIÓN | 14 |
| Elementos que constituyen el sistema de inyección..... | 14 |
| Filtro: | 14 |
| Pre filtro: | 14 |
| BOMBA DE INYECCIÓN:..... | 15 |
| Bombas de inyección individuales PF | 15 |
| Inyectores:..... | 16 |
| Toberas: | 17 |
| Tipos de inyectores:..... | 18 |
| Inyectores mecánicos:..... | 18 |
| Inyectores de orificios:..... | 18 |
| Inyectores del taladro ciego:..... | 18 |

| | |
|--|----|
| Inyector de taladro en asiento: | 18 |
| Uso y pruebas de inyectores: | 19 |
| PLANTA DE EMERGENCIA: | 21 |
| Qué es | 21 |
| para qué se usa: | 21 |
| DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO | 25 |
| METODOLOGÍA | 26 |
| RECURSOS..... | 29 |
| Recursos humanos:..... | 29 |
| Recursos técnicos: | 29 |
| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES..... | 30 |
| RESULTADOS DEL PROYECTO..... | 31 |
| CONCLUSIONES | 40 |
| RECOMENDACIONES | 41 |
| ANEXOS | 42 |
| BIBLIOGRAFÍA | 44 |

INTRODUCCIÓN

Con el avance nacional e internacional en el sector y específicamente en el sistema de inyección diesel, es necesaria la utilización de equipos y herramientas especiales para realizar el mantenimiento y reparación a las diferentes bombas e inyectores diesel.

Es así que con la construcción de un banco de prueba de bombas e inyectores diesel se pretende diagnosticar las bombas mecánicas de motores mono cilíndricos, para comprobar su perfecto funcionamiento de presión y caudal de las mismas simulando su trabajo en el banco de prueba.

Para la metodología de la investigación se ha utilizado varios métodos que son los que han ayudado en el transcurso de toda la investigación iniciando con la recolección de la información técnica que puede ser útil en el presente proyecto, seguido de la elaboración de un listado de materiales necesarios para la construcción del banco de prueba.

En este proyecto daremos a conocer como se elaborara un banco de prueba para bomba mecánica diesel, mediante un paso a paso de actividades específicas, las cuales están plasmadas en un cronograma, con un tiempo determinado para cada actividad y el plazo máximo comprendido que será de siete meses.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En esta propuesta se pretende diseñar e implementar un banco de prueba para una bomba mecánica diesel empleando elementos básicos de un sistema de inyección como son: inyectores, tubo de presión, bomba mecánica. También permitirá obtener información sobre presión y caudal mediante instrumentos de medición como manómetro y probeta, respectivamente. Con la información de los parámetros del fabricante de la bomba podemos comparar los valores en funcionamiento y dar así un diagnóstico aproximado de falla o de un mantenimiento pertinente. En este banco de prueba también podremos ver el funcionamiento de los inyectores y realizar las pruebas básicas que se deben de realizar a un inyector como son: prueba de estanqueidad, pulverización.

Este banco de prueba se realizará debido a la necesidad que se manifiesta en la empresa Energía y Potencia ante la falta de una herramienta que permita identificar si las fallas que presentan las maquinas, son por problemas de inyección bien sea por bomba de inyección o es debido al inyector. Sabiendo si el problema está en una de estas dos se toma la decisión de repararla o de reemplazarla por una nueva.

JUSTIFICACIÓN

El diseño e implementación de un banco de prueba para una bomba mecánica diesel se realizará con la intención de aportar a la empresa una herramienta, que ayude significativamente a los técnicos de la empresa a diagnosticar correctamente los motores.

De esta manera evitamos demoras en las reparaciones ya que tenemos un diagnóstico acertado, y no se cometerá el error de pedidos innecesarios de repuestos.

Se espera que con la implementación de esta herramienta en la organización sirva para que los empleados, además de adquirir conocimientos, se incentiven a construir nuevas herramientas que aporten a la empresa para hacer los procedimientos más eficientes y lograr ser más competitivos.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un banco de prueba para bomba mecánica diesel que permita adquirir bases sobre los parámetros de funcionamiento.

Objetivos específicos

- Analizar el comportamiento de la bomba de inyección a diferentes revoluciones por minuto (RPM).
- Comparar medidas de caudal y presión de la bomba de inyección diesel a diferentes bombas (bomba nueva y bomba usada).
- Elaboración del bastidor donde será ensamblado el banco de pruebas.

REFERENTES TEÓRICOS

Historia motor diesel:

Fue inventado y patentado por Rudolf Diesel en 1892, del cual deriva su nombre. Inicialmente fue diseñado y presentado en la feria internacional de 1900 en París como el primer motor para "biocombustible", como aceite puro de palma o de coco. Diesel también reivindicó en su patente el uso de polvo de carbón como combustible, aunque no se utiliza por lo abrasivo que es. El motor Diesel existe tanto en el ciclo de 4 tiempos (4T - aplicaciones de vehículos terrestres por carretera como automóviles, camiones y autobuses) como de 2 tiempos (2T - grandes motores de tracción ferroviaria, de propulsión naval, y algunos camiones y autobuses en EE.UU.).



Principio de funcionamiento de un motor diesel:

El motor diesel es un motor térmico de combustión interna cuyo encendido se logra por la temperatura elevada que produce la compresión del aire en el interior del cilindro, usa combustible inyectado de forma pulverizada dentro de los cilindros, los cuales contienen aire comprimido a una presión de 30 a 55 bar, y una temperatura entre 700° y 900° centígrados. Los motores diesel son más eficientes que los de gasolina. Estos últimos sólo aprovechan el 22 al 24% de la energía, mientras que en los diesel, el aprovechamiento puede superar el 35%. Por ello, los motores encontraron rápida aplicación en barcos, locomotoras, camiones pesados y tractores.

Todos los motores de combustión interna se basan en el principio de obtener trabajo de la expansión de gases causada por la combustión de una mezcla aire combustible en el interior de una cámara de combustión.

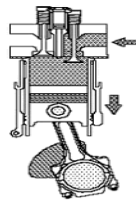
Ciclos del motor diesel:

Los motores diesel pueden tener uno o varios cilindros o cámaras de combustión y según su posición, pueden estar dispuestos en línea o en uve (es decir cilindros dispuestos en forma de V con un ángulo entre una línea y otra de cilindros, pero todos con el mismo cigüeñal).

Cada uno de los cilindros, durante su funcionamiento, efectúa un ciclo completo de trabajo durante el cual se producen cuatro carreras que son: Admisión, compresión, combustión y escape.

Carrera de admisión.

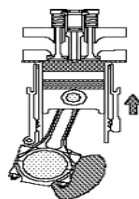
Puede ser considerada el primer movimiento del ciclo que se efectúa de la siguiente forma:



1. Movimiento del pistón hacia abajo.
2. Válvula de admisión abierta.
3. El aire entra en el cilindro al mismo tiempo que el pistón se mueve hacia abajo.
4. La presión atmosférica fuerza al aire a entrar en el cilindro para ocupar el vacío que se produce en el mismo.
5. La válvula de admisión permanece abierta hasta pocos grados después del punto muerto inferior para aprovechar la inercia del aire entrando en el cilindro.

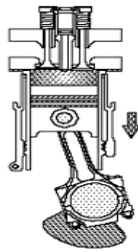
Carrera de compresión.

1. Movimiento del pistón hacia arriba.
2. Ambas válvulas cerradas.
3. Disminuye el volumen del aire en el cilindro, aumenta la presión y se incrementa la temperatura debido a la compresión.



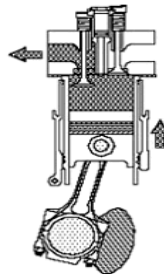
Carrera de combustión.

1. El combustible es inyectado en ese reducido volumen en el que se encuentra el aire a alta presión y temperatura, justo un momento antes del punto muerto superior.
2. El combustible comienza a quemarse debido al calor producido por la compresión.
3. Los gases comprimidos se expansionan rápidamente debido a la explosión o combustión instantánea.
4. El pistón es forzado hacia abajo por la expansión de los gases, proporcionando potencia al cigüeñal.



Carrera de escape.

1. El pistón se mueve hacia arriba.
2. La válvula de escape se abre un poco antes de que el pistón llegue al punto muerto inferior de la carrera de combustión.
3. El movimiento del pistón hacia arriba fuerza a los gases quemados al exterior de la válvula de escape.
4. Generalmente la válvula de escape estará cerrada ligeramente antes del punto muerto superior.



Algunos motores, tienen válvulas solapadas o en cruce. La válvula de admisión abre antes del punto muerto superior y la válvula de escape cierra después del punto muerto superior.

Beneficios:

- Integración entre separación de agua, calentamiento y enfriamiento del combustible en un único módulo.
- Material filtrante especial con alta capacidad de acumulación y separación de partículas más pequeñas.
- Separación más fiable del agua y del combustible para prevenir daños causados por corrosión.
- Mantiene la estabilidad incluso con las altas presiones de inyección.

Pre filtro:

Situado a la entrada de la bomba de alimentación, su misión es proteger la bomba y hacer que el gasoil llegue al filtro principal lo más limpio posible.

Bomba de inyección:

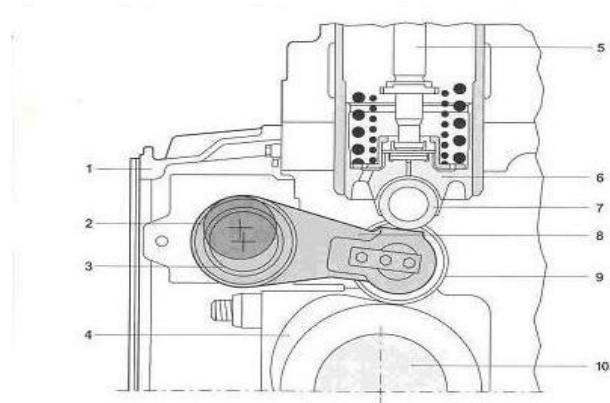
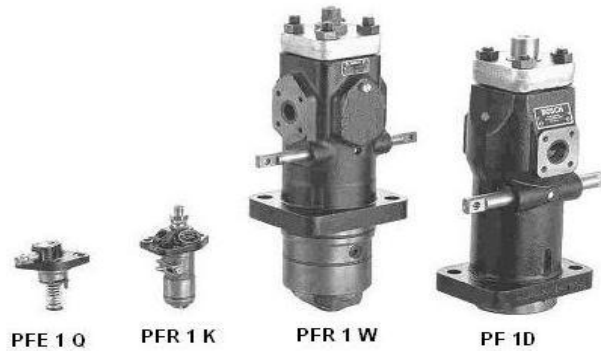
La bomba de inyección tiene la misión de inyectar el combustible a alta presión en las cámaras de combustión de los cilindros del motor. La cantidad que se inyecta de acuerdo con la carga del motor deberá dosificarse exactamente.

También el momento de la inyección deberá adaptarse a las condiciones de servicio del motor.

Bombas de inyección individuales PF:

Estas bombas (aplicadas en motores pequeños, locomotoras diesel, motores navales y maquinaria de construcción) no tienen árbol de levas propio, pero corresponden sin embargo en su funcionamiento a la bomba de inyección en línea PE. En motores grandes, el regulador mecánico-hidráulico o electrónico está adosado directamente al cuerpo del motor. La regulación del caudal determinada por él se transmite mediante un varillaje integrado en el motor. Las levas de accionamiento para las diversas bombas de inyección PF, se encuentran sobre el árbol de levas correspondiente al control de válvulas del motor. Por este motivo no es posible la variación del avance mediante un giro del árbol de levas. Aquí puede conseguirse un ángulo de variación de algunos grados mediante la regulación de un elemento intermedio (por ejemplo situando un balancín entre el árbol de levas y el impulsor de rodillo). Las bombas de inyección individuales son apropiadas también para el funcionamiento con aceites pesados viscosos.

BOMBAS DE INYECCIÓN PF. TAMAÑOS



1 Motor, 2 Timing -shaft contour (Perfil del arbol del tiempo) 3 cojinete del balancin, 4 Leva 5 Émbolo de la bomba, 6 Levanta émbolo, 7 Rodillo, 8 Balancin, 9 Seguidor de la leva 10 Arbol de levas del motor

BOMBAS "PF" MECANISMO

Inyectores:

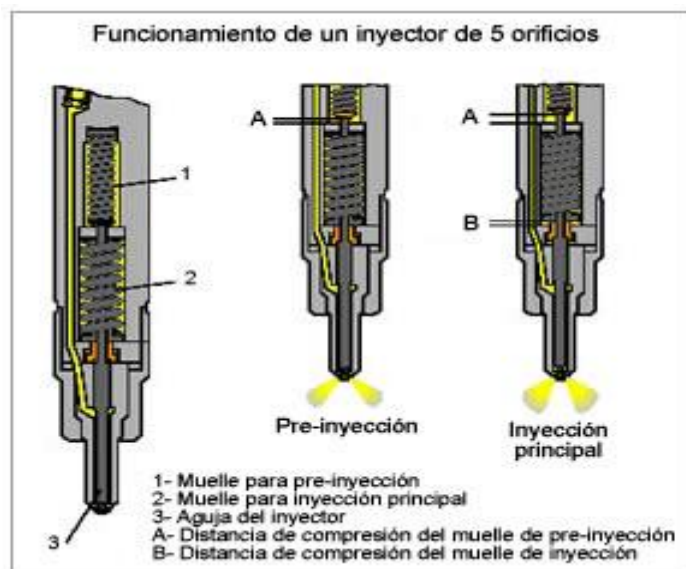
La misión de los inyectores es la de realizar la pulverización de la pequeña cantidad de combustible y de dirigir el chorro de tal modo que el combustible sea esparcido homogéneamente por toda la cámara de combustión.

Los inyectores son unos elementos muy solicitados, fabricados con ajustes muy precisos y hechos expresamente el uno para el otro, que trabajan a presiones entre 120 y 350 bar de hasta 2000 aperturas por minuto y a unas temperaturas de entre 500 y 600 °C.

Principio de funcionamiento de los inyectores

El combustible suministrado por la bomba de inyección llega a la parte superior del inyector y desciende por el canal practicado en la tobera o cuerpo del inyector hasta llegar a una pequeña cámara tórica situada en la base, que cierra la aguja del inyector posicionado sobre un asiento cónico con la ayuda de un resorte, situado en la parte superior de la aguja, que mantiene el conjunto cerrado. El combustible, sometido a una presión muy similar a la del muelle, levanta la aguja y es inyectado en el interior de la cámara de combustión.

Cuando la presión del combustible desciende, por haberse producido el final de la inyección en la bomba, el resorte devuelve a su posición a la aguja sobre el asiento del inyector y cesa la inyección.



Conjunto porta tobera:

Los porta toberas son dispositivos que alojan las toberas en los motores diesel cada cilindro del motor necesita una porta tobera.

Además de mantener la tobera en el cilindro, también se encarga de conducir el combustible diesel de la cañería hasta la tobera, permitiendo la inyección.

Se suministra completo (con la tobera) incluso ya calibrado con la presión de inyección adecuada para cada motor.

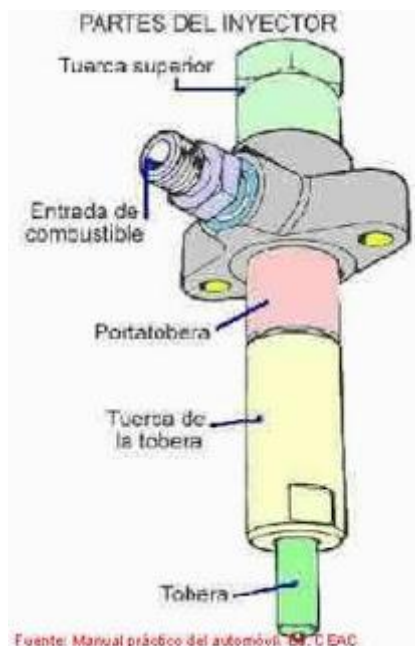
Toberas:

Las toberas son componentes de extremada precisión, responsables de pulverizar finamente el combustible en la cámara de combustión del motor.

Cuando mejor es la pulverización mayor será el rendimiento del motor, en consecuencia se obtiene más economía de combustible con menor emisión de gases contaminantes.

Los modernos motores diesel están equipados con toberas que deben inyectar combustible bajo presiones y temperaturas elevadas, todo para que se obtenga la mayor potencia posible.

No obstante, se debe estar pendiente de que el motor no pueda contaminar el aire, así la combustión necesita ser lo más completa posible.



Las toberas están producidas bajo los más rigurosos estándares de fabricación, y obedecen el mismo patrón de calidad mundial, en cualquier parte del mundo.

Tipos de inyectores:

Existe gran variedad de inyectores, dependiendo estos del sistema de inyección y del tipo de cámara de combustión que utilice cada motor, aunque todos tienen similar principio de funcionamiento.

Fundamentalmente existen dos tipos: Inyectores mecánicos e inyectores electrónicos.

Inyectores mecánicos:

Se le conoce como inyector mecánico al encargado de enviar el combustible finamente pulverizado hacia las cámaras de combustión. Este tipo de inyectores a la vez se divide en los siguientes tipos que son:

Inyectores de orificios

Los inyectores de orificios se emplean en motores de inyección directa, ya que con él se obtiene una división especialmente fina de combustible. Los inyectores de orificios se subdividen en dos grupos que son:

Inyectores del taladro ciego:

Los orificios de inyección del inyector de taladro ciego están dispuestos en el taladro ciego. Con un casquete redondo, los orificios de inyección se taladran, en función del dimensionamiento de forma mecánica.

Inyector de taladro en asiento:

Para reducir al mínimo el volumen residual, y con él también la emisión de monóxido de carbono, el comienzo del orificio de inyección se encuentra en el cono de asiento del cuerpo del inyector y queda recubierto ampliamente por la aguja cuando el inyector está cerrado. No existe ninguna comunicación directa entre el taladro ciego y la cámara de combustión. El volumen del taladro ciego se ha reducido considerablemente en comparación con el inyector de taladro ciego. Los inyectores de taladro en asiento presentan, respecto a los inyectores de taladro ciego, un límite de carga claramente inferior y solo pueden, por tanto, ejecutarse en el tamaño P con una longitud de orificios de 1mm.

La forma de casquete es cónica por motivos de resistencia. Los orificios de inyección están taladrados por regla general de forma electroerosiva.

Designación de un tipo de inyector

Para designar cada inyector se ha adapta al respectivo tipo de motor, esto significa óptima combustión, pocas sustancias contaminantes y plena potencia del motor. Se deben tomar en cuenta algunos parámetros para su funcionamiento:

Los inyectores se rigen exactamente por las tolerancias acordadas con los fabricantes de motores, la presión garantiza una máxima fiabilidad.

Solo la aplicación de un correcto inyector garantiza un perfecto funcionamiento del motor, con consumo, potencia y comportamiento de gases de escape óptimos.

Las rigurosas directivas de fabricación y prueba rigen también para los primeros equipos y los de recambio.

Uso y pruebas de inyectores:

Limpieza: Es el punto más importante para la prueba e instalación correcta de inyectores, pues partículas muy pequeñas de suciedad pueden dañar los elementos.

Orden de los componentes: Solamente se debe instalar el inyector correspondiente para evitar que se produzcan fallas. Durante el mantenimiento de los inyectores, se deberá tener especial atención al desarme y posterior armado.

Prueba de estanqueidad y de chirrido: Se probará cada inyector a 20 bares por debajo de la presión de apertura durante 1 minuto. Si en el lapso no ha caído la primera gota, el inyector estará aprobado. Para la prueba de chirrido se deberán tomar en cuenta los grupos de sonido.

Ensamblaje: Nunca intente asentar, rectificar o modificar de otra manera un inyector, pues se producirán daños irremediables y no podrá funcionar correctamente. Siempre utilizar un taquímetro al ensamblarlo en el cuerpo porta-inyector.

Montaje en el sistema de combustible: Al comenzar con el montaje del sistema de inyección, debe revisar que no se presenten señales de desgaste y suciedad, especialmente en el tanque y las mangueras de combustible, caso contrario se pueden presentar fallas en los inyectores, válvulas y elementos dañados al poco tiempo de ser instalados.

APLICACIONES DE LAS BOMBAS PFE

Planta de emergencia:

Una planta de emergencia es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizadas cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico.



Para qué se usan:

Las plantas de emergencia para servicio continuo, se aplican en aquellos lugares en donde no hay energía eléctrica por parte de la compañía suministradora de éste tipo, o bien en donde es indispensable una continuidad estricta, tales como: en una radio transmisora, un centro de cómputo, etc.

Las plantas de emergencia para servicio de emergencia, se utilizan en los sistemas de distribución modernos que usan frecuentemente dos o más fuentes de alimentación.

Moto bomba:

El principio de funcionamiento de una motobomba es igual al de cualquier bomba hidráulica normal, consiste en transformar la energía mecánica en energía

cinética, la gran diferencia es que en vez de ser accionadas por un motor eléctrico son accionadas por un motor de combustión que usará gasolina o diesel.



Estos equipos trabajan con una bomba de un solo pistón y un inyector, que son los de las siguientes imágenes:

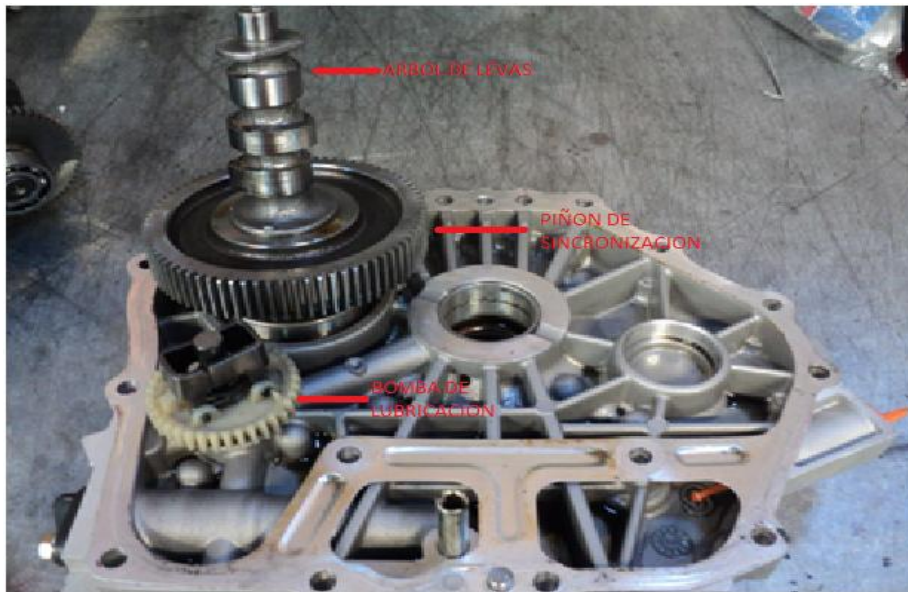
Bomba de inyección con solenoide, el solenoide abre o cierra el paso combustible y es alimentada con 12 v de DC.



Inyector:



La bomba de inyección es accionada por el árbol de levas, este a su vez mueve los balancines de las válvulas, de acuerdo con la sincronización.



DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

Inicialmente se comenzará la realización del proyecto con la elaboración y posterior entrega de una carta escrita por Energía y Potencia dirigida a la facultad de mecánica automotriz del tecnológico Pascual Bravo. Manifestando su conocimiento, aprobación e implementación del proyecto en la empresa, además de la donación de los elementos necesarios para la elaboración.

Con la donación en la empresa se procederá a la prueba de estos elementos y ajuste de los mismos para un óptimo desempeño. Posteriormente se procederá con la construcción de la estructura donde será ensamblada la bomba.

Teniendo la bomba montada en su estructura se instalará el motor eléctrico que moverá la bomba, además también se instalarán los manómetros y pilotos que van al tablero de control.

Con lo anterior instalado se le realizarán pruebas a la bomba para comprobar su funcionamiento, también elementos que la componen el banco. Además se compararán los valores arrojados por los manómetros.

Finalmente se adecuará para ser entregado a la organización para el uso de los técnicos y demás personal que necesite hacer pruebas estos elementos.

METODOLOGÍA

Se iniciará el proyecto de grado con la elaboración de dos listados los cuales serán de la siguiente manera:

Listado 1. (Elementos mecánicos y electrónicos empleados en el banco de prueba).

Listado 2. (Materiales e instrumentos eléctricos que se necesitan para el diseño y construcción del banco de prueba).

| LISTADO 1. | LISTADO 2 |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Bomba de inyección diesel | 12 mt de tubería cuadrada de 1"x 1" |
| Tuberías de alta presión | Mangueras de combustible |
| Inyector | Cables de energía |
| Manómetro 5000psi | Leds |
| Probeta | Amortiguadores de doble espigo |
| Filtro de combustible | 1mt cuadrado de platina |
| TEE de 1/8 | Dos breaker de 15 A |
| Motor eléctrico monofásico de 2HP | Platina 50x30 |
| Depósito de combustible | |
| Bloque | |

Las siguientes fases de la elaboración del proyecto serán:

- Diseño y construcción de la estructura del banco de prueba. El cual se diseñará con tubos de pulgada calibre 18, teniendo en la parte superior mesón de madera de 2 cm de espesor.

- Aplicación de la soldadura para unir las piezas que formaran la estructura, para ensamblar los demás elementos.

- Pulir y pintar la estructura para protegerla de la corrosión y darle una mejor estética a la estructura.
- Adaptación de los instrumentos de inyección diesel al banco de prueba, los cuales son: Bomba de inyección diesel, tubería de alta presión, Te, inyector, bomba de levante, mangueras de combustible y depósito de combustible.
- Implementación de los instrumentos de medición que son: el manómetro y la probeta, además con sus debidas mangueras de presión, conectadas adecuadamente.
- Ensamblar el motor eléctrico con precisión para el correcto funcionamiento de la bomba de inyección, ya que este es el que proporcionará el movimiento a la antes mencionada.
- Analizar el funcionamiento de todos los componentes e instrumentos del banco de prueba.
- Calibrar el sistema de inyección diesel del banco de prueba para un funcionamiento óptimo.
- Se montarán 2 bombas de inyección nuevas de un motor 186F para realizarle pruebas, con la presión y el caudal que estas bombas nos entregan en un minuto, tomaremos estos valores y les sacaremos el promedio para determinar el valor patrón de esta referencia de motor
- Para la referencia de motor 178F se realizara los mismos pasos del punto anterior y tendremos el parámetro patrón para esta referencia.
- Igualmente se realizará la prueba para la referencia de motor 170.
- Teniendo los parámetros patrones se realizará una tabla donde se consignarán estos valores, que serán lo valores de referencia que se tendrán para compararlos con los datos de las futuras pruebas.

- Se simularán errores en bombas de inyección viejas para obtener información de los parámetros de funcionamiento y comparando estos datos con los parámetros patrones. Se podrá determinar si la bomba está en condiciones de trabajo o necesita mantenimiento o reparación.
- Se mostrará en la empresa como funciona mediante una demostración para luego ser entregado y aprobado dentro de la compañía.

RECURSOS

Recursos humanos:

1. Un estudiante de tecnología en mecánica automotriz.
2. Un ingeniero eléctrico (asesor).
3. Un tecnólogo en mecánica automotriz (asesor).

Recursos técnicos:

Para la posible realización de este proyecto se necesitarán de varios recursos como lo son: la infraestructura que en este caso sólo se necesitaría un cuarto para ensamblar, probar y guardar el banco de pruebas.

También es necesario de una serie de elementos y materiales para la construcción del banco de pruebas, los cuales se mencionan a continuación:

| nombre | cantidad | valor |
|------------------------------|----------|----------------|
| Bomba de inyección mecánica | 1 | 160.000 |
| Inyector | 1 | 100.000 |
| Tuberías de combustible | 1 | 25.000 |
| Motor eléctrico | 1 | 185.000 |
| Filtro de combustible diesel | 1 | 15.000 |
| Depósito de combustible | 1 | 30.000 |
| Probeta | 1 | 20.000 |
| Manómetro de presión | 1 | 65.000 |
| Poleas | 2 | 39.000 |
| Bandas | 2 | 10.000 |
| Amortiguadores | 4 | 8.000 |
| Platina | 50x30 cm | 14.000 |
| Cables y conectores | | 20.000 |
| TOTAL | | 800.000 |

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| ETAPA | MES 1 | | | | MES 2 | | | | MES3 | | | | MES4 | | | | MES5 | | | | MES6 | | | | MES7 | | | | | | | |
|-------|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|------|---|---|---|---|---|---|---|
| | SEMANA | | | | SEMANA | | | | SEMANA | | | | SEMANA | | | | SEMANA | | | | SEMANA | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | |
| 1 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2 | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | |

1. Consulta Bibliográfica.
2. Cotización de materiales.
3. Obtención de los materiales.
4. Prueba de la bomba e inyectores.
5. Construcción de la estructura del banco de pruebas.
6. Montaje de la bomba.
7. Diseño e implementación del circuito integrado.
8. Instalación de manómetros y pilotos en el tablero.
9. Prueba del banco con todos sus elementos.
10. Comparar valores arrojados por la bomba.
11. Interpretación de los resultados, escritura del informe final.

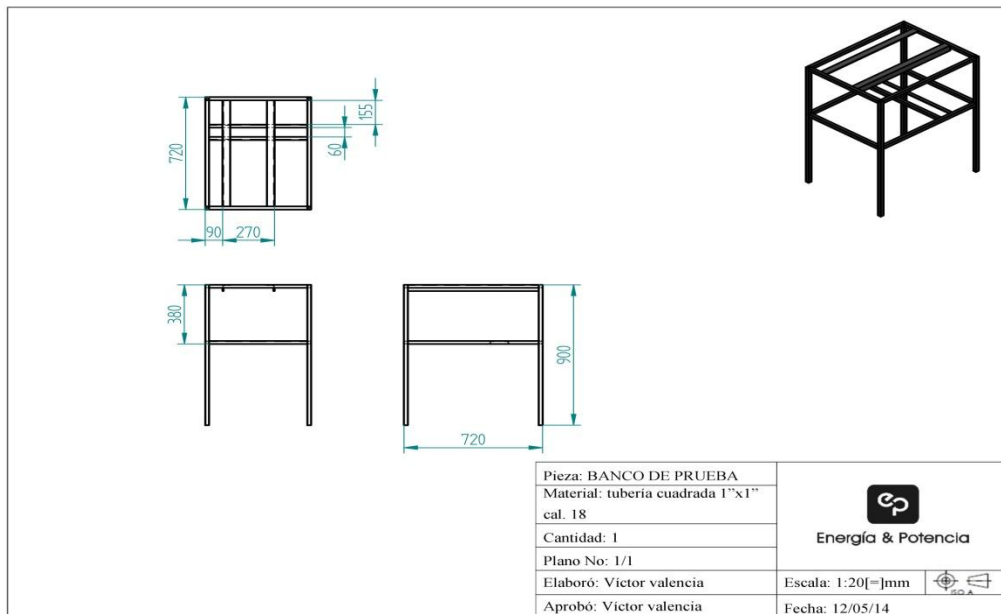
RESULTADOS DEL PROYECTO

Inicialmente se empezó con la estructura metálica donde se ensamblaría el banco de pruebas, para su elaboración primero se le tomaron medidas al motor eléctrico, al bloque donde estaría alojada la bomba de inyección, también al tanque de combustible y el espacio necesario para el tablero de instrumentos.

Luego de tener estas medidas se determino que con una altura de 90 cm, un largo de 72cm y ancho de 52cm eran suficientes para albergar todos los implementos necesarios.

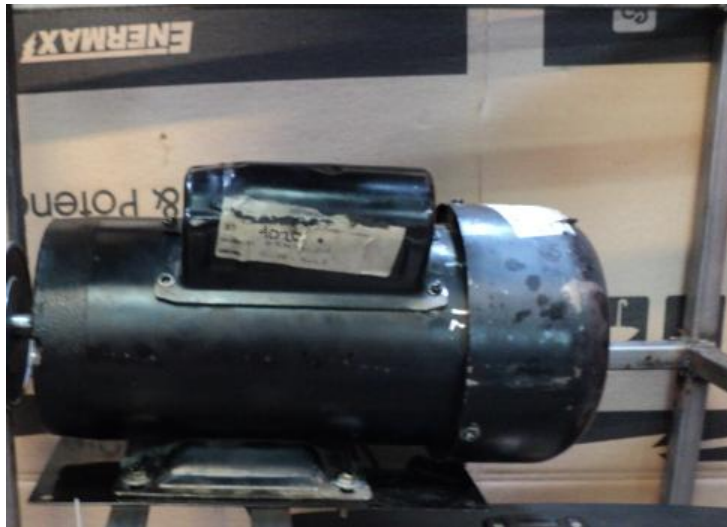
Teniendo las medidas se procede al corte de la tubería cuadrada de 1"x1" con sierra y una prensa para la sujeción de la pieza, se cortaron 4 tubos de 90 cm, 4 de 72cm y 4 de 52cm. Se procede con la etapa de soldadura, primero se intentó soldar con soldadura eléctrica pero debido a alta temperatura que esta alcanza rompe la tubería sin poder hacer un cordón.

Con esta dificultad se paso a la opción del equipo de soldadura MIG, un equipo que maneja temperaturas más bajas con la misma resistencia, se sueldan todas las piezas. Pasamos a la etapa de pulido con pulidora y disco de pulido de metal.



Con la estructura lista se procede al ensamble del motor eléctrico que fue donado por la empresa. Para el ensamble es necesario hacer cuatro perforaciones para la sujeción del mismo, se inicia la perforación con una broca de 5/16 para luego ampliar la perforación se pasa una broca de 3/8, se hace lo mismo en las otras 3 perforaciones, se monta el motor eléctrico y se sujeta con cuatro tornillos de 3/8 30mm de largo cada uno con dos arandelas, wasa y tuerca.

Para darle movimiento al cigüeñal se empleará un motor eléctrico monofásico de 2 HP con eje de cuña a 1750 rpm, el motor eléctrico queda sobrado para esta aplicación, ya que no se necesita todo el caballaje que entrega.

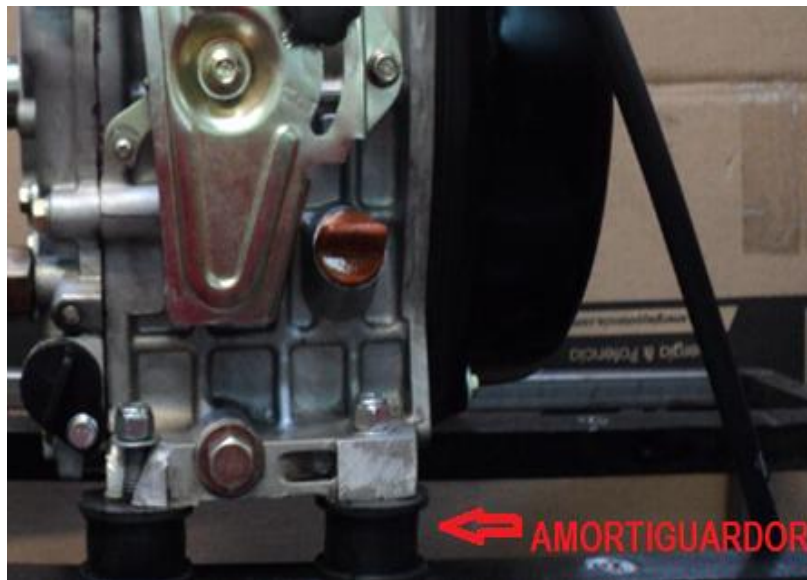


Continuamos con el montaje de la polea de 4" con dos canales, esta se sujeta con dos prisioneros de hexagonales número 4mm.

Procedemos con el ensamble del bloque de la bomba, para este ensamble es necesario primero poner la polea y alinearla con la polea del motor eléctrico, esto con el fin de lograr una alineación adecuada de las poleas evitando desgastes prematuros y funcionamiento irregular.

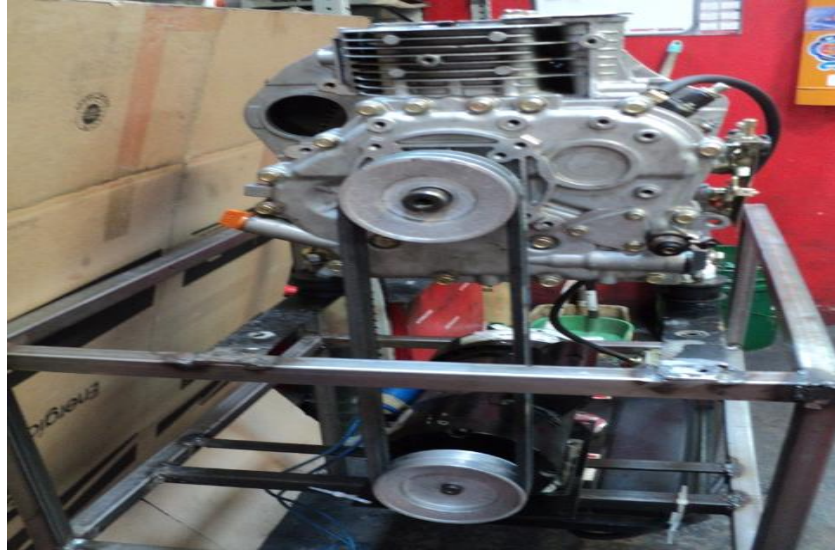
Luego de esta alineación se marca donde deben de quedar los orificios de sujeción del bloque, se empieza la perforación con una broca de 5/16, después se para una broca de 3/8, se ponen y se sujetan los cuatro amortiguadores de doble espigo.

Se monta el bloque en los amortiguadores y se sujeta con cuatro tuercas de seguridad antes de darles torque se verifica la alineación con una varilla de aluminio (con esta se verifica la alineación de los equipos que tienen poleas en la empresa).



Para determinar la medida que se necesita para comprar las bandas, se utiliza una cuerda simulando una banda la cantidad de cuerda necesaria se mide con un flexometro, se determinó que se necesitaban dos bandas de 44" de longitud.

Luego de saber esto se consiguen las bandas y se instalan entre las dos poleas quedando así:



Se procede al ensamble del tanque de combustible, el cual será instalado encima del bloque de la bomba de inyección con una platina y dos tornillos. Con esta ubicación nos beneficiamos de la caída por gravedad del combustible evitándonos un gasto en una bomba auxiliar.



Al tener la platina se sujeción del tanque instalada, se ensambla el tanque de combustible.



Este tanque de combustible tiene una capacidad de 1 galón, suficiente para las necesidades que tenemos en este equipo.

Pasamos a la elaboración del tablero de instrumentos donde se controlará el banco de pruebas, para el ensamble de este se necesitó de una lamina de 50x30 cm y de tres amortiguadores de doble espigo, con sus respectivas tuercas, arandelas y wasas.

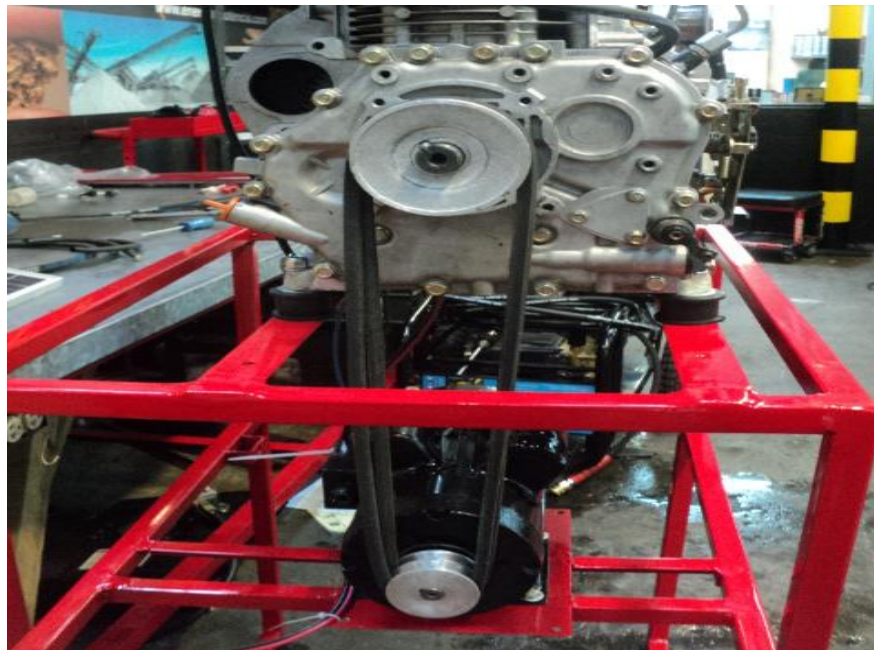
Se midió donde quedaría instalado el manómetro, el breaker y la probeta. Para luego pasar a perforar la lámina y adecuar la instalación de los elementos anteriormente mencionados.

En la etapa final después de saber que todo está en su lugar y funciona adecuadamente, se pasa a desarmar todo para enviarlo a pintura y dejarlo con un aspecto físico mucho mejor.

El motor eléctrico también se le mejoró su aspecto físico con una capa de pintura en aerosol negro brillante. Quedando así:



Después que nos llega de pintura los elementos se procede al ensamble de todo nuestro banco, haciendo este ensamble con mucho mas cuidado y delicadeza para no dañar la pintura.



Al estar todo el equipo ensamblado nuevamente pasamos a las pruebas de funcionamiento de las diferentes bombas de inyección para sacar los datos necesarios para los tres tipos de motores que se manejan.

Pruebas de funcionamiento:

Las pruebas se inician con dos bombas de inyección para motor km170f nuevas y un inyector nuevo para las pruebas de todas las bombas. Se instaló en el banco con el inyector, encendió el equipo durante 2min, dándonos los siguientes resultados.

| | Caudal | Presión | RPM |
|---------|--------|----------|------|
| Bomba 1 | 4.8 ml | 2290 psi | 1800 |
| Bomba 2 | 5ml | 2300 psi | 1800 |

Luego se desmonta del banco y se limpio y se guardo, para darle paso a la proxima prueba.

Esta prueba es de una bomba de un motor km170f pero vieja de un motor que se le había dado de baja.

La prueba se realizó con el mismo inyector y con el mismo tiempo de prueba, dando los siguientes resultados.

| Caudal | Presión | RPM |
|--------|----------|------|
| 3.7ml | 1700 psi | 1800 |

Este comparativo nos indica que la última bomba tiene una presión más baja y caudal, con la necesidad de realizarle un mantenimiento y/o reparación.

Dándole paso a la siguiente prueba, se instaló en el banco dos bombas de inyección de motor km178f nuevas, esta bomba es de un motor un poco más grande, es decir que tiene más caballaje.

Las pruebas se realizan con las mismas condiciones de las anteriores, arrojándonos estos resultados.

| | Caudal | Presion | RPM |
|---------|--------|----------|------|
| Bomba 1 | 5.6 ml | 2600 psi | 1800 |
| Bomba 2 | 5.4 ml | 2593 psi | 1800 |

Pasamos a la prueba de la bomba de motor km178f pero usada, con las mismas condiciones de trabajo, dando estos resultados:

| Caudal | Presion | RPM |
|--------|----------|------|
| 4.3 ml | 2100 psi | 1800 |

Con este resultado posiblemente esta última bomba de inyección trabajaría mal en un motor diesel.

Pruebas de dos bombas de inyección de km186f nuevas, que ya es un motor mucho más grande de 10hp debe requerir más combustible, al igual que las demás, a esta bomba se le realizaron pruebas con las mismas condiciones de trabajo.

| | Caudal | Presión | RPM |
|---------|--------|----------|------|
| Bomba 1 | 5.9 ml | 2900 psi | 1800 |
| Bomba 2 | 6.1 ml | 2950 psi | 1800 |

Seguimos con la prueba de la bomba de inyección para motor km186f usada.

| Caudal | Presión | RPM |
|--------|----------|------|
| 5.8 ml | 2050 psi | 1800 |

Tenemos como resultado comparativo que aunque las bombas manejen el mismo caudal, la presión si cambió pudiendo tener problemas en la combustión de motor diesel.

TABLA GENERAL PARA PRUEBA DE BOMBAS PFE (MOTORES KAMA)

| TIPO MOTOR | CAUDAL | PRESIÓN | RPM |
|------------|--------|----------|------|
| KM170 | 4.9 ml | 2295 psi | 1800 |
| KM178 | 5.5 ml | 2596 psi | 1800 |
| KM186 | 6 ml | 2925 psi | 1800 |

NOTA: Si las bombas no cumplen con estos requisitos de funcionamiento es necesario realizarle su debido mantenimiento y/o reparación para hacer que los parámetros de funcionamiento sean los previamente establecidos.

CONCLUSIONES

Mi banco de pruebas demostró las diferentes presiones operacionales que tienen las bombas de inyección que se manejan en motores mono cilíndricos, además de los caudales con los que deben trabajar para lograr una buena eficiencia el motor.

Para mayor precisión en los valores de presión arrojados por el manómetro, se debe instalar un accesorio que disminuya los picos del manómetro.

Como se planteó al inicio se puede hacer diagnósticos a las bombas de inyección basados en los parámetros que nos muestra el banco en las pruebas de funcionamiento.

En los motores diesel km170, km178 y km186 aunque las bombas de inyección sean idénticas físicamente, no son iguales.

Para trabajar con tubería cuadrada es necesario disponer un equipo MIG para dar buena presentación y resistencia a las piezas que se van a soldar, ya que este equipo tiene la opción de bajar el amperaje de manera que no rompa la pieza y permita la aplicación de un cordón uniforme y resistente, además este equipo no suelta escoria.

Cuando se va a perforar una pieza metálica siempre es necesario utilizar una broca de diámetro pequeño para empezar la perforación y luego pasar la que necesita para que diámetro del tornillo, que es más fácil realizar las perforaciones y toman menos tiempo, además de que alargamos la durabilidad del filo de broca.

RECOMENDACIONES

- Realizar la instalación de una válvula de alivio que elimine los picos del manómetro, brindando así una mayor presión en medida.
- Analizar el tipo de bomba que vamos a probar (de qué motor proviene), ya que aunque las bombas de inyección sean visualmente iguales sus diferencias están en la operación, porque cada referencia maneja un caudal y presión distinta a las demás.
- Cuando se utilice el taladro para perforación en metal, es necesario operarlo en velocidades bajas, para proteger la broca de que se quemé y de generar un ruido bastante molesto, así no tenemos que afilar tan seguido las brocas.
- Para trabajos metalmecánicos siempre utilizar tapa oídos, gafas y guantes de protección para evitar posibles accidentes.
- Nunca intentar manipular las bandas o poleas con el equipo encendido para prevenir accidentalidad.

ANEXOS

ANEXO A: SOLDADURA MIG

El proceso MIG/MAG está definido como un proceso, de soldadura, donde la fusión, se produce debido al arco eléctrico, que se forma entre un electrodo (alambre continuo) y la pieza a soldar. La protección se obtiene a través de un gas, que es suministrado en forma externa. El proceso puede ser:

Semiautomático: La tensión de arco (voltaje), velocidad de alimentación del alambre, intensidad de corriente (amperaje) y flujo de gas se regulan previamente. El arrastre de la pistola de soldadura se realiza manualmente.

Automático: Todos los parámetros, incluso la velocidad de soldadura, se regulan previamente, y se aplican en forma automática.

CONDICIONES OPERACIONALES

El comportamiento del arco, el tipo de transferencia del metal a través del mismo, la penetración, forma del cordón, etc., están condicionados por una serie de parámetros entre los que se destacan:

Polaridad: Afecta al tipo de transferencia, penetración, velocidad de fusión del alambre, etc. Normalmente, se trabaja con polaridad inversa (DC +).

Tensión de arco (Voltaje): Este parámetro puede regularse a voluntad desde la maquina soldadora y resulta determinante, en el tipo de transferencia.

Velocidad de alimentación del alambre: En este proceso no se regula previamente, la intensidad de corriente (amperaje), sino que ésta, por el fenómeno de autorregulación, resulta de la velocidad impuesta al alambre.

La porosidad: Dentro de los defectos típicos a saber, se encuentra la porosidad. Esta se debe en general, a deficiente protección gaseosa (exceso y/o insuficiencia) durante la operación de soldadura. El gas tiene por misión proteger el electrodo de alambre en fase de fusión y el baño de soldadura, del acceso de aire

Arturo Bastías, Chile
Ingeniería Ejecución Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Tecnológica Metropolitana UTEM

ANEXO B: BROCAS

Velocidades y alimentación para perforado de profundidad

Los agujeros conocidos como “perforado de profundidad” equivalen a tres o más diámetros de una broca. Cuando se perfora de esta manera, la velocidad y alimentación deben ser ajustadas para reducir fricción. La fricción produce calor, y el incremento de calor puede resultar en falla o ruptura de las brocas. Los lubricantes ayudan a disipar el calor de la punta de la broca, prolongando así la vida útil de la misma, y siempre se deben aplicar en perforaciones profundas.

Otra técnica que se recomienda en las perforaciones profundas es la de “picotear”. Picotear es el proceso en el cual se perfora una distancia corta y luego se extrae el taladro del agujero antes de continuar. Esta técnica disminuye la posibilidad de que las virutas se traben en la acanaladura y a la vez permite reintroducir lubricante en el agujero.



Velocidades de corte (según el material de trabajo)

| Velocidades para brocas de acero de corte rápido (HSS) | SFM* |
|--|-----------|
| Aluminio y sus aleaciones | 200 - 300 |
| Bronce y aleación de cobre y estaño (ordinario) | 150 - 300 |
| Bronce (tensión axial alta) | 70 - 150 |
| Fundido de matrices (base de zinc) | 300 - 400 |
| Fundido en hierro (blando) | 100 - 150 |
| Fundido (medio duro) | 70 - 100 |
| Duro refrigerado por aire | 30 - 40 |
| Maleable | 80 - 90 |
| Magnesio y sus aleaciones | 250 - 400 |
| Aleación de níquel y cobre o acero alto en níquel | 30 - 50 |
| Plásticos y materiales semejantes (Bakelita) | 100 - 300 |
| Acero - Suave (de .2 carbono a .3 carbono) | 80 - 110 |
| Acero (de .4 carbono a .5 carbono) | 70 - 80 |
| Herramienta (1.2 carbono) | 50 - 60 |
| Forjaduras | 40 - 50 |
| Aleaciones- 300 a 400 dureza Brinell | 20 - 30 |
| Tensión axial alta (Termotratada) | |
| 35 a 40 Rockwell C | 30 - 40 |
| 40 a 45 Rockwell C | 25 - 35 |
| 45 a 50 Rockwell C | 15 - 25 |
| 50 a 55 Rockwell C | 7 - 15 |
| Acero inoxidable | |
| Grados de maquinado libre | 30 - 80 |
| Grados de acritud | 15 - 50 |
| Madera | 300 - 400 |

*Pies de superficie por minuto (SFM)

$$\text{RPM} = \frac{\text{SFM} \times 3.82}{\text{Diámetro de la broca}}$$

http://www.irwin.com/uploads/documents/92_Spanish_FLC_oMetal_eBook.pdf

CIBERGRAFÍA

www.mecanicavirtual.org

members.fortunecity.es/100pies/mecanica/Ciclos.htm

es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_del_diésel

www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/motores/temas/ciclo_teorico.pdf

usuarios.multimania.es/jumping1/photoalbum.html

www.automotriz.net/historia/diesel-104-anios.html

http://www.irwin.com/uploads/documents/92_Spanish_FLC_oMetal_eBook.pdf

http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Diesel/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n_Diesel.pdf

http://albeirobuitrago.blogspot.com/2008/08/inyectores_12.html

<http://www.energiaypotencia.com/tienda/index.php/divisiones-de-producto/energia/generadores-diesel.html?p=2>

<http://www.sabelotodo.org/automovil/inyecciondiesel.html>

<http://blog.industrial.com/el-nuevo-hidrolimpiador-de-comet/>