

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ENERGIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA**



**“INNOVACION Y FABRICACION DE UN BANCO DE PRUEBAS  
PARA BOMBAS DE INYECCION DIESEL Y BOMBAS DE ALTA  
PRESION COMMON RAIL”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

**HECTOR APAZA APAZA**

**CALLAO – 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**

**ACTA DE EXPOSICIÓN**

**I CICLO TALLER PARA TITULACIÓN POR LA MODALIDAD DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2019**

Siendo, las 3:35:00 PM horas del día 29 de noviembre del 2019 en el Auditorio "Ausberto Rojas Saldaña" de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del jurado Revisor y Evaluador de la Exposición de los trabajos del I ciclo taller para titulación por la modalidad de trabajo de suficiencia profesional 2019, designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 164-2019-CF-FIME de fecha 26/11/2019, conformado por los siguientes docentes:

Presidente	:	Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO.
Secretario	:	Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA.
Vocal	:	Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY.
Suplente	:	Ing. JUAN GUILLERMO MANCO PÉREZ.

Así mismo, contando con la presencia del Dr. Hernán Ávila Morales – Decano de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad nacional del Callao (Supervisor General), Dr. José Hugo Tezén Campos – Decano de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Supervisor de la Facultad) y el Ing. Juan Adolfo Bravo Félix, Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos).

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo X, numeral 10.1 de la Directiva N° 014-2019-R de ciclo taller para titulación por la modalidad de trabajo de suficiencia profesional, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución Rectoral N° 795-2019-R de fecha 13 de agosto del 2019 concordante con la Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30/10/2018.

Se procede con el acto de exposición del trabajo de Suficiencia Profesional titulado: "INNOVACIÓN Y FABRICACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS DE INYECCIÓN DIESEL Y BOMBAS DE ALTA PRESIÓN COMMON RAIL", presentado por el bachiller **APAZA** APAZA Hector, contando con el asesoramiento del Msc. Ordoñez Cardenas Gustavo.

Luego de la exposición correspondiente y de absolver las preguntas formuladas por los miembros del Jurado, se procede a la deliberación en privado respecto a la evaluación.

Este jurado acordó calificar al bachiller **APAZA** APAZA Hector, para optar el Título Profesional de **INGENIERO MECÁNICO** por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se detalla:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
16 (DIECISEIS)	MUY BUENO

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las 4:10:00 PM horas del viernes 29 de noviembre del 2019.

En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

  
Dr. OSCAR TEODORO TACZA CASALLO  
PRESIDENTE DEL JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

  
Dr. JUAN MANUEL PALOMINO CORREA  
SECRETARIO DEL JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA

  
Mg. ARTURO PERCEY GAMARRA CHINCHAY  
VOCAL DEL JURADO

## **DEDICATORIA**

*A Dios por su infinita bondad por darme vida Salud y sabiduría. A mis padres a quienes les debo lo que soy Por ayudarme a construir mis Sueños. A mis hermanos quienes con sus palabras de aliento no me dejaron decaer y en especial Para mi hermana en Cristo Elsa Valles por darme Seguridad, confianza y motivarme siempre.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Un agradecimiento muy especial a la Universidad Nacional del Callao "UNAC" la cual me abrió sus puertas para formarme profesionalmente.*

*A los catedráticos quienes me orientaron en muchos sentidos a seguir adelante y culminar mi formación profesional.*

*A todos ustedes gracias*

## INDICE

<b>I: ASPECTOS GENERALES</b>	<b>7</b>
<b>1.1 CONTEXTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA</b>	<b>7</b>
<b>1.2 OBJETIVOS</b>	<b>7</b>
1.2.1 Objetivo general	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
<b>1.3 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN</b>	<b>8</b>
1.3.1 Antecedentes históricos	8
1.3.2 Filosofía empresarial	8
<b>MISION</b>	<b>8</b>
1.3.3 Estructura organizacional	9
<b>II: FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL</b>	<b>10</b>
<b>2.1 MARCO TEÓRICO</b>	<b>10</b>
2.1.1 Bases teóricas.	10
Cronograma de actividades	82
<b>III APORTES REALIZADOS</b>	<b>83</b>
<b>3.1 PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL D ETAPAS</b>	<b>83</b>
<b>3.2.- EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DE FABRICACIÓN DE UN</b>	
<b>3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.-</b>	<b>85</b>
<b>IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES.-</b>	<b>87</b>
<b>4.1 DISCUSION</b>	<b>87</b>
<b>4.2 CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
<b>V: RECOMENDACIONES</b>	<b>88</b>
<b>VI BIBLIOGRAFIA</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>90</b>

1. Plano P-01: Montaje y Despiece de Estructura de Banco de Pruebas
2. Plano P-02: Soldadura de Estructura de Banco de Pruebas.
3. Plano P-03Vistas de Banco de Pruebas
4. Tabla de Calibración de Bomba de Inyección para motor Toyota 1KZ-T.

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama del Laboratorio Diesel FUENTES	9
Figura 2: Banco de pruebas motores solo freno posot class	11
Figura 3: Banco de pruebas para bomba inyectora	12
Figura 4: Banco de pruebas inyección diésel Bosch Eps 604	13
Figura 5: Aceite mineral/para bomba/de baja viscosidad-seria iso4113	16
Figura 6: Hyundai HD-78	17
Figura 7: Válvula aguja bronce DanusDanus	18
Figura 8: Sistema de Funcionamiento de Medición de Aceite	20
Figura 9: Manómetro glicerina 63mm/Posot class	21
Figura 10: Probetas de vidrio 45mlPara Banco de Pruebas, Laboratorio	23
Figura 11: Panel de Control	24
Figura 12: Botón Rojo interruptor de encendido y apagado	25
Figura 13: Tarjeta electrónica del tablero de control	26
Figura 14: Magnetic Pickup sensor/ speed sensor	27
Figura 15: Selector de emboladas	28
Figura 16: Trifasico: Electronicos-video en Peru/olx	29
Figura 17: Motor Electrico	31
Figura 18: Varispeed flux-vector invertir	32
Figura 19: Potenciómetro	34
Figura 20: Cuatro tiempos del motor Diésel	35
<b>21: Diésel y Accesorios</b>	<b>35</b>
Figura 22: Sistema de alimentación de combustible en un motor diésel	36
Figura 23: Sistema de alimentación de combustible	37
Figura 24: Explicativo bombas de alimentación diésel	37
Figura 25: Bomba lineal	38
Figura 26: Regulador para bomba inyectora lineal	39
Figura 27: Sistema de alimentación de combustible	40
Figura 28: Bomba rotativa	41
Figura 29: Bomba rotativa	43
Figura 30: Demontaje de bomba inyectora Bosch	44
Figura 31: Bomba rotativa	45
Figura 32: Bomba rotativa	46
Figura 33: Bomba rotativa	47
Figura 34: Bomba de Inyección Rotativa	50
Figura 35: Computadoras para vehículos	51

Figura 36: Sistema common Rail estructura y función de los componetes _____	52
Figura 37: Sistema de inyección common Rail promcytec _____	53
Figura 38: Sistema “common Rail”, estructura y función de componentes _____	54
Figura 39: Inyector common Rail Bosch0445110126 _____	55
Figura 40: Como funciona explicaremos cosas que aun no existen.- part 8 _____	56
Figura 41: Simbología Técnica _____	57
Figura 42: Diseño del Equipo.- _____	58
Figura 43: Banco Convencional vs Banco del Proyecto _____	60
Figura 44: Bastidor o base de banco de pruebas _____	62
Figura 45: Despiece de la Estructura del banco de pruebas _____	63
Figura 46: Bomba de alimentación _____	64
Figura 47: RESISTENCIA PARA THERMA ELECTRICA _____	65
Figura 48: Despiece y Montaje de Caja de Probetas _____	66
Figura 49: Soldadura d ela Base del motor _____	67
Figura 50: Soldadura en Caja de Probetas _____	68
Figura 51: Acoplamiento de volante al motor eléctrico _____	68
Figura 52: Acoplamiento Flexible_1 _____	69
Figura 53: Acoplamiento Flexible_2 <b>Fuente: Elaboración Propia</b> _____	70
Figura 54: Bomba de alimentación de doble efecto _____	71
Figura 55: Termómetros análogos Wika-todos los productos en directindustry _____	72
Figura 56: Inyector de prueba _____	73
Figura 57: Plano hidráulico _____	74
Figura 58: Transformadores Secos Con Convertidor De Fases _____	75
Figura 59: Instalación del Inversor _____	75
Figura 60: Instalación del Panel de Control _____	76
Figura 61: Instalación del Sensor Pickup _____	77
Figura 62: Proceso de alineamiento de eje del motor _____	79
Figura 63: Pruebas finales del Proyecto _____	80
Figura 64: Contrastando los resultados _____	86

# I: ASPECTOS GENERALES

## 1.1 CONTEXTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El laboratorio y servicio diésel Fuentes viendo la necesidad de atender a todos sus clientes decidió ampliar su capacidad de producción, puesto que el banco de pruebas que se tiene en la actualidad no se abastece para la demanda del mercado por los motores con bombas de inyección y de esta manera se decidió fabricar un banco de pruebas donde se pueden calibrar bombas de inyección convencionales así como las bombas de alta presión del sistema common Rail. Debido al alto costo que demandaría adquirir una máquina y el espacio que ocuparía en la planta y de esta manera se incrementaría la producción en nuestro laboratorio diésel

Para la realización de este trabajo se ha tomado en cuenta cuatro bancos de pruebas convencionales como referencia ya existentes de marca Bosch (Alemania), Odolini (italiano), Raboti (Coreano) y Zexel (Japonés) a los cuales se estudió previamente todo el sistema de funcionamiento, determinando el presente proyecto de innovación y modernización.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo general

Innovar y fabricar el prototipo de un banco de pruebas para bombas de inyección para motores diésel y bombas alta presión common rail cumpliendo los parámetros establecidos y tiempo programado.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Satisfacer, por medio de innovación y fabricación de un banco de inyección, la necesidad de expansión del laboratorio y servicio diésel Fuentes de manera que pueda reparar todos los sistemas de inyección para su producción.
- Definir las modificaciones a realizarse a un banco de pruebas para su funcionamiento efectivo, adicionándole el sistema de inyección common rail, disminuyendo su costo.
- Comparar la disminución de costo de fabricación de nuestro proyecto con relación a un banco de prueba convencional.

## **1.3 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN**

### **1.3.1 Antecedentes históricos**

Servicio diésel FUENTES S.A. Una empresa peruana constituida el 20 enero de 1995 con RUC N° 10076246381 ubicado en la calle N° 1 Mz D lote 8 urbanización de Viñedos de Carabaylo distrito de Comas Lima Perú con amplia trayectoria con más de veinte años en el sector automotriz e industrial, especialistas en reparación de bombas de inyección en línea, bombas de inyección Rotativas, calibración de inyectores common rail y reparación de motores diésel en general.

El servicio diésel FUENTES corresponde al apellido paterno del fundador dueño de la empresa, el señor Fredy Fuentes Oliveiros, quien inicialmente trabajo en Volvo Perú, quien fundo el laboratorio para hacer servicio a las unidades de la compañía y luego también dedicándose al servicio de unidades de otras marcas del mercado interno de nuestro país.

### **1.3.2 Filosofía empresarial**

Las declaraciones estratégicas del laboratorio servicio diésel FUENTES establece las siguientes estrategias corporativas:

#### **MISION**

Proporcionar un buen servicio de reparación, mantenimiento de bombas de inyección e inyectores common rail del sector automotor e industrial. Conservando las máquinas de nuestros clientes en estado de operación eficiente y seguro satisfaciendo de esta manera sus necesidades y expectativas en el mejor tiempo posible a sabiendas de Ud. y su máquina o vehículo son lo más importante.

#### **VISION**

Llegar a ser el taller líder y confiable a nivel nacional a mediano plazo. Una vez cumplido ese objetivo, mantenernos como los mejores en el mercado ofreciendo el servicio para las máquinas y vehículos con unidades diésel siendo reconocidos por la calidad de nuestros servicios, honestidad y precios justos.

#### **VALORES**

Compromiso cumpliendo en tiempo y forma con las expectativas de nuestros clientes, honestidad garantizando la buena calidad de nuestro trabajo.

### 1.3.3 Estructura organizacional

La estructura orgánica del servicio diésel “Fuentes se puede observar mediante siguiente organigrama de la fig. N° 1 donde podemos observar la distribución de jefaturas y gerencias.

En la actualidad desempeño como jefe de taller realizando las siguientes funciones:

- Evaluar los motores de las máquinas que llegan a la planta para un diagnóstico de fallas para ver las posibles deficiencias
- Elaboración de registros de procedimiento del trabajo a realizarse
- Elaboración y calificación de habilidad de los técnicos laboratoristas quienes van a ser los que realizaran el trabajo de reparación, mantenimiento o corrección de fallas
- Elaboración y registro de repuestos o piezas a sustituirse para la corrección de las fallas de la máquina.
- Control de calidad en el proceso de reparación o mantenimiento realizado.

#### Organigrama del Laboratorio Diésel “FUENTES”

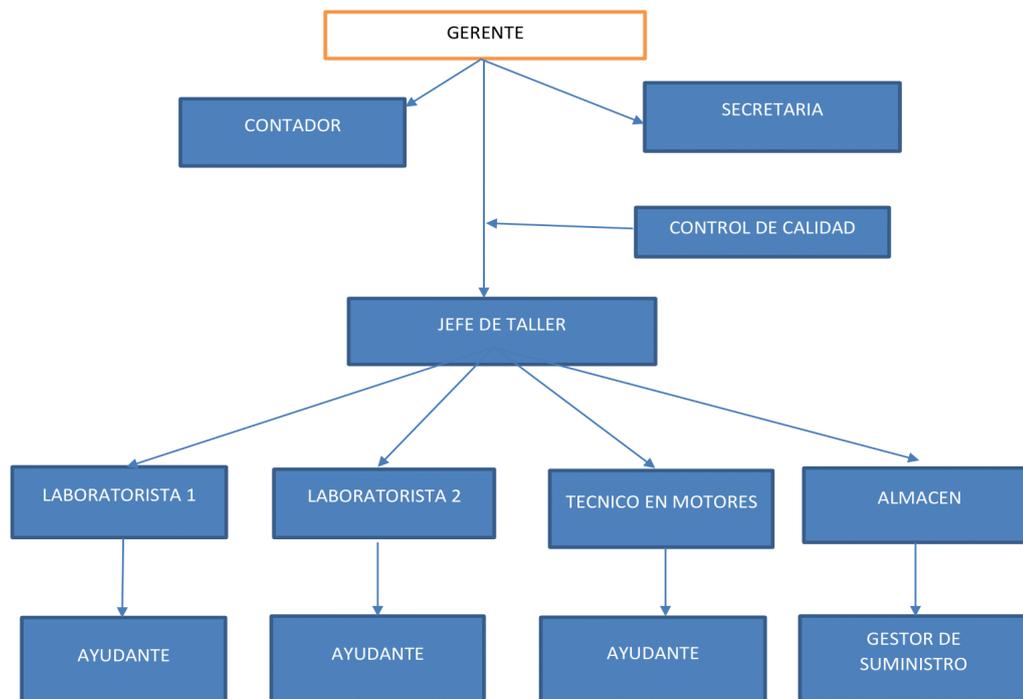


Figura 1: Organigrama del Laboratorio Diesel FUENTES  
Fuente : Elaboración Propia

## II: FUNDAMENTACION DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

### 2.1 MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1 Bases teóricas.

##### Banco de Pruebas

##### Banco de pruebas convencional

El banco de pruebas es una máquina de bastante precisión en la cual se instala la bomba de inyección sean lineales o rotativas después de su reparación y se simula su funcionamiento como si la bomba estuviera trabajando en el motor diésel. En dicha máquina podemos comprobar el comportamiento real del funcionamiento de la bomba de inyección a diversos regímenes de velocidad para ajustar el suministro de combustible, verificar el funcionamiento del regulador de velocidad y la eficiencia de la bomba de inyección con la ficha técnica que nos indica el fabricante (tabla de calibración).

##### Componentes de un banco de pruebas convencional

**Motor eléctrico.-** es el principal componente de accionamiento de la máquina generalmente es trifásico que funciona a velocidad constante nominal en algunos casos usaron motor asíncrono

**Sistema de Variación de velocidad.-** (embrague) Para el funcionamiento efectivo del banco de pruebas se requiere variar la velocidad (RPM) del eje de la máquina (polea con acoplamiento flexible) la cual acciona directamente al eje de mando de la bomba de inyección para de esta forma realizar las pruebas a diferentes regímenes de velocidad (RPM)

Embrague mecánico.- La variación de velocidad se consigue gracias a un sistema de poleas y fajas caso HARTRIGH (sistema convencional antiguo)

**Embrague hidráulico.-** En este caso con el avance de la tecnología se ha diseñado un variador de velocidad con engranajes de accionamiento hidráulico con lo cual se consigue el objetivo y también se obtiene que la máquina sea más silenciosa al operar caso BOSCH

**Embrague electromecánico.**- con el avance de la tecnología se ha diseñado el Variador de velocidad. ELECTROMECHANICO con el cual a través de un sistema magnético se consigue variar la velocidad para luego accionar por medio de poleas y fajas a la caja de cambios y finalmente mover a la volante de accionamiento con acoplamiento flexible que mueve a la bomba de inyección a probar

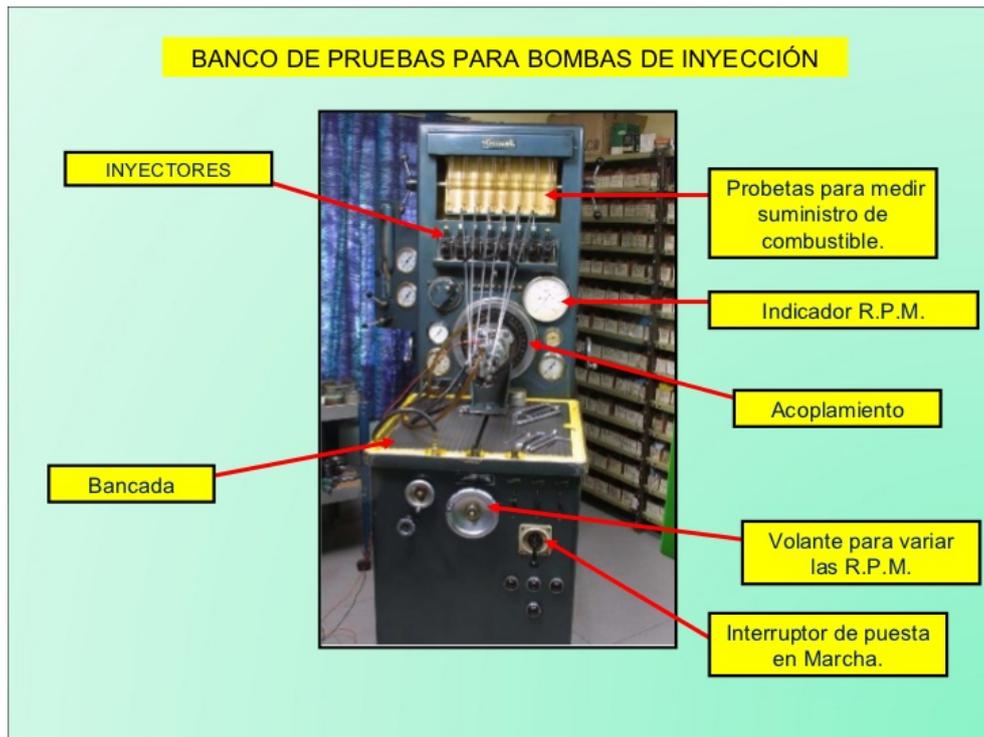


Figura 2: Banco de pruebas motores solo freno posot class

Fuente: Posot class

**Caja de cambio del banco de pruebas.**- todas estas máquinas convencionales cuentan con una caja de cambios con engranajes para reducir y aumentar las RPM y también para mantener el torque en la polea con acoplamiento flexible (eje principal la cual acciona a la bomba de inyección). Esta caja cuenta con selector de alta y baja velocidad la cual se usa de acuerdo al requerimiento de la prueba que se está realizando

### Banco de pruebas convencional (antiguo)



Figura 3: Banco de pruebas para bomba inyectora

Fuente: Mercado libre argentina

**Contador de Revoluciones y carreras útiles o emboladas.-** También llamado tablero de control

El conteo de las RPM del eje principal de la maquina se consigue gracias a un sensor el cual va instalado precisamente junto al eje el cual se determina por el número de dientes a este sensor se le conoce como sensor pick up el cual detecta cuando el diente de un engranaje rueda dentada u otra proyección ferrosa pasa por la punta del sensor pulsos eléctricos son producidos por la bobina interna del sensor y enviados a la unidad de control de velocidad llamada también Tacómetro de RPM.

## Banco de pruebas marca Bosch



Figura 4: Banco de pruebas inyección diésel Bosch Eps 604

Fuente: Pinterest

**CALIBRACION DE UNA BOMBA DE INYECCION Y FUNCIONAMIENTO DE UN BANCO DE PRUEBAS.-** para poner en operación el banco de pruebas debe ser hecho por personal debidamente capacitado que conozca el funcionamiento de la bomba de inyección y también el funcionamiento del motor diésel. La regulación de una bomba y su puesta a punto se determina como la fase más meticulosa de todo el proceso de ajuste en el BANCO DE PRUEBAS. El buen funcionamiento del motor diésel depende en gran medida de la bomba de inyección que a su vez depende de la correcta calibración para cumplir su función de forma adecuada. Para una calibración es necesario el equipo adecuado esto es un **banco de pruebas** conjunto de inyectores normalizados de prueba, tubo de ensayo (probetas de ensayo graduado en CC u otra graduación que indique el volumen del aceite de prueba) y demás accesorios que garanticen un trabajo de calidad.

## **Funcionamiento**

Para poner en operación el BANCO DE PRUEBAS se enciende el motor eléctrico a través del tablero de control el cual funciona a velocidad constante luego para poner en marcha el eje principal de la maquina es decir el eje que acciona directamente a la bomba de inyección en sí. Trabaja el embrague el cual reduce la velocidad por orden del operador. Desde el tablero de control Ya sea el embrague mecánico, hidráulico u electromecánico el cual acciona a través de mecanismo de cadena o en otros casos a través de fajas y poleas de transmisión a la caja de cambios que se encuentra en la parte superior la cual cuenta con selector de alta y baja velocidad de acuerdo a la exigencias que se requiera al momento de probar una bomba de inyección. La caja mecánica a través de una brida transmite el movimiento a la polea el cual a su vez acciona al eje de mando de la bomba de inyección por medio de una junta flexible universal.

## **INNOVACION Y FABRICACION DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS DE INYECCION DIESEL Y BOMBAS DE ALTA PRESION COMMON RAIL**

Después de haber estudiado detenidamente los sistemas del funcionamiento del bancos de prueba convencionales narrados anteriormente se llegó a la conclusión que tiene partes complejas más que todo en la parte electrónica y el sistema de poder de energía de accionamiento para cumplir este objetivo emplearemos un INVERSOR electrónico, también llamado variador de frecuencia con el cual remplazamos los siguientes componentes:

- Embrague mecánico, Hidráulico, Electromecánico
- Poleas, Faja ,engranajes ,cadena ,tensor de faja
- Caja de cambios con selector de alta y baja velocidad

El inversor remplaza a estos componentes que encarecían el costo de la máquina y también conseguimos menos ruido al momento de operar y muchas ventajas con respecto al mantenimiento por el cambio de aceite a la caja de cambios, al Embrague Hidráulico, cambio de fajas poleas rodajes del Tensor etc. Debido a que estos componentes son suprimidos

El presente proyecto fue un reto para la empresa por la fabricación ya que en el Perú no hay empresa que haya fabricado un banco de pruebas y otra ventaja es el costo

invertido viene a ser el 10 % del costo real de un banco Bosch original este proyecto se concretó después de un año y podemos decir que hemos cumplido el reto GRACIAS A DIOS QUIEN NOS GUIO EN TODO MOMENTO sin muchas complicaciones las cuales fueron subsanadas a tiempo por nuestro personal técnico.

#### **.Sistema hidráulico o de alimentación de aceite de prueba.-**

Para este sistema se ha considerado varios componentes los cuales cada uno tiene su función importante y son los siguientes:

- Tanque de aceite de prueba
- Bomba de alimentación de doble efecto
- Filtro de aceite deposito concentrador de aceite
- Válvula de cierre regulador de presión
- Manómetro de baja presión
- Manómetro de alta presión
- Válvula de descarga de alta presión
- Manómetro indicador de temperatura (termómetro)
- Inyectores normalizados de pruebas
- Probetas para leer el caudal de prueba o volumen de entrega en Centímetros cúbicos (CC)
- Caja o tablero de control

**Aceite de prueba ISO 4113 Diésel calibración Fluid.-** es un aceite especialmente para calibración de bombas de inyección diésel aplicados en bancos de pruebas de ensayo diésel y también para prueba y calibración de inyectores del sistema de inyección diésel. Su presentación por general es por galones en el mercado.



Figura 5: Aceite mineral/parabomba/de baja viscosidad-seria iso4113

Fuente: Directyndustry

**Bomba de alimentación de aceite.-** se usó una bomba de alimentación de doble efecto su misión es succionar el aceite desde el tanque y alimentar a todo el sistema a una presión aproximada de dos Bar está constituido por un Embolo, dos válvulas de aspiración y dos válvulas de presión de descarga esta bomba se encuentra embridada en la base de la bomba de inyección lineal la cual fue acondicionada para la ocasión aprovechando la rotación solo del eje de levas mas no los elementos debido a que ha sido seccionado para de esta forma mover el eje de levas de la bomba de inyección, el eje de la bomba es accionado por un motor trifásico de  $\frac{1}{4}$  Hp energizado desde el tablero de control ejecutado por el operador que calibra la bomba de inyección.

**Funcionamiento.-** Mediante el movimiento hacia adelante se abren simultáneamente una válvula de aspiración y otra de presión es decir que al mismo tiempo se aspira y se impulsa el combustible el resorte en tensión del embolo lo hace retroceder a este después de haber recorrido toda su carrera en esta carrera también se aspira e impulsa igualmente de todos modos a través de otras dos válvulas esta bomba entonces impulsa en cada carrera es de doble efecto es decir impulsa dos veces en cada revolución alimentando de esta forma un gran volumen de aceite y permitiendo que la bomba quede siempre bien alimentada de aceite.

**Filtro de Aceite de prueba.-** Su función principal del filtro de aceite de prueba es proteger el sistema de inyección del banco de pruebas. Los filtros diésel eliminan las impurezas existentes en el aceite de prueba que pueden proceder de diversas fuentes

- Contaminación durante el transporte, producción, almacenamiento, las reparaciones etc.
- Entrada de partículas a través del sistema de ventilación del depósito de combustible del banco de pruebas
- Contaminación con las impurezas y la oxidación presentes en el depósito o en los conductos del combustible
- Condensación de agua en el depósito de combustible debido a las variaciones de temperatura.

Estos contaminantes pueden obstruir el sistema de inyección de la maquina provocando que la bomba que se está probando no trabaje correctamente y de esta forma no se realice las calibraciones correctas de la bomba de inyección por consiguiente mal funcionamiento del motor en el que es aplicado dicha bomba de inyección debemos recordar que el funcionamiento del motor depende en gran manera de la correcta calibración de la bomba de inyección pues es la que controla al motor.



Figura 6: Hyundai HD-78

Fuente: Motum HYUNDAY

Válvula reguladora de presión.- Para esta función se usó una válvula de regulación de aguja. Es un tipo de válvula que posee un vástago cónico que abre, cierra u obstruye en forma parcial o total uno o más orificios o conductos.

Características de la válvula de aguja.- El vástago cónico funciona como obturador sobre un orificio de pequeño diámetro en relación al diámetro nominal de la válvula. En estas válvulas si el vástago es de rosca fina es lento el desplazamiento y el hecho que hasta que no se gira un buen número de vueltas la sección de paso de fluido es mínima por lo que esta válvula es buena reguladora de caudal.

Se emplean para realizar regulaciones de fluido con estrangulamiento del mismo de manera muy precisa y fina y sus aplicaciones incluyen las altas presiones y grandes temperaturas.

Ventajas.-

- Gran rapidez de accionamiento
- Hermetismo
- En posición abierta es muy pequeña la pérdida de carga
- Poco desgaste.

Válvula de descarga de aceite.- esta válvula está compuesta por un resorte, billa la cual se encuentra en la parte superior del acumulador de aceite (pulmón) es la encargada si en un momento se sobrealimenta el sistema permite que el combustible de sobrepresión retorne al tanque.

Válvula reguladora de presión tipo aguja



Figura 7: Válvula aguja bronce DanusDanus

Fuente: Danus

### **Manómetros de medición de presión.-**

Manómetro.- es un dispositivo que se utiliza para medir PRESION es decir la magnitud física que refleja la fuerza que ejerce un cuerpo sobre una unidad de superficie con este instrumento es posible comprobar la presión de un gas o de un líquido, muchos manómetros suelen en cargarse de medir la presión manométrica que es la diferencia real existente entre la presión real y la presión atmosférica para esto toma como referencia la presión atmosférica y luego determinan la diferencia que hay con la presión real del fluido. Cabe señalar que la presión atmosférica es la presión realizada por la atmosfera sobre los cuerpos que están inmersos en ella: a nivel del mar, su valor normal es de 1013 mbar o 760 mmHg. Existen dos tipos de manómetros.

Manómetros analógicos.- son los que indican la presión medida mediante una aguja.

Manómetros digitales.- son los que disponen de una pantalla LCD donde presentan el resultado.

### **Funcionamiento del Sistema de medición de caudal o entrega de combustible.-**

tenemos una bomba de inyección funcionando en el banco de pruebas la cual está girando a una determinada velocidad por ejemplo 1500 RPM (revoluciones por minuto) indicada en el indicador del panel de control, escogemos las emboladas a probarse ejemplo a 200 emboladas la cual podemos visualizar en el display de conto metro (conteo de emboladas en forma descendente) en el panel de control. La cantidad de combustible a depositarse en las probetas es de 8.2 a 8.6 CC toda esta información nos da en la tabla de calibración. Del fabricante

TOYOTA 2C	VE4/10F 2500RNP25	ENTREGA DE ACEITE
RPM DE BOMBA	EMBOLADAS	CAUDAL CC
1500	200	8,2 – 8.6

La prueba realizada seria.

El procesador recibe pulsos eléctricos de los dientes del engranaje (2) fig.40 a través de un sensor pickup (3) lo procesa y envía al display las rpm .El conto metro el cual trabaja con la tarjeta del panel de control para iniciar el conteo energizamos con el pulsado de conteo (11) Empezar se energiza el electroimán (6) el cual por medio de brazos de palanca hace que se desplace el colector de aceite (8) y deja libre el chorro de aceite a las probetas para ser llenadas. El final del conteo se realiza electrónicamente en forma descendente de 200 a 0 emboladas también tiene paro automático gracias a la tarjeta de control fig 8

## SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DE MEDICIÓN DE ACEITE

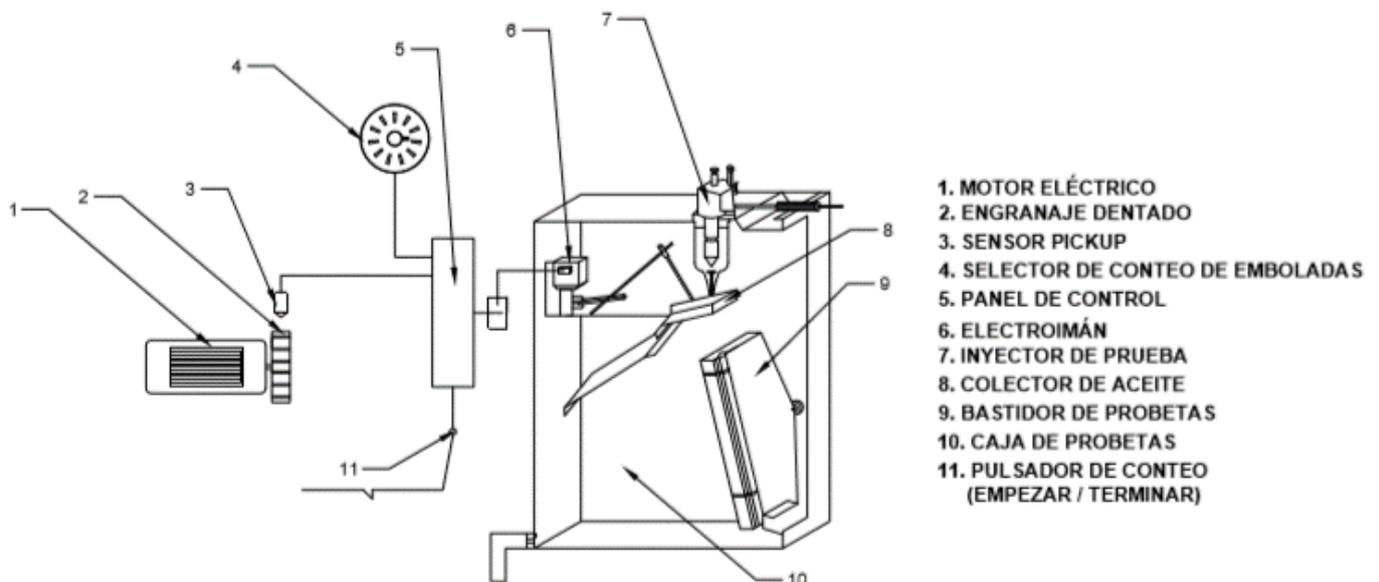


Figura 8: Sistema de Funcionamiento de Medición de Aceite  
 Elaboración propia

Las prueba se realizan a 100,200, 300, 400,500 o 1000 emboladas o también llamadas carreras útiles. Estas emboladas son determinadas por el fabricante del motor en este caso particular la prueba se realizó a 200 Emboladas o carreras útiles.

### VERIFICACION DEL CONTADOR DE REVOLUCIONES

El contador de Revoluciones y de carreras funciona con una exactitud de un dígito no pueden producirse variaciones dignas de mención.

Cada 6 meses ha de comprobarse el funcionamiento con un cronometro de acuerdo ala siguiente formula.

$$T = \frac{H(60)}{n}$$

H= Numero de carreras ajustado

n = velocidad de Rotacion

t = Tiempo de duración del conteo en segundos

Ha de comprobarse el tiempo de conteo “t” para simplificar la comprobación recomendamos usar la siguiente tabla con valores divisibles por 60

Numero de carreras ajustado	Velocidad de Rotación Ajustado RPM	Tiempo en segundos
60	60	60
100	600	10
1000	3000	20
600	1200	30

**Manómetros de presión de aceite.**-para las calibraciones de presión de aceite se requiere de dos manómetros de marca fima (italiana) uno de presión intermedia (2) fig. 40 de 0 a 10 Bar para verificar la presión interna de las bombas Rotativas y otro manómetro de baja presión (3) fig. 40 de 0 a 3 Bar para verificar la presión de transferencia es decir la enviada por la bomba de alimentación de doble efecto.



Figura 9: Manómetro glicerina 63mm/Posot class  
Fuente: Posot class

**Termómetro (Manómetro) indicador de temperatura de Aceite.**-Es un instrumento cuya utilidad es medir la temperatura a través de diversos mecanismos y escalas en nuestro caso estamos usando un termómetro con indicador de Reloj con un palpador o sensor que se ubica en el tanque de combustible.-El cual es el que censa la temperatura del aceite de prueba la cual es variable debido a la fricción de la bomba al funcionar que permite el aumento de temperatura además la maquina cuenta con sistema de calentador de aceite de prueba

### **Termómetro**

Inyectores Normalizados de pruebas.- Es un componente del banco de pruebas el cual es el encargado de inyectar el aceite de prueba en una copa luego en los vasos colectores para finalmente sea depositado en la probetas para medir el volumen de combustible inyectado de la bomba de inyección en prueba.

Termómetro indicador de temperatura de aceite de prueba

### **Componentes del inyector de prueba**

\_ Cuerpo del inyector con regulador.- Es la carcasa en el cual va alojado el vástago con resorte y un tornillo regulador de presión el cual se manipula con un destornillador por el otro extremo se fija la tobera a través de una tapa roscada.

\_ **Tobera.**- Es el encargado de pulverizar el aceite de prueba finamente pulverizado en una copa colectora para evitar el vapor formado por la pulverización (la cual es dañina para el cuerpo humano).

Las toberas tienen un código normalizado indicado por el fabricante. DN12SD12A con tobera con ángulo de 12 grados de chorro de inyección

La presión de inyección es regulable gracias a la tuerca del cuerpo dicha presión es determinada por el fabricante de la bomba de inyección en una tabla de calibración.

Dicha presión requerida se regula en el probador de inyectores

Las presiones más usuales son:

- 175 bar bombas de inyección PE ,PEA, PES BOSCH
- 150 bar bombas de inyección VEF , VE DENSO
- 130 bar bombas de inyección VE ZEXEL

**Probetas de ensayo.-** Son cilindros de cristal con graduaciones de volumen en centímetros cúbicos (CC) o mililitros las cuales van fijadas con unos soportes de fleje en el Bastidor giratorio para escurrir el aceite de prueba los más usuales utilizados en los bancos de pruebas son:

- Probetas grandes de 250 CC
- Probetas intermedias de 150 CC
- Probetas pequeñas de 45 CC

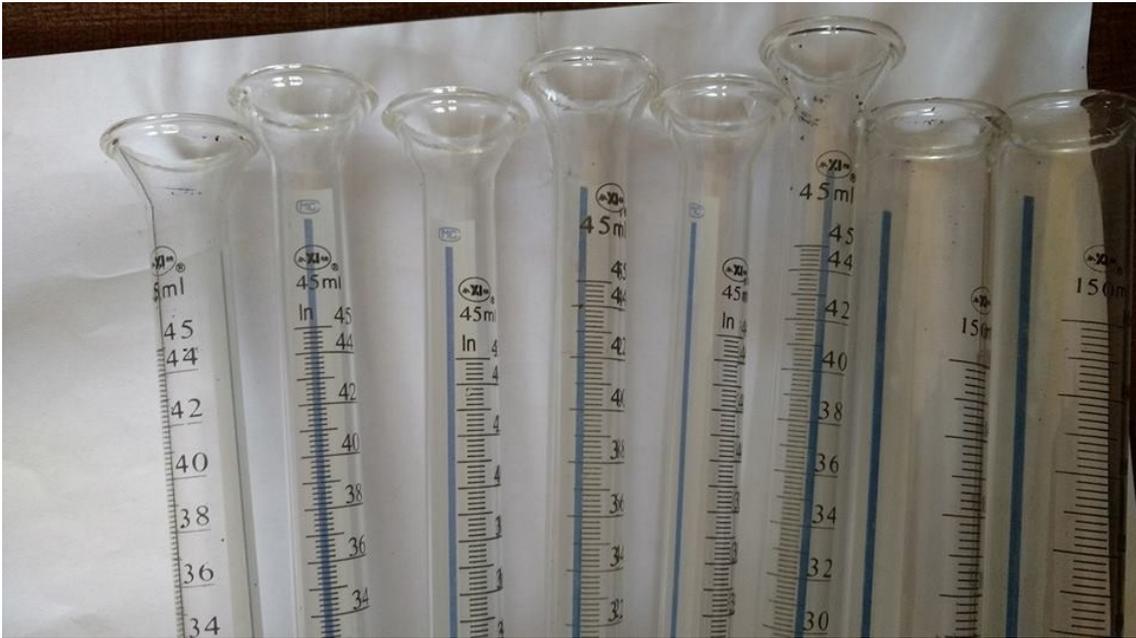


Figura 10: Probetas de vidrio 45ml Para Banco de Pruebas, Laboratorio  
Fuente: Mercado libre-Mercado libre

### **Sistema electrónico.-**

Panel Caja o tablero de control.- En este panel se encuentra ubicado todos los comandos que controlan al banco de pruebas para ser operado directamente por el personal debidamente capacitado por ser un equipo de alta precisión en este panel se encuentra también la tarjeta de control y diversos componentes electrónicos como disipadores de temperatura , amplificador de corriente .etc. externamente consta de los siguientes componentes:

- On / off encendido y apagado (principal)
- On / off encendido y apagado (calentador de aceite)

- On / off encendido y apagado (iluminación de probetas)
- Display indicador de revoluciones por minuto (RPM) del eje principal del banco de pruebas.
- Conto metro (indicador de numero de emboladas o inyecciones o stroke counter) contador descendente
- On / off encendido y apagado del motor de la bomba de alimentación
- On / off encendido y apagado del motor principal
- Selector de emboladas (conto metro)
- Potenciómetro de ajuste de velocidad (RPM) del eje del motor principal del banco de pruebas.

## PANEL DE CONTROL

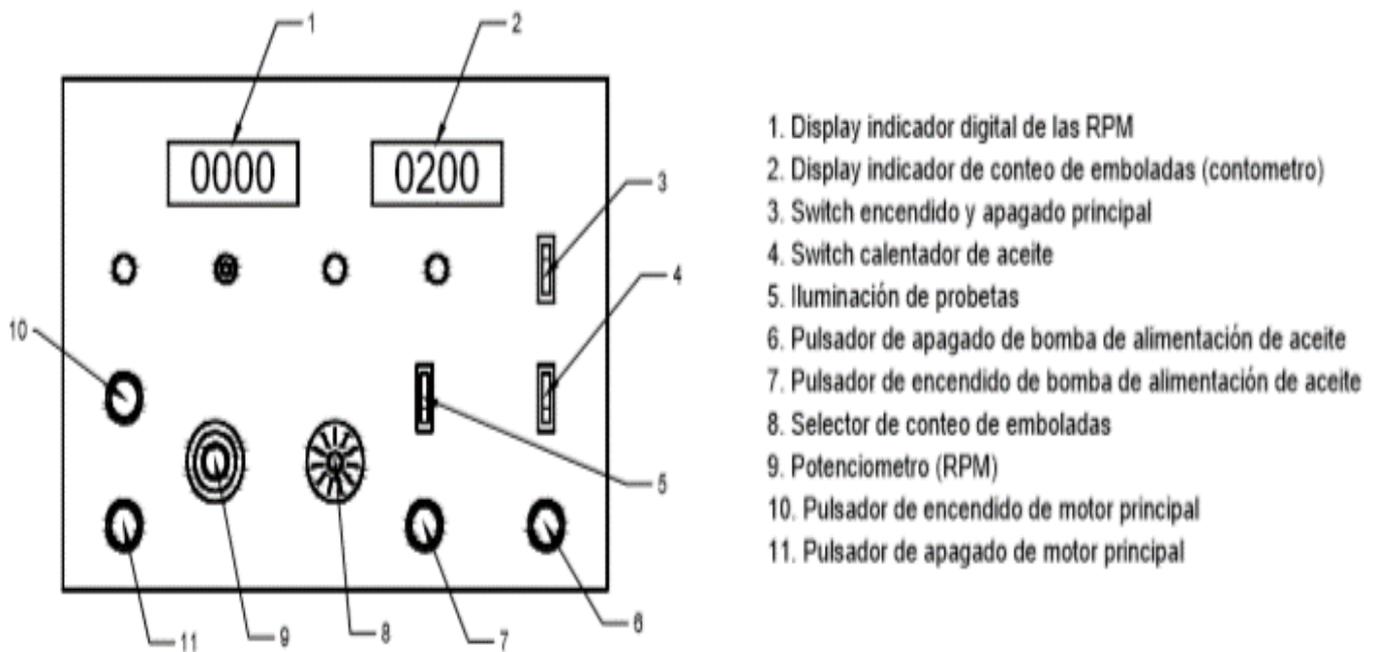


Figura 11: Panel de Control

Fuente: Elaboración propia

## Desarrollo de componentes indicados.-

**1.-switch de encendido y apagado principal.-** encendido y apagado total de la maquina (3) de la fig. 11



Figura 12: Botón Rojo interruptor de encendido y apagado

Fuente: Freepik

**2.-Encendido y apagado (calentador de aceite).-** Es una Resistencia que convierte la energía eléctrica en calor al hacer circular corriente eléctrica a través de un conductor se libera calor por encontrar resistencia en la actualidad la resistencias o calentadores se utilizan para infinidad de aplicaciones la gran mayoría de ellas son fabricadas con alambre de aleación de níquel. En este caso la maquina cuenta con un sistema de calentamiento de aceite para lo cual usamos una resistencia sumergida en el tanque de del aceite de prueba y también cuenta con un termostato que es el encargado de cortar la corriente cuando la temperatura del aceite llega 45 °C pues es la temperatura indicada por el fabricante de la bomba de inyección debido a que a esta temperatura las pruebas realizadas son reales y se pueden determinar fallas.-**3.-3.-Encendido y apagado (iluminación de probetas).-** para visualizar mejor el volumen de aceite en las probetas se instaló fluorescente en la caja de colección donde se encuentra el bastidor giratorio y las probetas de ensayo.

Display indicador de RPM revoluciones por minuto del eje principal.- este dispositivo trabaja con un dispositivo electrónico:

**4.-Tarjeta electrónica.-** Es una tarjeta que recibe información de pulsos gracias a un PICK UP (captador Magnético) sensor que capta de los dientes de un engranaje

accionado por el eje del motor de la maquina procesa las ordenes su función es enviar ordenes al display indicador digital de (RPM) el número de revoluciones a indicar es de 0 – 4000 rpm.

La función específica de esta tarjeta es procesar la información y mandar ordenes tanto al display de rpm también al display del contometro de emboladas y también para en final de conteo.

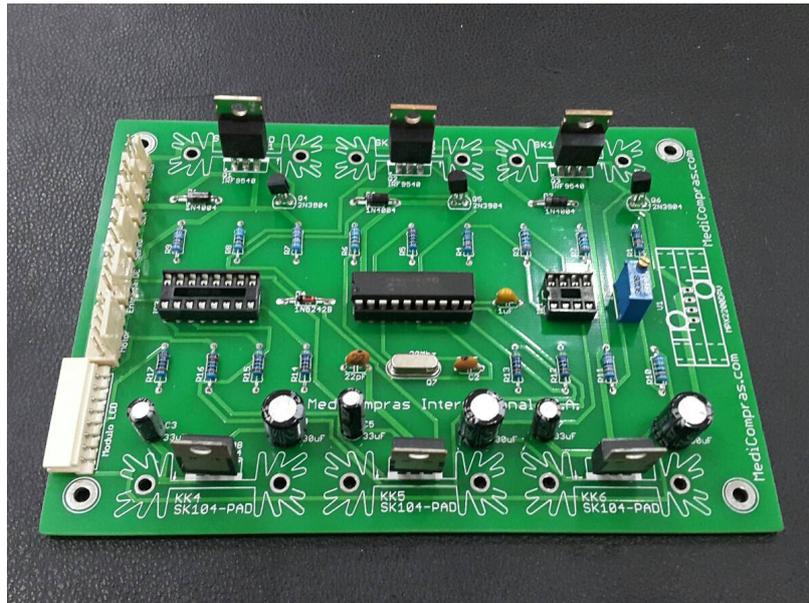


Figura 13: Tarjeta electrónica del tablero de control

Fuente: Mercado libre-mercado libre

Tarjeta electrónica para proyectos con sensor de.....

5.-Contometro (contador de emboladas).- Es un componente ubicado en el panel de control con el cual se realiza el conteo de emboladas para ello trabaja también con la misma tarjeta electrónica antes mencionada su función principal es energizar e interrumpir la energía que llega al electroimán que se encuentra ubicada en la caja de probetas para que por mecanismo de palancas se realice el desplazamiento del panel colector de aceite de esa forma se consigue el llenado de las probetas de acuerdo a las prueba a realizarse .

**6.-Sensor Pickup.-** Un pickup magnético es un sensor que detecta cuando el diente de un engranaje (Rueda dentada) u otra proyección ferrosa pasa por la punta del sensor. Pulsos eléctricos son producidos por la bobina interna del sensor en este caso

capta señal de los dientes de un engranaje de 60 dientes que se encuentra en el eje del motor. La señal recibida lo convierte en pulsos (una vuelta del engranaje = 60 pulsos) dichos pulsos son enviados a la unidad de control es procesado luego en la tarjeta electrónica y es enviado a un display.- digital para la visualización.



Figura 14: Magnetic Pickup sensor/ speed sensor

Fuente: IndianMART

**7.-Selector de Emboladas.**-Para el tiempo de duración del conteo de emboladas se usa un selector contador de centenas que es un mecanismo de perilla giratoria el cual alimenta compuertas en cada giro con 8 discos internos la forma del conteo es descendente (cuenta regresiva).

El conteo se realiza seleccionando la embolada requerida:

- 100 emboladas
- 200 emboladas
- 300 emboladas
- 400 emboladas
- 500 emboladas
- 1000 emboladas

También cuenta con un pulsador para interrumpir o dar fin el conteo de emboladas.



Figura 15: Selector de emboladas

Fuente: Elaboración propia

**8.-Encendido y apagado de bomba de alimentación de aceite de prueba.**-con este pulsador se energiza un motor trifásico de  $\frac{1}{4}$  hp el acciona el eje de una bomba de inyección en línea la cual es aprovechada para mover la bomba de alimentación de doble efecto y de esta manera se alimenta todo el sistema de alimentación de aceite de prueba del banco de pruebas

**9.-Encendido y apagado del motor principal.**-con este pulsador se energiza todo el sistema de energía (power) del banco de pruebas que es la parte más importante y compleja del presente proyecto.

**SISTEMA DE IMPULSO (etapa de energía).**- gracias a este sistema se consigue el accionamiento del eje principal y por consiguiente el correcto funcionamiento del banco de pruebas básicamente consta de los siguientes componentes:

- Transformador de voltaje trifásico de 220voltios a 440 voltios
- INVERSOR o simplemente variador de frecuencia
- Potenciómetro multivoltios de 22k
- Selector de sentido de Rotación
- contacto res

Transformador de voltaje de 220 voltios a 440 voltios 60 Hertz 10 KVA.- su función es elevar el voltaje proveniente de la red que es de 220 voltios a 440 voltios que es la tensión requerida para alimentar al inversor cuya tensión nominal es de 440 voltios de corriente trifásica 60 Hz y también aislar el equipo de la tensión de entrega.

**Motor Eléctrico marca Siemens 7.5 kW = 10 HP.-** Los motores normalizados Siemens se destacan por su versatilidad, su robustez y su eficiencia energética. Por regla general todos los motores pueden ser alimentados por convertidores o transformadores con tensiones de la red hasta 440 voltios +/- 10% con un rango de potencia que abarca de 0.12 a 1360 HP, los motores cumplen las demandas tanto los mercado Europeo como el mercado internacional.



Figura 16: Trifásico: Electronicos-video en Peru/olx

Fuente: OLX Peru

#### **Motores Siemens normalizados para uso universal.**

Campo de aplicación.- gracias a la gran cantidad de opciones disponibles los motores normalizados de Siemens son aptos para todos los sectores y ramas industriales. Es decir puede funcionar tanto en condiciones ambientales especiales como las que reinan en algunas aplicaciones en la industria química y petroquímica como en cualquier condición climática por ejemplo en aplicaciones offshore. Su gran rango de tensión de Red permite su aplicación en el mundo entero.

En su amplio campo de aplicación figuran los siguientes casos:

- Bombas
- Ventiladores

- Compresores
- Máquinas de elevación y transporte como grúas y cintas transportadoras
- Almacenes Verticales
- Maquinas envasadoras/embaladoras
- Automatización y accionamientos

Motor trifásico.- Es una maquina eléctrica Rotativa capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesita circuito auxiliar, son más pequeños y livianos que uno monofásico de inducción de la misma potencia debido a esto su fabricación representa un costo menor. Los motores eléctricos trifásicos se fabrican de diversas potencias y se construyen prácticamente para todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 HZ) normalizados y muy a menudo están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas.

Partes de un motor trifásico.- Consta de tres partes fundamentales que son:

- El Estator.- Está constituido por un enchapado de hierro al silicio de forma ranurada generalmente es introducido a presión dentro de una carcasa.
- El Rotor.-Es la parte móvil del motor está conformado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama Jaula de Ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras forman en realidad una jaula.
- Los Escudos.- por lo general se fabrica de hierro colado en el centro tienen cavidades donde se incrustan cojinetes sobre los cuales descansa el eje del Rotor, Los escudos deben estar siempre bien ajustados con respecto al estator, porque de ello depende que el Rotor gire libremente o que tenga arrates o fricciones.

Principio de funcionamiento.- Cuando la corriente atraviesa los arrollamientos de las tres fases del motor, en el estator se origina un campo magnético que INDUCE corriente a las barras del rotor Dicha corriente da origen a un flujo que al reaccionar con el flujo del campo magnético del estator originara un par motor que pondrá un movimiento al Rotor, dicho movimiento es continuo debido a las variaciones también continuas de la corriente alterna trifásica.

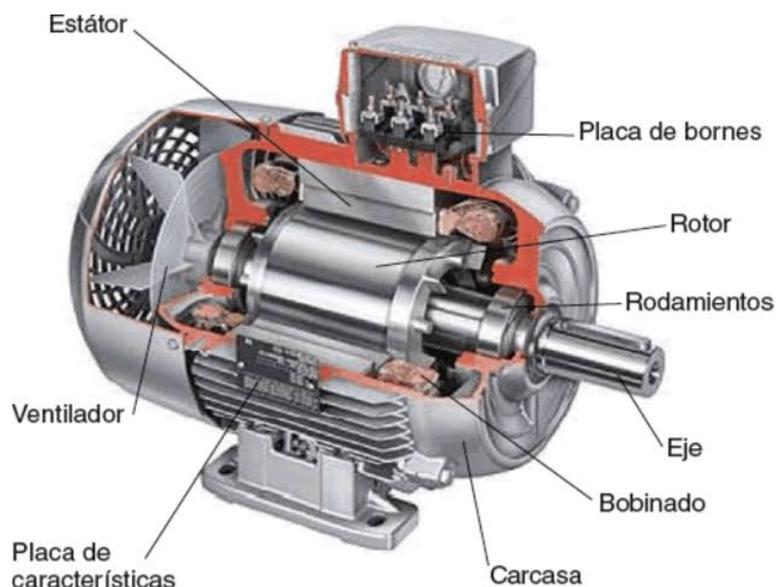


Figura 17: Motor Electrico

Fuente: Impacto de la tecnología en la ciencia

**-INVERSOR.-** También conocido como variador de frecuencia.

El inversor YASKAWA VS-616G5 corresponde a una serie de inversores de propósitos generales de alta calidad con control vectorial de flujo, controla directamente la corriente (o el par) de un motor de inducción de CA. Con rango de potencia inicial de 0.5 a 500 HP, la serie es apta para cualquier aplicación además de ofrecer un arranque suave a bajas velocidades y una operación extremadamente precisa. La función patentada de ajuste automático permite un ajuste de alto rendimiento de motores estándar fabricados en cualquier parte del mundo.



Figura 18: Varispeed flux-vector invertir

Fuente: HIGH TECHNOLOGYFOR HIGH RELIABILITY

El inversor VS-616G5 Se destaca como el mejor equipo para cualquier aplicación esta funcionalidad incluye funciones patentadas por YASKAWA tales como control vectorial adaptivo (incremento de par automático en todo rango), ajuste automático, sobrecarga térmica electrónica del motor aprobada por UL operación de ahorro de energía, control PID, operación de bajo ruido y muchas otras funciones. También ofrece un operador digital alfanumérico de 2 líneas con 16 caracteres, para permitir una programación sencilla en 8 idiomas distintos mediante el uso de moderna tecnología de microprocesadores los miembros del equipo de diseño de YASKAWA colaboraron para convertir a dicho inversor en el equipo para cualquier aplicación.

Funcionamiento.-

-Etapa de entrega o Rectificador Trifásico en esta etapa se rectifica la tensión trifásica 440 voltios y 60 Hz a corriente continua de aproximadamente de 550 voltios y filtrada con unos condensadores.

-Etapa de salida consta de 06 IGBT (transformadores de puerta aislada), la cual realiza conmutaciones para transformar la corriente continua en trifásica en frecuencia variable.

-Etapa de generación de Pulsos de disparos hacia las puertas de los IGBT (Insulation Gate Bipolar Transistor) usando la técnica de PWM (modulación de ancho de pulso) y de esta manera se sintetiza la onda trifásica de frecuencia variable que alimenta al motor

Funcionamiento.- operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) esta determinada por la frecuencia de AC suministrada y el número de polos en el estator de acuerdo con la relación

$$RPM = \frac{120(f)}{P}$$

Revoluciones por minuto = RPM

Frecuencia de suministro = f

Numero de Polos = P

Constante = 120

La cantidad de polos frecuentemente mas utilizados en motores asíncronos son de 2,4,6,8 polos siempre par ejemplo:

Queremos saber cual es la RPM de un motor de 2 polos cuya frecuencia de suministro es de 60 Hertz.

$$RPM = \frac{120(f)}{4}$$

$$RPM = 1800$$

**Potenciómetro multivuelatas de 22K.-** Es una resistencia variable. Limita el paso de corriente eléctrica (intensidad) provocando una caída de tensión en ellos al igual que en una resistencia pero en este caso el valor de la corriente y la tensión en el potenciómetro las podemos variar solo con cambiar el valor de su resistencia en una resistencia fija.



Figura 19: Potenciómetro  
Fuente: Casa Keim  
Descripción/Electrónica casa Keim

El valor de un potenciómetro viene expresado en ohmios cuyo símbolo es (  $\Omega$  ) Por ejemplo Un Potenciómetro de 10 K puede tener una resistencia variable con valores entre 0 ohmios a 10000 ohmios. Para su construcción son realizadas con una pista de carbón o de cermet sobre un soporte duro como papel baquelizado (cartón prespan), fibra de vidrio, baquelita etc. La pista tiene sendos contactos en sus extremos y un cursor conectado a un patín que se desliza por una pista resistiva

### **Motores Diésel**

Es una maquina térmica de combustión interna. Con autoencendido gracias a las altas temperaturas derivadas de la compresión de aire en el cilindro la principal diferencia con un motor a gasolina reside precisamente en este punto. Los motores diésel no necesitan chispa para encenderse si no que cuentan con bujías incandescentes que van subiendo la temperatura del aire en la cámara de compresión.

**Admisión.-** en este primer tiempo se produce el llenado de aire ya que la válvula de admisión permanece abierta mientras el pistón va en su carrera de descenso hacia el punto muerto inferior PMI siempre se admite la cantidad total de aire.

**Compresión.-** La válvula de admisión se cierra cuando el pistón llega al punto muerto inferior (PMI) comenzando la carrera de ascendente del embolo o (pistón) que empieza a comprimir el aire aspirado que quedo encerrado en el cilindro, la relación de compresión esta entre 14 y 22 a 1 por medio de esta elevada compresión se llaga a unas presiones de compresión de unos 30 a 55 bar, el aire alcanza a unas

temperaturas entre 700 y 900°C alta temperatura (calor de compresión del aire).  
Hacia el final del periodo de compresión.

**Expansión.** - Al final de la carrera de ascenso del pistón (30° a 5° antes del PMS) SE INYECTA EL COMBUSTIBLE DIESEL (petróleo) finamente pulverizado en el interior del cilindro (cámara de compresión) a esta etapa se le denomina final de inyección y comienzo de la combustión en el cual se quema el combustible que entra en contacto con el aire caliente la mezcla se inflama espontáneamente. La presión de combustión es de 65 a 90 bar aproximadamente impulsa al pistón hacia abajo.

**Escape.**- A través de la válvula de escape abierta, los gases quemados salen del cilindro a causa de la presión todavía existente y son empujados por el pistón hacia el escape. A plena carga la temperatura de los gases es aun de 550 a 750°C.

Este momento en el motor es considerado como la etapa más importante debido a que se consigue movimiento mecánico gracias a poder calorífico del combustible y aire.

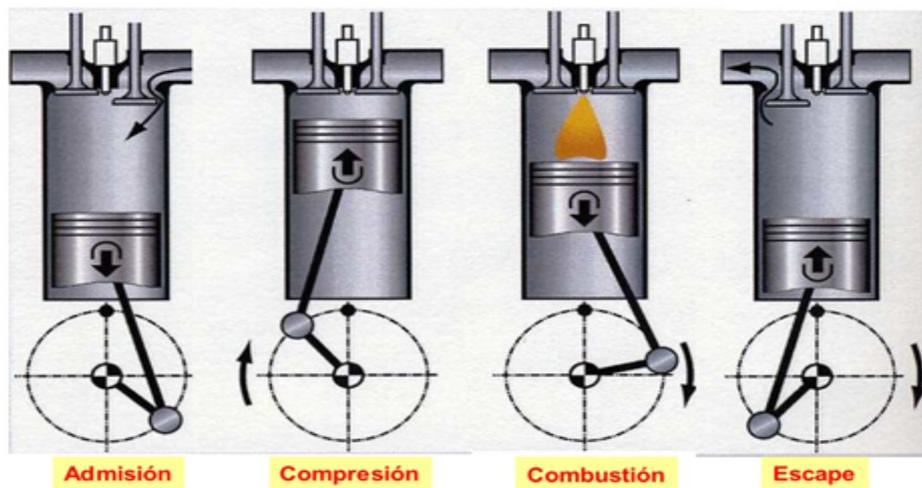


Figura 20: Cuatro tiempos del motor Diésel

Figura

a

b

c

d

## 21: Diésel y Accesorios

Diésel y accesorios

### Electroinyección Coslada

#### Sistema de Alimentación en un Motor Diésel

El equipo de inyección está conformado por (tanque de combustible, filtro, bomba de alimentación, bomba de inyección y finalmente los inyectores) tiene la misión de

inyectar el combustible (Petróleo) finamente pulverizado en la cámara de compresión en el instante preciso en cantidad perfectamente determinada de acuerdo al régimen de carga en forma adecuada al procedimiento de combustión.

### **Sistema de Alimentación de combustible en un Motor Diesel**

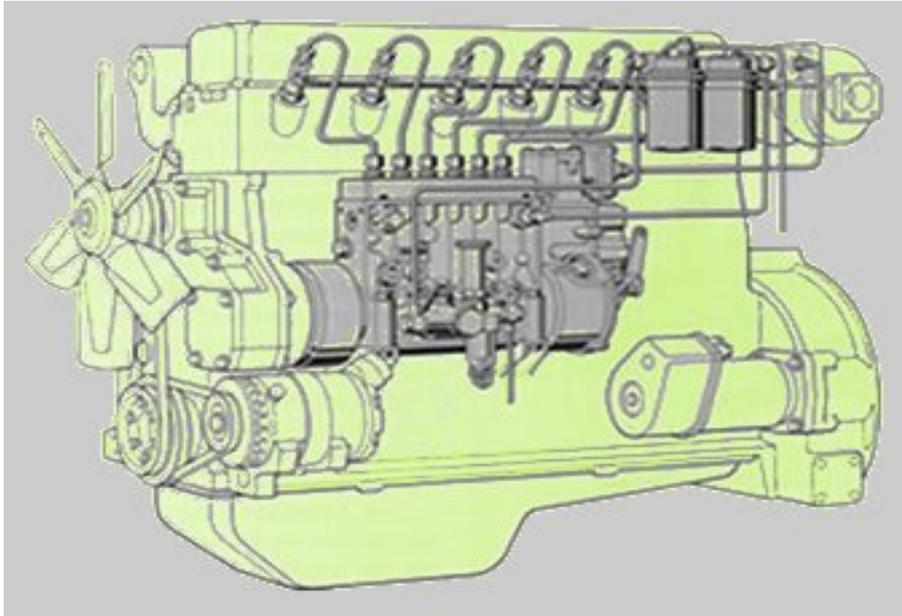


Figura 22: Sistema de alimentación de combustible en un motor diésel

Fuente: Sabelotodo.org

### **Bomba de Alimentación de combustible**

La función principal de estas bombas de alimentación es succionar el combustible (petróleo) desde el depósito o tanque de combustible y enviarlo a la bomba inyectora a una presión baja conocida como presión de transferencia aproximada de 1,5 bares estas bombas son embridadas o fijadas en la misma bomba de inyección accionadas por el eje de levas de dicha bomba inyección.

Tipos de bombas de alimentación.-Las bombas de alimentación de combustible son las siguientes:

- Bomba de pistón
- Bomba de diafragma

Nomenclatura de bomba de alimentación de tipo pistón

EP / DK 22 P 89      Numero de pedido

Tipo de bomba donde va montada

Diámetro de Pistón

Tipo de bomba de alimentación

Bomba de alimentación

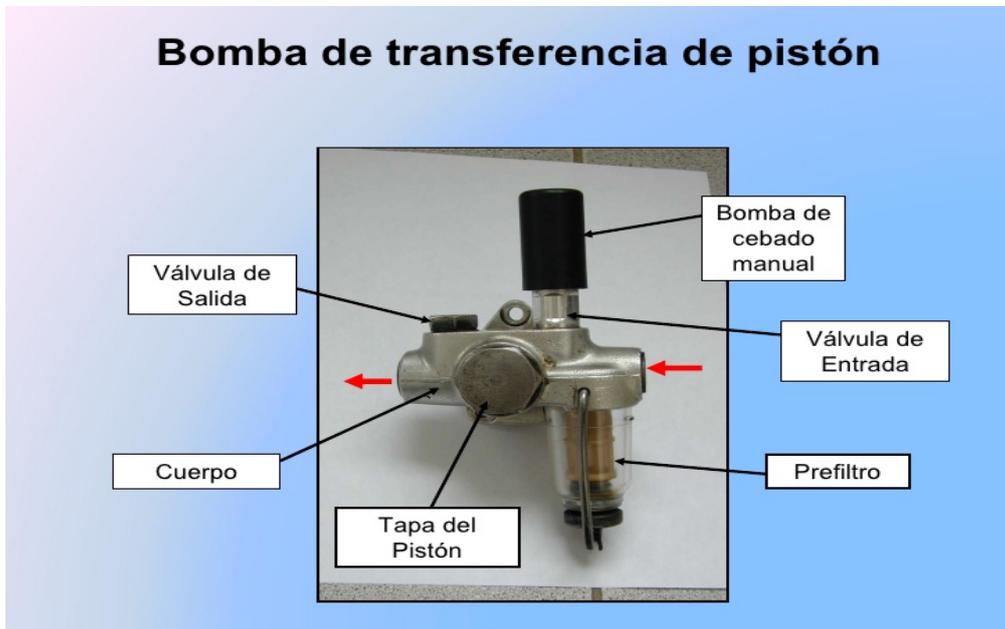


Figura 23: Sistema de alimentación de combustible  
Fuente: Es.slideshare.net

En el caso de las bombas Rotativas las bombas de alimentación son del tipo paletas deslizantes con Rotor y excéntrica vienen incorporadas en la misma bomba de inyección y accionadas por el eje de la misma bomba de inyección.

Bomba de alimentación de diafragma (membrana)

### COMPONENTES DE UNA BOMBA DE INYECCION DE DIAFRAGMA

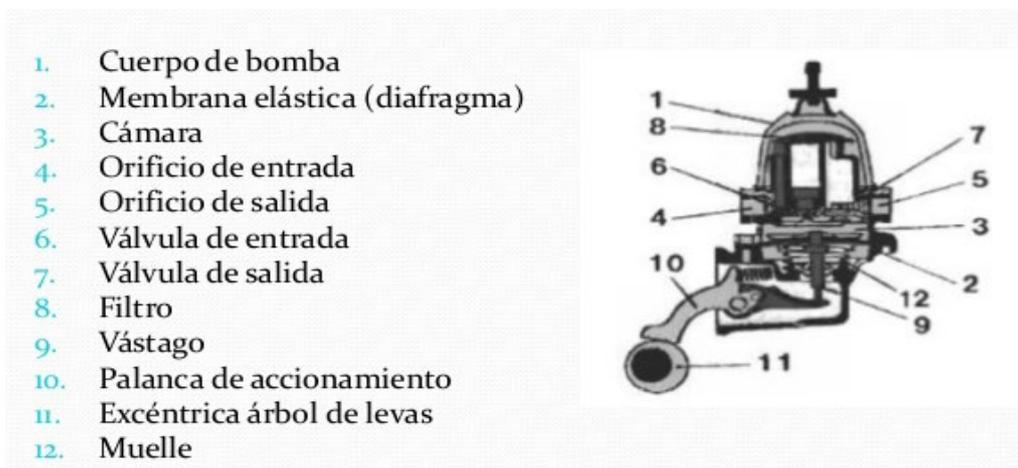


Figura 24: Explicativo bombas de alimentación diésel

Slideshare.net

## Bomba de inyección

La bomba de inyección tiene la misión de elevar la presión del combustible proveniente de la bomba de alimentación (petróleo) y enviarlo a alta presión dosificado de acuerdo a la carga del motor a los inyectores para que de esta manera se produzca la combustión y el motor pueda realizar su ciclo de trabajo y por consiguiente su funcionamiento eficiente.

## Bomba de inyección en línea

Esta bomba está compuesta por émbolos buzo, tantos elementos como cilindros tenga el motor. Los distintos elementos son accionados por un árbol de levas, rodillos, buzo o taque, émbolos (elementos) dispuestos en el cuerpo de la bomba. La presión del combustible enviada por estos elementos a los inyectores es hasta de 1200 bar.

## COMPONENTES DE UNA BOMBA DE INYECCION EN LINEA PE

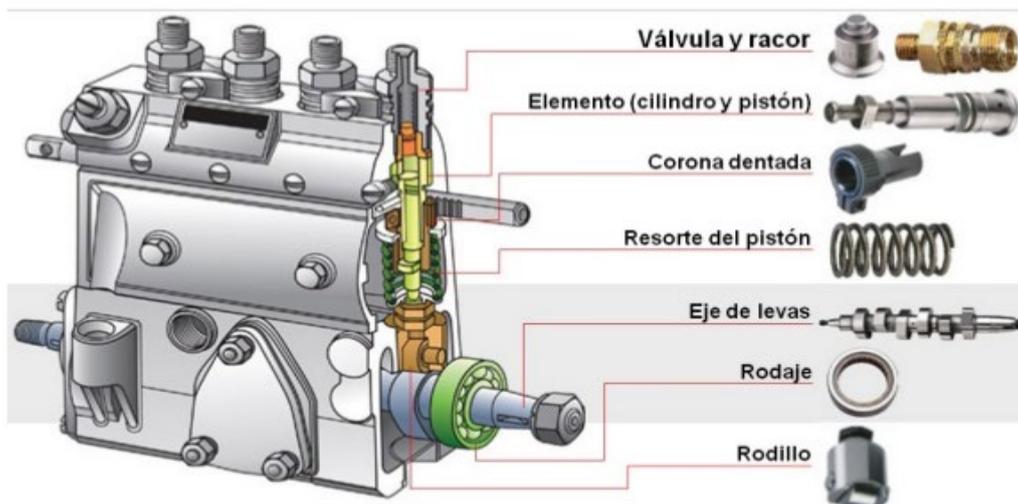


Figura 25: Bomba lineal  
Fuente: Slideshare

## Regulador de velocidad RQV

El motor diésel tiene que tener un RALENTI (mínimo) uniforme con el objeto que no se pare es decir que no se apague además no debe sobrepasar el número máximo admisible de revoluciones. Estas condiciones las cumple el regulador de velocidad también llamado gobernador el cual trabaja en función del número de revoluciones o de la presión del tubo de aspiración en cualquiera de los casos modifica la cantidad de

combustible inyectado en el motor por la bomba de inyección y regula así el número de revoluciones.

### **Regulador Centrifugo de velocidad RQ.**

En los camiones con motor diésel es frecuente que no se necesita regulación en el intervalo entre el ralentí y el máximo número de revoluciones admisible ya que en este intervalo el conductor acciona la varilla de regulación por medio del pedal acelerador ajustando de esta manera la cantidad de combustible inyectado y por tanto el momento de giro del motor.

Este regulador de ralentí-régimen máximo lleva dos contrapesos centrífugos y es accionado por el árbol de levas de la bomba de inyección, en cada contrapeso centrífugo va colocado un resorte de ralentí y dos de regulación máxima que se tensan o aflojan por medio de tuercas de ajuste dos pares de palancas acodadas transmiten el movimiento de los contrapesos centrífugos al perno de transmisión que a su vez lo transmiten a la corredera, la corredera está unida la varilla de regulación por medio de una horquilla articulada, y como la palanca de regulación tiene un punto de apoyo deslizante puede modificar su relación de transmisión de esta forma se consigue la marcha de ralentí (mínimo) (gtz)

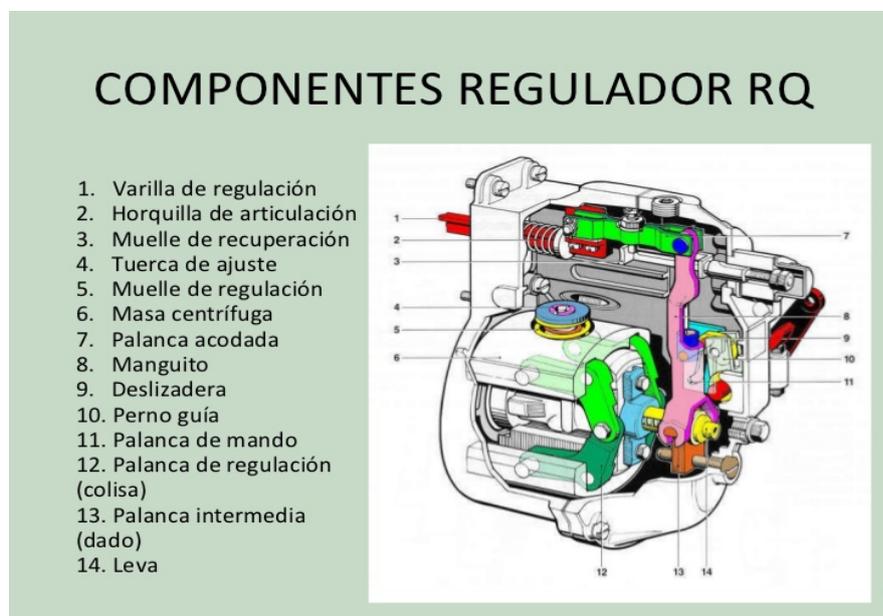


Figura 26: Regulador para bomba inyectora lineal

Fuente:: Slideshare

## Sistema de alimentación de combustible con bomba PE

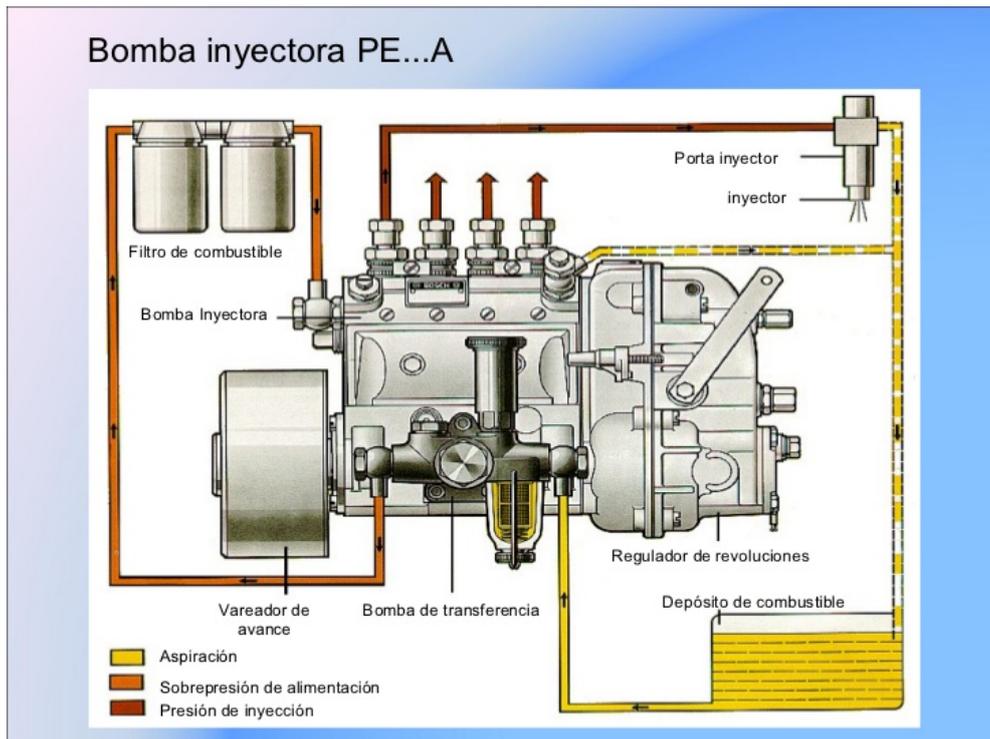


Figura 27: Sistema de alimentación de combustible  
Slideshare

### **Bomba de inyección del tipo distribuidor rotativa BOSCH VE.F.-**

Se diferencia de las bombas lineales consta de un solo elemento de presión conocido como el CABEZAL HIDRAULICO es el que alimenta el combustible a alta presión a todos los cilindros del motor. La bomba de alimentación de combustible es una bomba de paletas deslizantes, con regulador hidráulico centrífugo y el variador de avance de la inyección se encuentran incorporadas en la bomba de inyección en un alojamiento relativamente pequeño. Todas las piezas móviles están suficientemente lubricadas y refrigeradas por el mismo combustible

Componentes de una bomba de inyección Rotativa Boch VEF Fig (GTZ)

- 3.- Rotor de bomba de alimentación
- 4.- Engranaje impulsor de Regulador Mecánico
- 5.-Conjunto de Rodillos
- 6.- Disco de Levas
- 7.- Sistema de Avance de Inyección
- 8.- Resorte de Cabezal Hidráulico
- 9.-Corredera o anillo de Rebose
- 10.- Orificio de alimentación de combustible

- 11.- Válvula anti retorno de combustible
- 12.- Racor de salida de alta Presión
- M.- Rotula - Guía
- 15.- Conjunto regulador de Velocidad
- 16.- Lamina amortiguadora
- 17.- Perno regulador de Caudal
- 18.- Cuerpo de Bomba de Inyección
- 19.- Perno válvula Retorno de combustible
- 21.- Manguito de Regulador Mecánico
- 22.- Resorte de Recuperación
- 23.- Palanca de aceleración
- 24.- Jaula de pesas del Regulador
- 28.- Perno de Regulación de Velocidad Máxima
- 29.- Perno de Regulación de Velocidad Mínima (Ralentí)

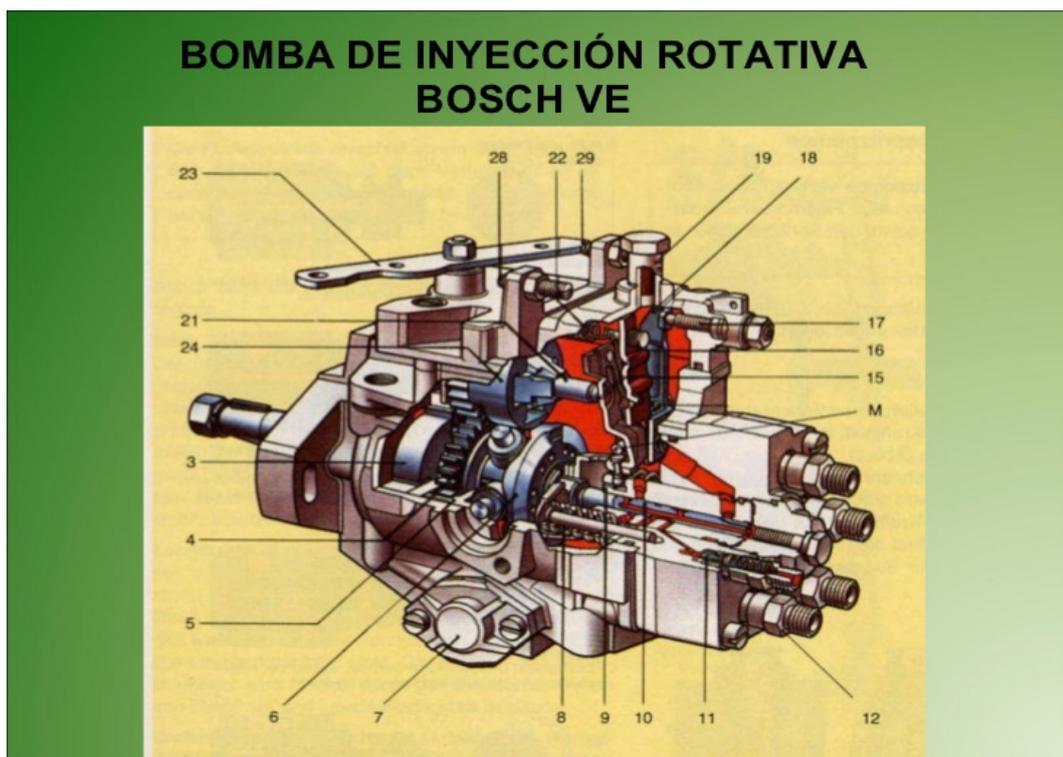


Figura 28: Bomba rotativa

Es.slideshare.net

## **Funcionamiento**

El combustible es impulsado desde el depósito o tanque a la bomba de inyectora gracias a la bomba de paletas deslizantes previamente filtrado es aspirado directamente por aquella como la bomba de paletas impulsa más combustible del que necesita la bomba inyectora para impedir que la presión aumente demasiado se instala una válvula de presión.

El embolo distribuidor del cabezal hidráulico se pone en movimiento giratorio por medio del eje de accionamiento, además imprime un movimiento alternativo que se lo imprime un disco de levas accionado también por el árbol del motor el disco de levas tiene tantas levas como cilindros tenga el motor diésel estas levas corren sobre rodillos alojados radialmente por el anillo de rodillos giratorios de esta manera el embolo del cabezal distribuidor adquiere su movimiento alternativo de vaivén y circular de esta manera a través del orificio distribuidor alimenta combustible a alta presión (hasta 600 bar aproximadamente) a los inyectores para que pueda producirse la inyección en el cilindro del motor.

Esta bomba cuenta con un regulador centrífugo de velocidad la cual controla el régimen del motor, está compuesto por una jaula con cuatro contrapesos centrífugos que al aumento de velocidad se desplazan y empujan al manguito controlando al conjunto de palancas del regulador y de esta forma controla al anillo de rebose (corredera) liberando el orificio limitador la cual regula el ralentí. (GTZ)

Funcionamiento y componentes de una bomba de inyección rotativa del tipo distribuidor

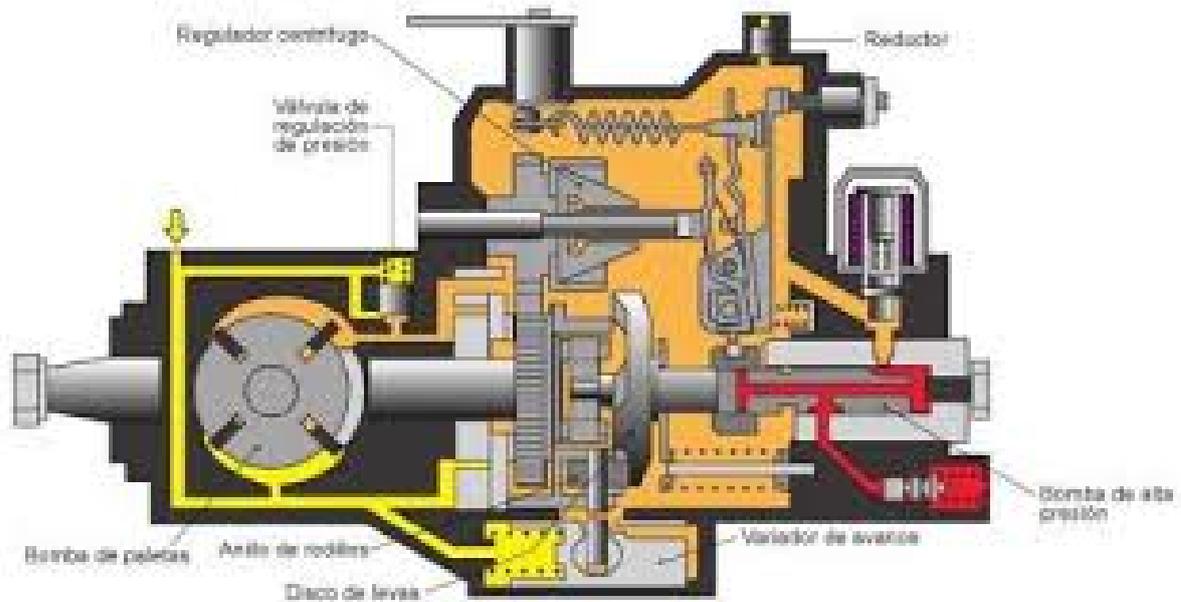


Figura 29: Bomba rotativa

Slideshare

### Variador de avance de la inyección

En la parte inferior de la bomba de inyección del tipo distribuidor en posición transversal con respecto al eje de accionamiento se encuentra el embolo de avance de la inyección provisto de un resorte y clavija de arrastre que trabaja en función de la presión del combustible que le proporciona la bomba de paletas la cual hace que el conjunto de rodillos se desplace en sentido contrario al sentido de rotación adelantándose el punto de inyección.

Sistema de alimentación de combustible de la bomba de inyección Rotativa VEF con regulador mecánico (GTZ)

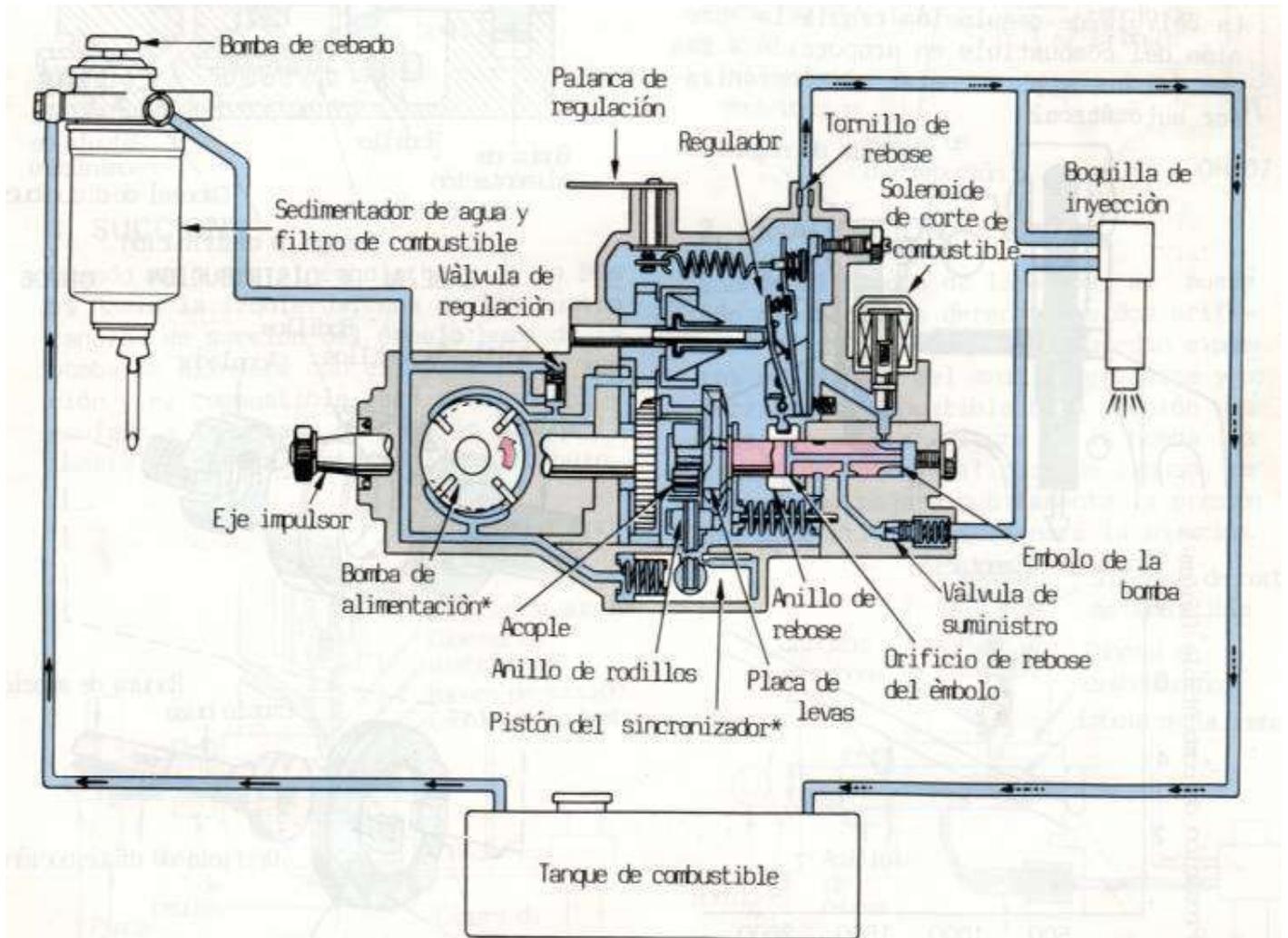


Figura 30: Demontaje de bomba inyectora Bosch

Vdocuments.mx

### **Bomba de inyección Rotativa DPA marca C.A.V.**

Es una bomba relativamente pequeña sus componentes se encuentran en un solo cuerpo similar a la bomba VE, La ligera sobrepresión existente en su interior impide toda entrada de aire, de agua, o de polvo. También un único elemento de bombeo llamado el Cabezal hidráulico, cuenta también con un regulador de velocidad mecánico centrífugo de contrapeso con pesas que se desplazan de acuerdo a la velocidad, Pistón dosificador, válvula de presión interna de la bomba la cual es regulable para establecer la presión indicada por el fabricante y sistema de avance de

inyección el cual trabaja en función de la presión interna que es regulada a través de vainas reguladoras.



Figura 31: Bomba rotativa

Es.slideshare.net

### **Funcionamiento de la bomba DPA**

El combustible penetra en la bomba inyectora a la presión de alimentación a través del racor de entrada a una presión denominada de transferencia la cual no se mantiene estable si no que aumenta con las revoluciones del motor

El combustible presión de transferencia llega hasta en conducto de ingreso del cabezal hidráulico, a la ranura anular del rotor y luego a la cámara de la válvula dosificadora la cual controla el caudal de combustible a través de la lumbrera de dosificación la zona efectiva de la lumbrera de dosificación está controlada por el movimiento de la válvula dosificadora la cual esta mandada por la palanca de acelerador y el regulador (Manual del Automovil)

## REGULADOR DE VELOCIDAD PARA BOMBA DE INYECCIÓN CAV

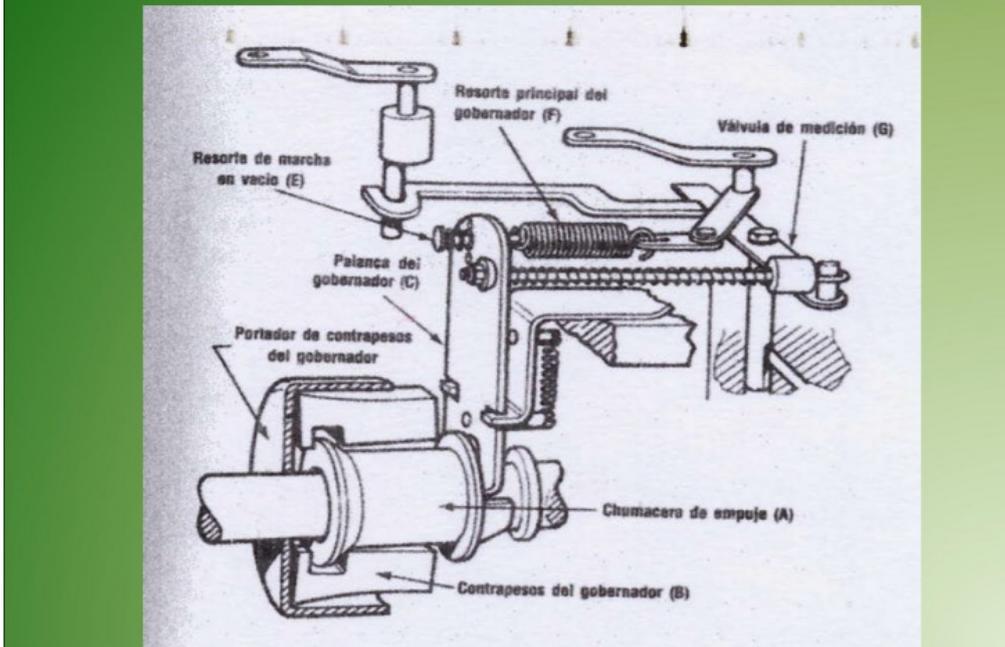


Figura 32: Bomba rotativa

Fuente: Slideshare

### Bombeo y distribución del cabezal hidráulico

En las siguientes figuras se ve claramente las funciones de bombeo y distribución del combustible dosificado a alta presión que va a los inyectores para la combustión del motor.

Al girar el Rotor, una lumbrera de admisión se enfrenta con la válvula dosificadora o de llenado de la cabeza hidráulica, el combustible a presión de dosificación fluye dentro del conducto central del Rotor y separa los Émbolos. El valor del desplazamiento de los Émbolos viene determinado por la cantidad de combustible que se suministra el cual varía de acuerdo de acuerdo con la válvula dosificadora. En consecuencia los Rodillos impulsores no siguen enteramente el contorno interno del anillo de levas si no toma contacto con los lóbulos de leva en puntos que difieren de acuerdo con el desplazamiento de los Émbolos impulsores, la lumbrera de admisión se cierra al continuar el giro y la única lumbrera distribuidora o de descarga del Rotor se enfrenta con una lumbrera de salida en la cabeza Hidráulica los rodillos impulsores entran en contacto con los lóbulos de levas y los Émbolos son empujados hacia adentro enviando el combustible a alta presión hacia los inyectores.(manual del Automovil)

## CABEZAL EN BOMBAS ROTATIVAS CAV

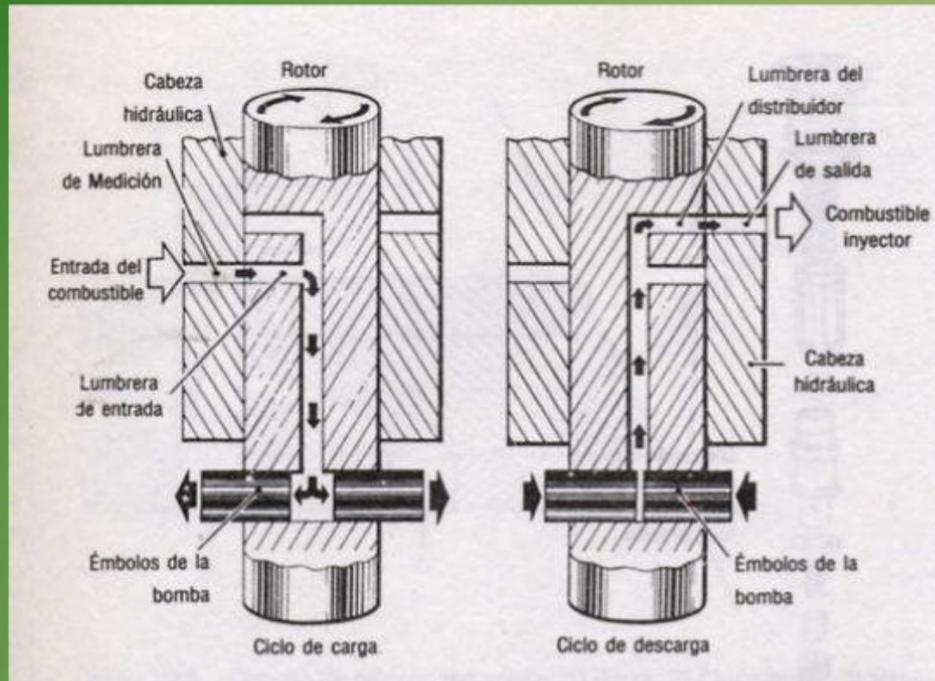


Figura 33: Bomba rotativa

Fuente: Slideshare

**Bomba de inyección rotativa VE control electrónico.**-A diferencia de las bombas convencionales en el caso de las bombas de inyección Electrónica se regula el volumen de combustible por medios electromagnéticos.

Para este sistema se ha usado como base de partida el sistema de inyección con control electrónico marca Bosch cuya centralita no solo controla los parámetros característicos de la inyección (caudal, avance) sino otros de funcionamiento de motor y del vehículo.

El sistema electrónico tiene los siguientes componentes:

Sensores.- o entradas de señales que informan diversas magnitudes del motor (temperatura del aire del motor presiones, posición del cigüeñal).

Actuadores.- salida de informaciones canal de diagnóstico etc.

Unidad de control (procesador).

ENTRADA.- Al sistema se introducen una serie de variables que detallamos a continuación

- Posición de regulador de la bomba de inyección
- Posición del cigüeñal (PMS)
- Temperatura del combustible
- Temperatura del agua del motor
- Temperatura del aire del exterior
- Temperatura del aire de entrada del motor
- Presión Barométrica
- Presión de carga (TURBO)
- Posición del pedal de acelerador (potenciómetro)
- Interruptor de Ralentí
- Interruptor del pedal de freno
- Masa de aire aspirada por el motor
- Velocidad del vehículo
- Capacidad de carga del alternador

SALIDAS.-

- Actuadores del regulador de la bomba de inyección
- Válvula electromagnética reguladora de avance de la inyección
- Válvula electromagnética de paro
- Válvula electromagnética reguladora de la presión del cargador
- Válvula electromagnética reguladora de tasa de recirculación de los gases de escape
- Relé para aire acondicionado
- Relé para bujías de agua refrigeración del motor

**UNIDAD CENTRAL DE PROCESO (COMPUTADORA).**- es la unidad central de proceso dispone de dos procesadores que se auto controlan mutuamente y un tercero para la gestión de ellos, para una mejor seguridad del correcto funcionamiento del sistema, contiene también dos memorias de acceso aleatorio, más una fija en la que se dispone el programa principal de gestión de motor todo ello debido a la gran cantidad de datos que manipulan.

Las dos memorias de acceso aleatorio contienen mapas básicos del funcionamiento del motor distintos para cada aplicación. Estos mapas pueden ser constantes bidimensionales o tridimensionales

**DESCRIPCION DEL SISTEMA.**- A partir de la información recibida por el sistema se procesan los datos a través de los mapas internos y se calculan las salidas.

Régimen del motor.- La información llega por el sensor de posición del PMS y por el sensor de posición de la aguja del inyector.

**Caudal inyectado.**- El caudal inyectado por el sistema se calcula por la información recibida de la masa de aire, la presión de carga, la temperatura del combustible, la temperatura del aire a la entrada del motor, la posición del acelerador, las posiciones de los pedales de freno y embrague a razón de dos veces por cada inyección, se corrige y uniformiza la marcha del motor.

Por medio de la corredera de la bomba de inyección se conoce directamente en cada momento la cantidad de combustible que se inyecta al motor. Los mapas internos permiten limitar el caudal inyectado en función de los humos emitidos así como el par máximo que entrega el motor.

**Avance de la inyección.**- Además del avance proporcionado hidráulicamente se puede controlar por medio de una válvula electromagnética el avance de la inyección en tiempo real, esto permite tener automáticamente un avance en función de la carga, avance en frío, etc.

**Arranque.**- Para cada momento el sistema calcula la cantidad de combustible necesario y suficiente de forma que no se produzca la indeseable nube posterior al arranque

(Manual del Automóvil)

## BOMBA DE INYECCION ROTATIVA CON CONTROL ELECTRONICO



Figura 34: Bomba de Inyección Rotativa

Fuente: Diesel la Paz.com

### **Sistema de inyección por acumulador y Rampa común “COMMON RAIL”**

A diferencia de los sistemas convencionales con bombas de inyección en este sistema de inyección queda separada la generación de presión y la inyección. La presión de inyección se puede generar independientemente del número de revoluciones del motor y la cantidad de combustible a inyectar en la cámara de combustión, pudiendo ser elegida libremente dentro de determinados límites durante la inyección esta es prácticamente constante delante del inyector alcanzando hasta los 2000 bares de presión.

Estas circunstancias permiten y hacen necesarias otras posibilidades en la configuración del proceso de inyección y en la dosificación de la cantidad de inyección y la pulverización del combustible. El sistema common Rail puede ocupar el lugar de las instalaciones de inyección convencionales.

#### Componentes y Funcionamiento del sistema “Common Rail”

Los componentes de este sistema son:

- Unidad electrónica de control (computadora)
- Rampa o regleta de alta presión (Riel común)
- Bomba de alimentación (alta presión)
- Sensores y actuadores
- Inyectores

### **Unidad electrónica de control ECU (computadora).-**

La ECU evalúa las señales recibidas de los sensores externos y los limita al nivel de tensión admisible. Los microprocesadores calculan a partir de estos datos de entrada y según los campos característicos almacenados en la memoria, Los tiempos de inyección y momentos de inyección y transforman estos tiempos en desarrollos temporales de señal que están adaptados al movimiento del motor debido a la precisión requerida y al alto dinamismo del motor, es necesaria una gran capacidad de calculo

Con las señales de salida se activan las etapas finales que suministran suficiente potencia para los actuadores de regulación de presión del Rail y para la desconexión del elemento, además se activan también actuadores para las funciones del motor (ejemplo la retroalimentación de gases de escape, actuador de presión de sobrealimentación, relé para electrobomba de combustible) y otras funciones auxiliares. Estas etapas finales están protegidas contra cortocircuito y destrucción debido a sobrecargas eléctricas.

El microprocesador recibe retroinformación sobre anomalías de este tipo, así como sobre cables interrumpidos. Las funciones de diagnóstico de las etapas finales para los inyectores reconocen también desarrollos deficientes de señal adicionalmente se retransmiten algunas señales de salida a través de interfaces a otros sistemas del vehículo dentro del marco de un campo de seguridad la unidad de control supervisa también el sistema de inyección completo.



Figura 35: Computadoras para vehículos  
Fuente: Clasf peru

Rampa o regleta de alta presión (Riel común).- es un conducto que está sometido a alta presión por el combustible que llega proveniente de la bomba de alimentación, el volumen existente en el Rail está lleno continuamente con combustible sometido a presión la capacidad de compresión de combustible conseguida con la elevada presión se aprovecha para obtener un efecto acumulador. Al extraer combustible del Rail para una inyección se mantiene casi constante la presión en el acumulador. Igualmente se amortiguan es decir se compensan las oscilaciones de presión procedentes de alimentación pulsatoria por la bomba de alta presión.

Válvula limitadora de presión.- La misión de esta válvula es corresponde a una válvula de sobrepresión. La válvula limitadora de presión limita la presión en el Rail dejando libre una abertura de salida en caso de un aumento demasiado grande. La válvula admite en el Rail una presión máxima de hasta 2000 bares (manual del automóvil)

#### Rampa o regleta del sistema Common Rail

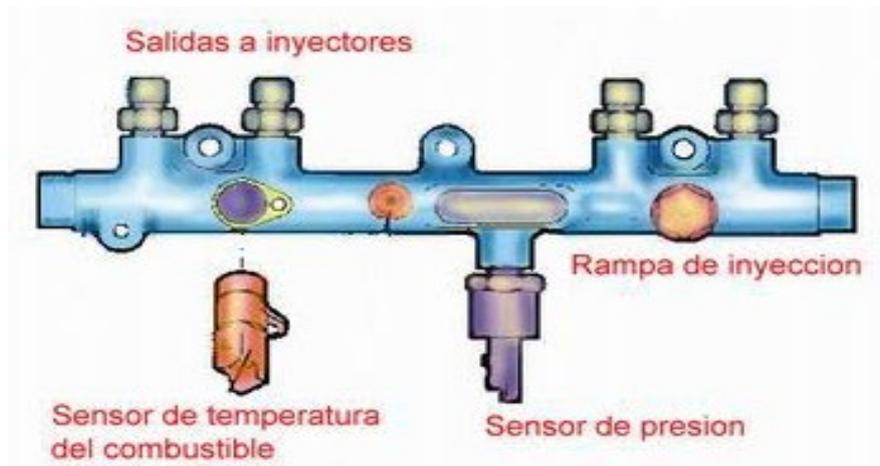


Figura 36: Sistema common Rail estructura y función de los componentes

Fuente: Aficionados a mecanica

**Bomba de Alimentación de Alta presión.-** es la encargada de succionar, comprime el combustible y lo suministra en la cantidad necesaria. Suministra el combustible en forma continua al acumulador de alta presión (Rail) gracias a lo cual consigue mantener la presión del sistema, es capaz de mantener la presión necesaria incluso a revoluciones de motor muy bajas ya que la generación de presión no está relacionada a las revoluciones del motor.

La mayoría de sistemas common Rail están equipados con bombas de pistones radiales los cuales son muy eficientes.

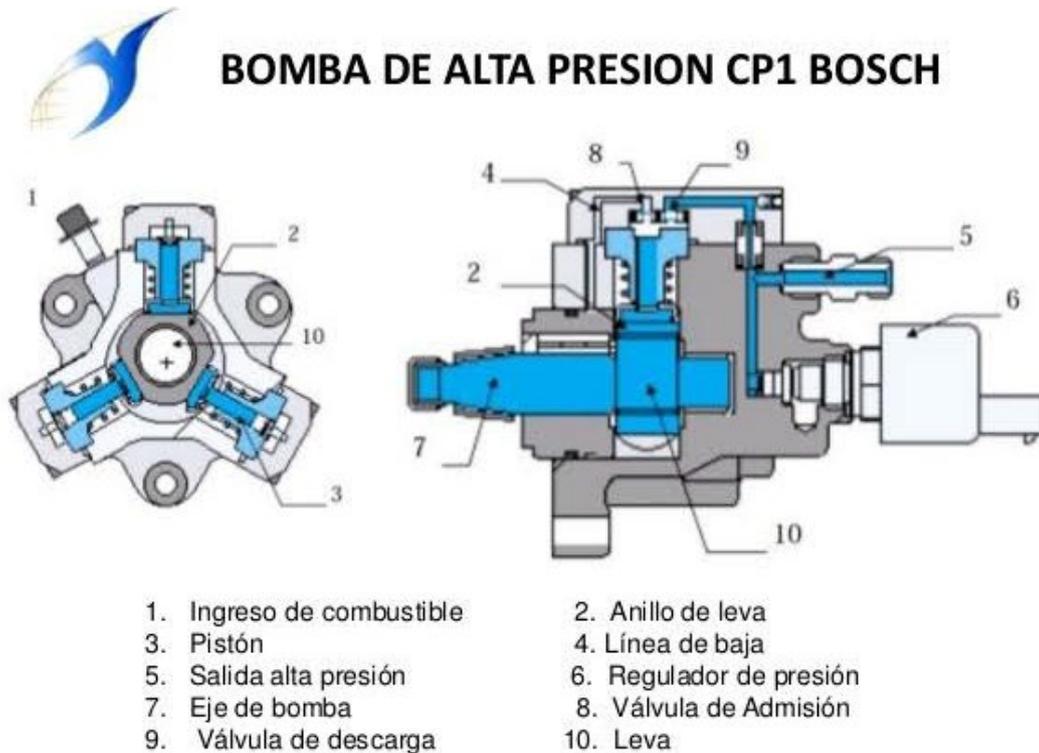


Figura 37: Sistema de inyección common Rail promcytec

Fuente: Slideshare

### Inyectores del sistema common Rail.-

¿Cómo trabaja?- En las nuevas generaciones de inyectores Common Rial las presiones de Inyección son del orden 1800 Bar.

El esfuerzo que necesita vencer el inyector para levantar la aguja de salida es demasiado por lo que se evita uso de componentes electrónicos.

### ¿Por qué el inyector common Rail debe trabajar a alta presión?

Funciona a alta presión para responder a la nuevas normas de control de emisiones contaminantes por esto debe.

- Permitir inyecciones múltiples( hasta 5 inyecciones por ciclo)
- Permite inyectar cantidades más pequeñas de (0.5mg/cp)
- Funcionamiento a presiones cada vez más elevadas (1800 bar)
- Distribuir de manera homogénea la cantidad inyectada al cilindro.

La función del inyector puede dividirse en cuatro estados de servicio con el motor en marcha y la bomba de alta presión en funcionamiento.

- Inyector cerrado (con alta presión presente)
- El inyector Abre (comienzo de la inyección)
- Inyector totalmente Abierto
- El inyector cierra (final de inyección).

Si el motor no está en funcionamiento la presión del resorte muelle mantiene al inyector cerrado.

### Esquema interno de un inyector Common Rail

- |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.- retorno de combustible a depósito | 7.- estrangulador de salida           |
| 2.- conexión eléctrica                | 8.- embolo de control de válvula      |
| 3.- electroválvula                    | 9.- canal de afluencia                |
| 4.- muelle                            | 10.- aguja del inyector               |
| 5.- bola de válvula                   | 11.- entrada de combustible a presión |
| 6.- estrangulador de entrada          | 12.- cámara de control.               |

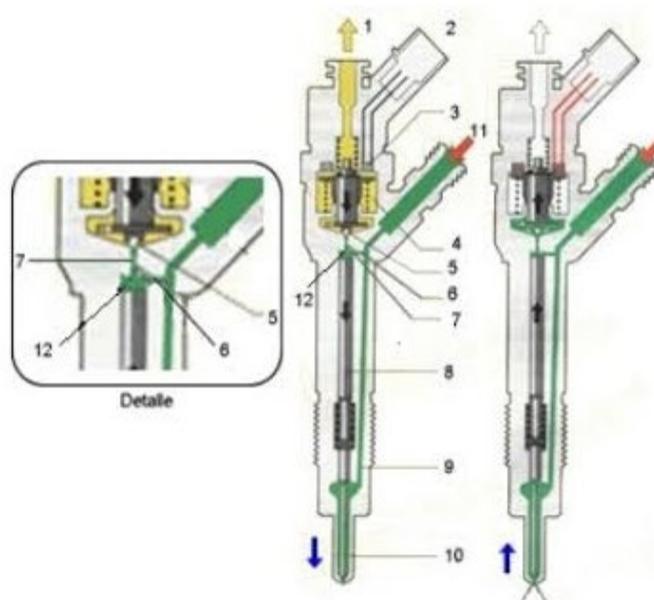


Figura 38: Sistema "common Rail", estructura y función de componentes

Fuente: Aficionados a mecánica

### Funcionamiento.

El combustible a alta presión procedente del Rail entra por el (11) al interior del inyector para seguir por el canal de fluencia (9) hacia la aguja del inyector (10) así como a través del estrangulador de entrada (6) hacia la cámara de control (12) la cámara de control. Esta cámara está unida con el retorno de combustible (1) a

través del estrangulador de salida (7) y la electroválvula (3), Cuando la electroválvula (3) no está activada el combustible que hay en la cámara de control (12) al no poder salir por el estrangulador de salida (7) presiona sobre el embolo de control (8) que a su vez aprieta la aguja del inyector (10) contra su asiento por el que no deja salir el combustible y consecuentemente se acaba la inyección. Figura 38.



Figura 39: Inyector common Rail Bosch0445110126

### **Tourautodiesel**

La presión de alimentación lo suministra una bomba de alta presión la cual succiona el combustible desde el tanque y lo conduce hasta el conducto regleta de alta presión situada en la culata del motor a la cual van unidos los inyectores.

Los inyectores son el núcleo del sistema y están controlados por válvulas electromagnéticas (actuadores). El proceso de inyección se inicia por medio del impulso del módulo de control dirigido a dichas válvulas la cantidad inyectada depende tanto del tiempo de abertura de la tobera de inyección como también de la presión del sistema que es generada por la bomba de alta presión

## Sistema de inyección Common RAIL (DIESEL)

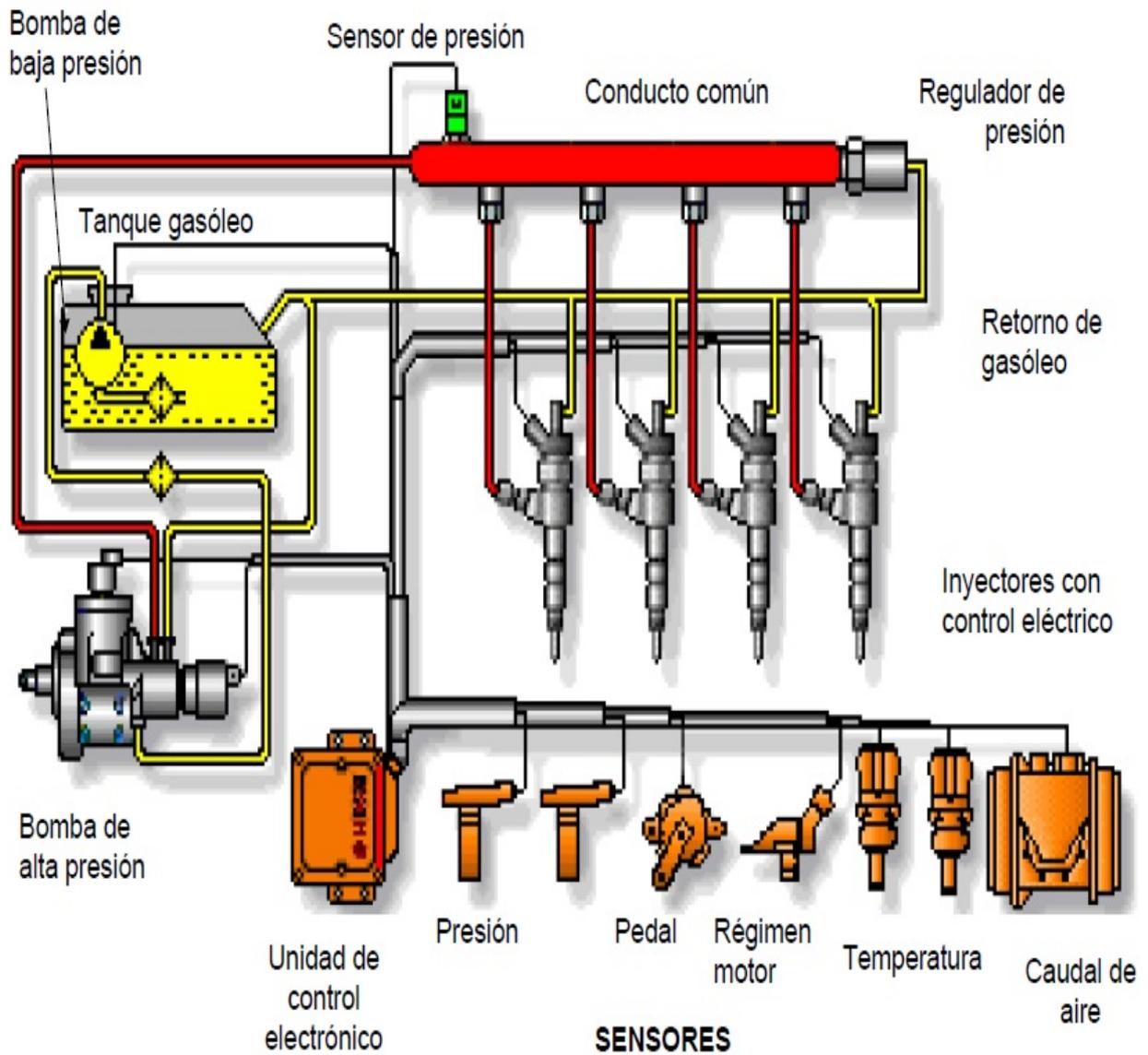


Figura 40: Como funciona explicaremos cosas que aun no existen.- part 8

Comofunciona

### 2.1.2 Aspectos normativos.

El diseño y trabajo fue realizado con componentes, estructuras y equipos en la etapa de construcción se utilizaron varias normas, códigos y estándares nacionales e internacionales las cuales se indican en las especificaciones técnicas del proyecto.

- Código ASTM A36,Planchas ,Angulo, perfil en U
- Fuel pump test oil serie ISO 4113
- Norma Americana ANSI/AWSA 2.4

### 2.1.3 Simbología Técnica.

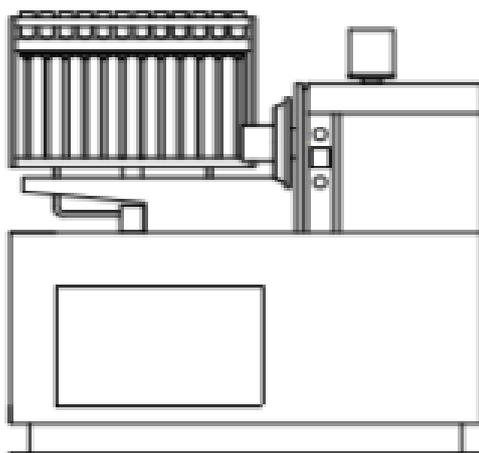
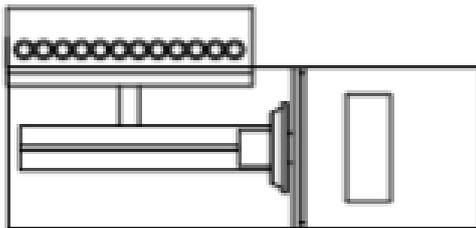
Boquilla de caudal fija	Boquilla de caudal movible	Boquilla de caudal fija	Boquilla de caudal movible	Boquilla de caudal de gas fijo	Boquilla de caudal de gas móvil
Línea continua	Línea de puntos	Boquilla	Boquilla	Boquilla de gas	Boquilla de gas móvil
Boquilla fija	Boquilla con carga	Boquilla de carga	Boquilla con carga	Boquilla de gas fija	Boquilla de gas móvil

Figura 41: Simbología Técnica

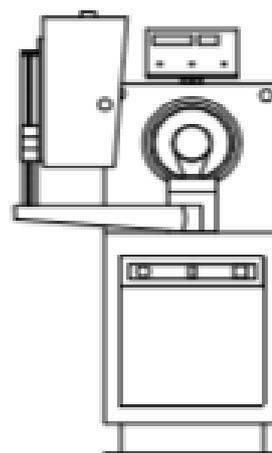
## 2.2 DESCRIPCION DE ACTIVADADES DESARROLLADAS.-

# PROYECTO DE BANCO DE PRUEBAS

VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL DERECHO

Figura 42: Diseño del Equipo.-

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.1. Etapa de actividades

#### Fabricación del Banco de Pruebas

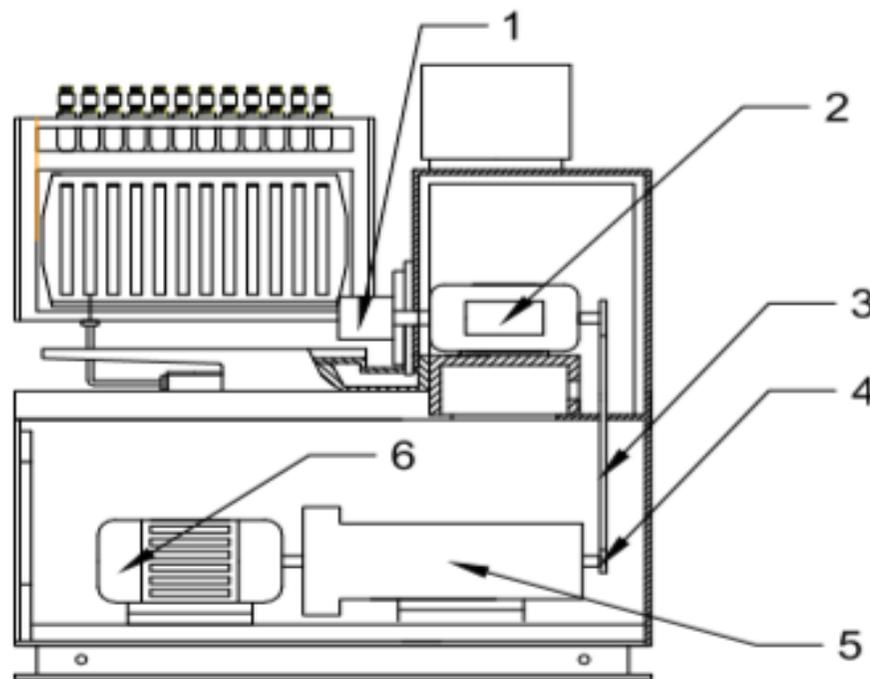
##### Concepción de la idea de innovación tecnológica.-

Concepción de idea Como ya se indicó en los objetivos del presente trabajo de suficiencia que es Innovación y fabricación del banco de pruebas. La idea proviene de muchas fuentes consumidoras se debe a la combinación de inspiración, trabajo y

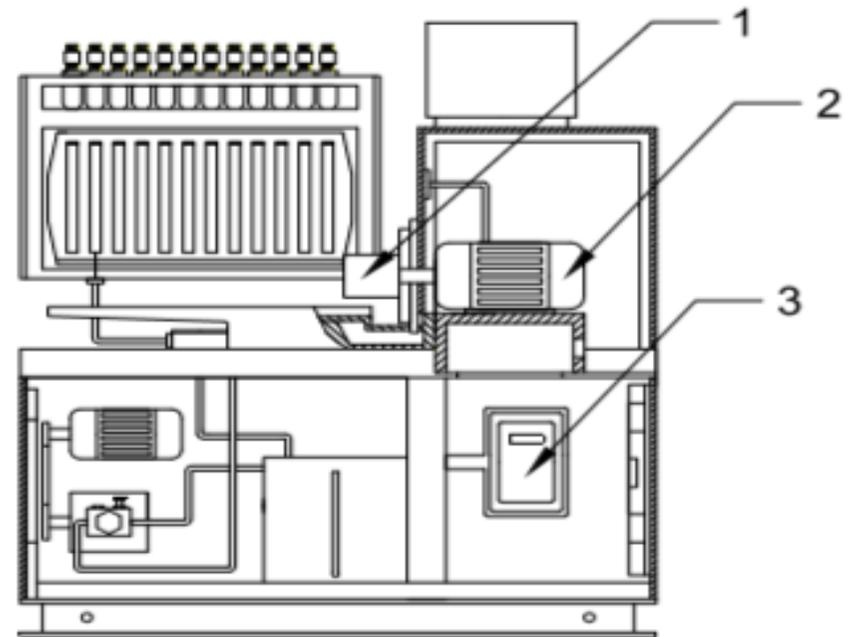
método como lo vamos a generar para lo cual se procedió a estudiar los manuales de fabricante (información técnica) de los bancos de prueba convencionales sumado a esto la experiencia de veinte años como laboratorista. Entendiendo su correcto funcionamiento y precisión para lo que es empleado (calibración de las bombas de inyección) del porque su costo es alto llegando a la conclusión de que la parte más compleja que es variar la velocidad del motor se puede lograr con la intervención de otro componente conocido como **inversor** o también llamado variador de frecuencia la cual reemplaza al embrague, caja de cambios y sistema de poleas de las maquinas convencionales además instalando este inversor hemos simplificado el funcionamiento y también se disminuyó en gran manera el costo de máquina llegando a satisfacer nuestras expectativas.

**Diseño del equipo.-** para el funcionamiento del banco de pruebas se constituye de varios sistemas los cuales ya fueron indicados anteriormente los componentes de dichos sistemas se fijan en un bastidor o base de la máquina que está compuesta por plancha de acero con canal U unido por soldadura Teniendo todos los planos del sistema estructural, ensamblaje, soldadura además de los planos más importantes de los tres sistemas fundamentales

### BANCO DE PRUEBAS CONVENCIONAL



### BANCO DE PRUEBAS DEL PROYECTO



1. VOLANTE DE ACCIONAMIENTO

1. VOLANTE DE ACCIONAMIENTO

Figura 43: Banco Convencional vs Banco del Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

5. EMBRAGUE HIDRAÚLICO

6. MOTOR ELÉCTRICO

## Compra de Materiales y componentes importantes

- Angulo estructural A36 3”X3”X1/4”
- Canal U 4”x2” Todo en Acero A36
- Plancha entera de 1/8 de espesor
- Electrodo 7018 RH
- Motor Eléctrico marca Siemens de 7.5 KW – 1750 RPM
- Inversor (Variador de Frecuencia).- En nuestro proyecto de fabricación lo más complejo es variar la velocidad del motor esto lo conseguimos con este componente. Para su correcto funcionamiento se debe cumplir las condiciones que nos indica el fabricante del inversor los cuales satisfacen nuestras necesidades estas características

Especificaciones de entrada(input)AC 3PH 380-440V 50HZ O 380-460 60HZ
Especificaciones de salida (output) AC 3PH O-460V 6.1 KVA 8.0A

- Bomba de Alimentación de doble efecto
- Manómetros de presión de aceite de Prueba
- Inyectores de prueba normalizados
- Probetas de 45CC y150CC normalizados
- Panel de control
- Motor eléctrico de ¼ HP para bomba de alimentación
- Cables, mangueras, cañerías de alta presión
- Válvula de aguja reguladora de presión

## Etapas de fabricación

**Primera etapa.. Bastidor o base de Banco de Pruebas.-** es la parte inferior de la maquina como se observa en la fig. Está compuesto por canal U y una plancha de de acero de ½ unidos como se muestra en la fig.

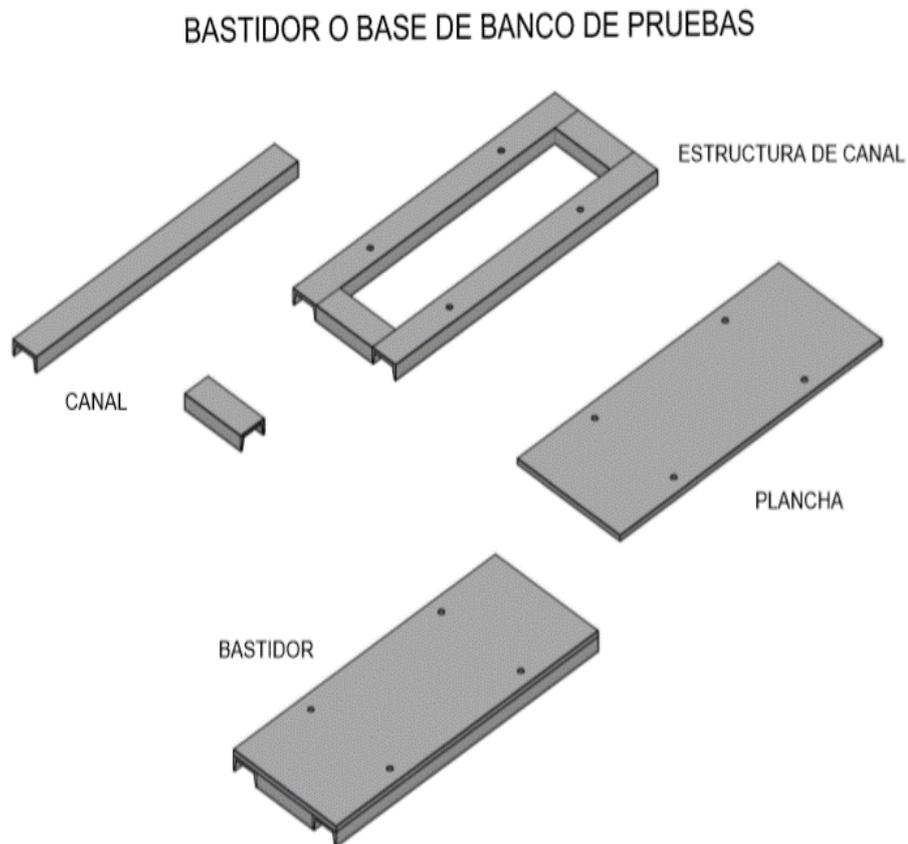


Figura 44: Bastidor o base de banco de pruebas  
Fuente Elaboración propia

### **Segunda etapa.- Estructura del Banco de Pruebas**

En el Bastidor se fija fijaron canal u en forma perpendicular a la plancha de la base como postes donde se fija la mesa de trabajo (conocida como bancada) por carril que tiene para el soporte de las bombas. La cual tiene que ser de material robusto y consistente pues es la que recibe toda la carga de torsión que ejercen las bombas de inyección al momento de funcionar y también la alta velocidad a la que gira que bordean las 3000 revoluciones por minuto en esta estructura se fija el motor principal y demás componentes que están sometidos a trabajos de alta exigencia.

## DESPIECE DE LA ESTRUCTURA DEL BANCO DE PRUEBAS

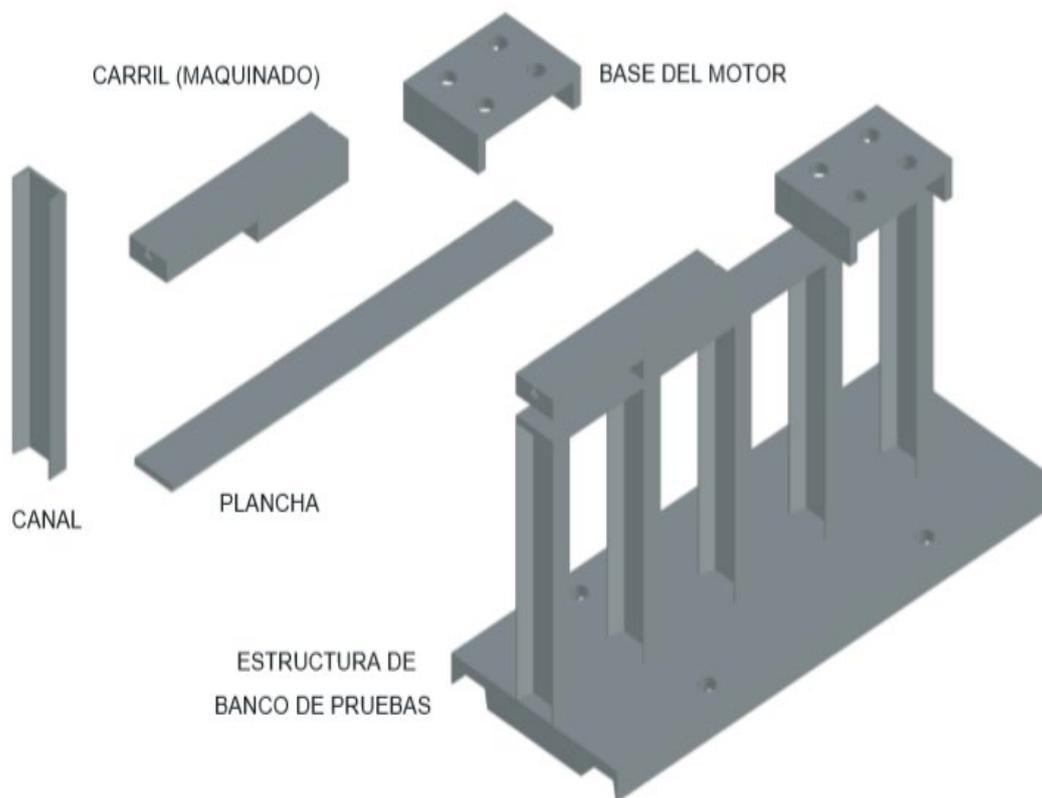


Figura 45: Despiece de la Estructura del banco de pruebas  
Fuente Elaboración propia

### **Tercera etapa.-Carcasa o cuerpo de banco de pruebas.**

Para esta parte se usó una carcasa de una refrigeradora por su parecido se instaló en forma invertida se fijó a la mesa de trabajo por tornillos de fijación en esta carcasa se fijan los manómetros de presión de aceite y también es la parte que cubre al motor Eléctrico y sirve de base al panel de control.

**Cuarta Etapa.-Bomba de alimentación.-**En el bastidor también se fija la bomba de alimentación que fue acondicionada con su respectiva base para fijar el motor. Para su accionamiento por una bomba de inyección seccionada la cual es impulsada por un motor Eléctrico de ¼ HP y un sistema de fajas y poleas. fig



Figura 46: Bomba de alimentación  
Fuente Elaboración propia

Calentador de aceite de prueba.-

En el tanque de combustible va instalado una resistencia la cual trabaja sumergida en el aceite que es para calentar el aceite y también cuenta con un termostato para apagar automáticamente a la resistencia disminuyendo la temperatura.



Figura 47: RESISTENCIA PARA THERMA ELECTRICA  
Fuente: Infocomercial.com

**Quinta etapa Recubrimiento parcial y total de la maquina.-** La estructura se cubrió con Angulo de 3"x3"x1/4" en forma de mesa luego a dicha mesa seprocedió a cubrir la con plancha de 1/8 con el proceso de plegado previo dándole recubrimiento total ala maquina

Previendo los espacios que sirve de conducto para fluir aceite de prueba especialmente retorno.

**Sextaetapa.-Caja de Probetas.-** También llamado Panel de medición de caudal suministrado es la caja o deposito que van fijado por un brazo en la pieza de apriete cual está ubicada en el centro de la mesa de trabajo y debajo de la riel de fijación pudiendo girar 180° a ambos lados para la comodidad al momento de probar de acuerdo al tipo de bomba de inyección a probar.

Este panel se construyó de plancha de 1/8 pulgada el cual fue formado en prensa hidráulica de acuerdo a los elementos que contiene dicho panel y fue formado con tapas laterales de la mismo espesor de plancha.

## DESPIECE Y MONTAJE DE CAJA DE PROBETAS

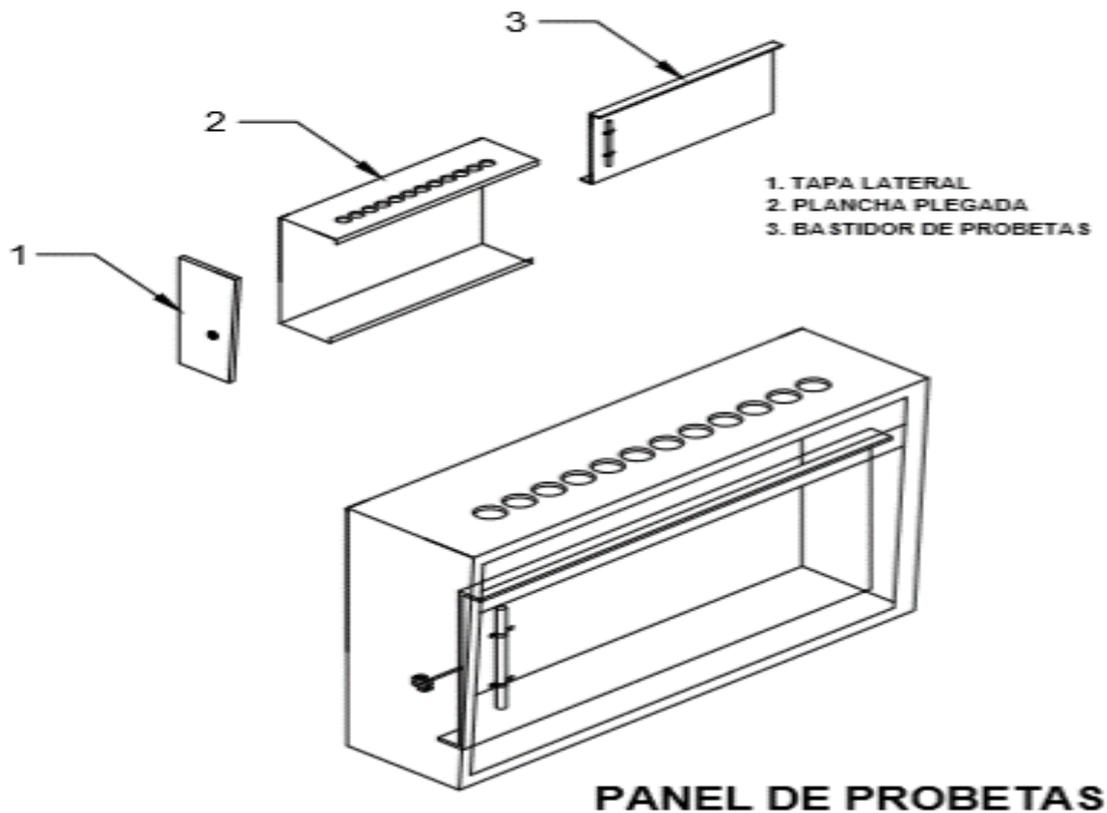


Figura 48: Despiece y Montaje de Caja de Probetas

Fuente: Autoría Propia

### Proceso de Soldadura

Los componentes de la maquina antes mencionadas fueron adaptados o unidos mediante el proceso de Soldadura como unión permanentepara.

#### Acero ASTM A36

Es un acero estructural de buena soldabilidad, considerado adecuado para la fabricación de vigas soldadas para edificios, estructuras remachadas y atornilladas, base de columnas, piezas

**Especificaciones:** ASTM A36, AISI A36 fácil de soldar, cortar, dar forma, maquinari.

**Soldadura a tope.-** para nuestro proyecto en el cual se unen varias piezas de espesores variadas para lo cual se efectuó un Chaflanado de 30 grados previo a la ejecución de soldadura con la finalidad de conseguir mayor penetración, lo que dará a la soldadura una mayor resistencia.

El electrodo usado es AWS E7018E.

Descripción. - El electrodo 7018 RH es de bajo contenido de hidrogeno y resistente a la humedad, está especialmente diseñado para soldaduras que requiere severos controles radiográficos en toda posición. Su arco es suave y la perdida por salpicadura es baja.

Características:

- Electrodo para todas las aplicaciones de aceros al carbono
- Con hierro al polvo
- Toda posición
- Excelentes propiedades de impacto a temperatura bajo cero

### Proceso de ejecución.-

1 Prepare el material.- Limpiar las piezas biseladas con cepillo de acero. Observar que el talón debe tener la misma altura en ambas piezas a soldar.

2 Ejecute puntos de fijación



Figura 49: Soldadura de la Base del motor

Fuente: Autoría Propia

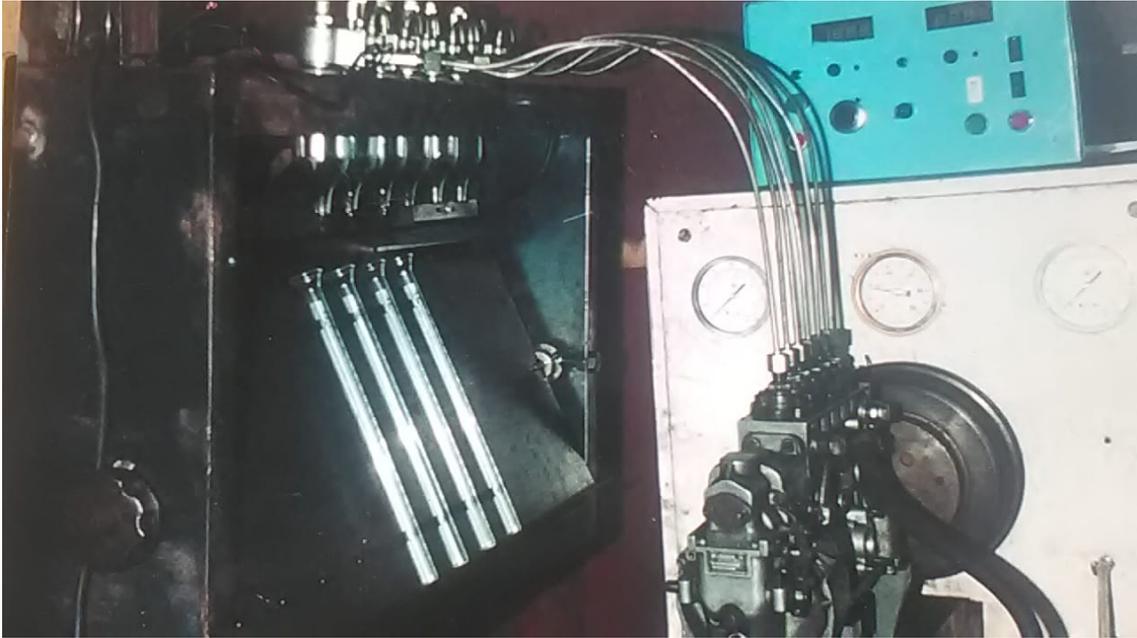


Figura 50: Soldadura en Caja de Probetas

Fuente: Autoría Propia

## ENSAMBLAJE DE COMPONENTES MECANICOS EN EL BANCO DE PRUEBAS

**Primera etapa.- Ensamblaje Del motor y volante de accionamiento.-** en esta etapa se instaló el Motor en su base previamente preparada. Seguidamente se ensambló un Manguito brida que se mandó a maquinar previamente con un perno prisionero en cual se instaló con la precisión establecida para que finalmente fueron unidos para un trabajo eficiente como se observa en la fig

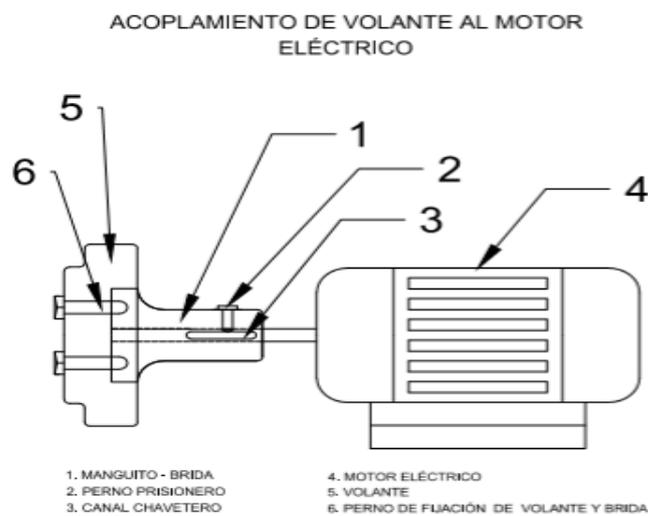
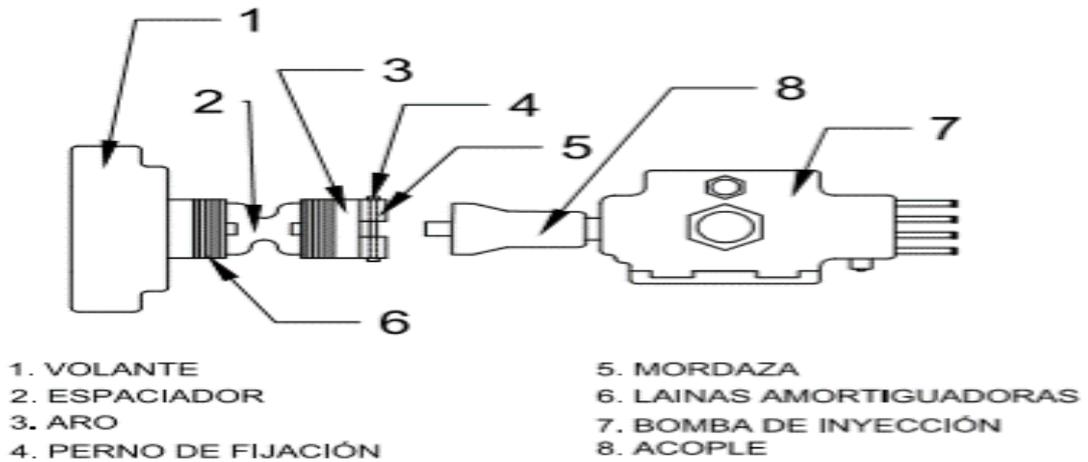


Figura 51: Acoplamiento de volante al motor eléctrico

Fuente Elaboración propia

**Segunda etapa.- Ensamblaje de Acoplamiento Flexible también llamado Junta universal.-** el acoplamiento flexible es componente muy importante debido a que es el encargado de unir a la bomba de inyección y a la maquina a través de un acople debidamente alineado para evitar vibraciones y posteriores accidentes puesto que la

**ACOPLAMIENTO FLEXIBLE**



maquina gira a alta velocidad.

Figura 52: Acoplamiento Flexible\_1

Fuente: Elaboración Propia

**Mordaza del acoplamiento Flexible.-** Para una buena unión o acoplamiento lo más armonioso posible entre dos ejes en este caso se usó una mordaza con laines amortiguadoras para absorber las vibraciones producto de la unión de dos ejes que son el banco de pruebas y la bomba de inyección.

## MORDAZA Y ACOPLAMIENTO FLEXIBLE

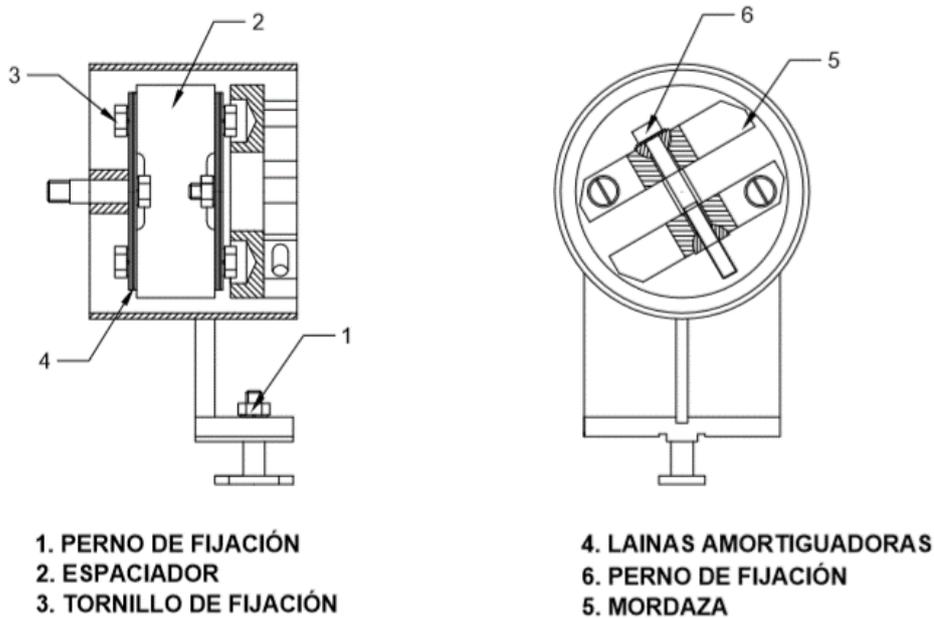


Figura 53: Acoplamiento Flexible\_2Fuente: **Elaboración Propia**

## SISTEMA DE ALIMENTACION DE ACEITE DE PRUEBA

Para este sistema se ha considerado varios componentes los cuales cada uno tiene su función importante y son los siguientes:

- Tanque de aceite de prueba
- Bomba de alimentación de doble efecto
- Filtro de aceite deposito concentrador de aceite
- Válvula de cierre regulador de presión
- Manómetro de baja presión
- Manómetro de alta presión
- Manómetro indicador de temperatura (termómetro)
- Inyectores normalizados de pruebas
- Probetas para leer el caudal de prueba o volumen de entrega en Centímetros cúbicos (CC)
- Concentrador de volumen de aceite o Pulmón.

**Primera etapa.- ensamblaje de los componentes del sistema de Alimentación de Aceite** .-todos los componentes mencionados anteriormente fueron instalados en la estructura del banco de pruebas.

**Tanque de aceite de prueba.-** fue instalado en lugar acondicionado especialmente donde esté libre de impurezas y lejos de conexión eléctrica atornillado a la base

**Bomba de alimentación de doble efecto.-** esta bomba es de alto volumen de entrega se instaló en una bomba de inyección en corte acondicionada para lo ocasión y alineado con la polea del motor eléctrico para evitar desgaste en fajas y poleas.



Figura 54: Bomba de alimentación de doble efecto

Fuente: Diesel y accesorios Electroinyeccion Coslada

Tallerdemecánica.com

**Filtro de aceite de prueba.-** el sistema cuenta con un filtro purificador acondicionado de un vehículo

**Válvula reguladora de Presión.-** se instaló una válvula de aguja para regular manualmente la presión que regresa al tanque para mantener de esta forma la presión requerida.

**Manómetros de presión.-** La máquina cuenta con dos manómetros de presión de aceite los cuales fueron instalados en el cuerpo de la máquina para su fácil visualización.

**Termómetro.-** Para medir la temperatura del aceite la máquina cuenta con indicador de temperatura porque así lo exige el fabricante.



Figura 55: Termómetros análogos Wika-todos los productos en directindustry

Fuente: Directindustry

**Concentrador de aceite de prueba.-** Conocido como Pulmón va ensamblado junto a la entrada o alimentación de la bomba de inyección. Para mantener el volumen de aceite de alimentación

**Inyectores y probetas.-** van instalados en la parte externa con unos soportes tipo Fleje

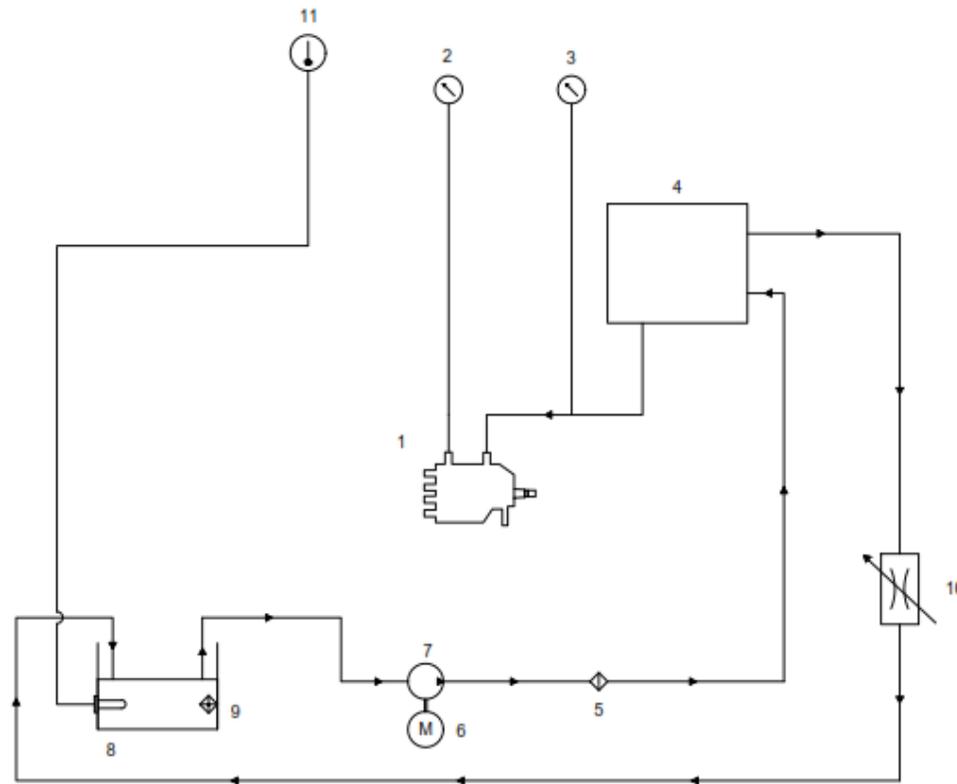


Figura 56: Inyector de prueba

Fuente: Global Sources

**FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION.-** La bomba de inyección a probarse requiere buen volumen de aceite de prueba para su alimentación, de esta forma su calibración será eficiente recordemos que la potencia del motor, su rendimiento depende de su correcta calibración de la bomba de inyección para ello trabaja con una bomba de alimentación de doble efecto (7) Fig. 39 que ya fue narrado anteriormente su funcionamiento con lo cual obtenemos buen volumen de alimentación puesto que esta bomba por cada 360° grados de giro envía doble volumen de entrega y hasta 3 bar de presión. Esta bomba es accionada por un motor eléctrico de ¼ HP (6) de esta manera succiona y envía el aceite de prueba a través del filtro de aceite (5) hasta el acumulador o Pulmón (4) el cual es un concentrador de volumen de aceite para no permitir un desabastecimiento de la bomba de inyección en funcionamiento especialmente a altas revoluciones puesto que giran hasta 3000 RPM. Para regular la presión de alimentación tenemos una válvula o estrangulador de aguja regulable (10) el cual hace que el aceite regrese al tanque de combustible y de esa manera hace que la presión de alimentación disminuya en el sistema Fig 57

## SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE ACEITE DE PRUEBA



1. Bomba de inyección
2. Manómetro de alta presión
3. Manómetro de baja presión
4. Acumulador o pulmón
5. Filtro de aceite
6. Motor eléctrico de 1/4 Hp
7. Bomba de transferencia o bomba de alimentación
8. Tanque de aceite de prueba
9. Resistencia (Calentador)
10. Estrangulador regulable de presión
11. Termómetro

Figura 57: Plano hidráulico  
Fuente: Elaboración Propia

## ENSAMBLAJE DEL SISTEMA ELECTRICO Y ELECTRONICO.-

En el bastidor seguidamente se instaló todos los componentes que corresponde a la parte eléctrica y electrónica.

**Primera etapa.-Instalación del transformador de voltaje.-** en este caso un elevador de voltaje de 220 voltios a 440 voltios que eso nos exige las características de inversor por que el sistema trabaja con 440 voltios



Figura 58: Transformadores Secos Con Convertidor De Fases  
Fuente: ELECTROMecanica Industrial

**Segunda etapa. Instalación del inversor.-** Se instaló con tornillos de fijación en lugar previamente preparado libre de impurezas y humedad por ser un equipo delicado y complejo



Figura 59: Instalación del Inversor  
Fuente: Elaboración Propia

**Tercera etapa instalación de Panel de contacto res.-** este es compartimiento especial donde van ensambladas los contacto res, llaves térmica por aquí llega la corriente de la red que alimenta a la máquina.

**Cuarta etapa Instalación del panel de control (electrónico).-** Es uno de los componentes más importantes puesto que gracias a este componente podemos operar la máquina y también la precisión de las calibraciones dependen de ello va ubicado sobre la carcasa de la máquina.



Figura 60: Instalación del Panel de Control  
Fuente: Elaboración Propia

**Quinta etapa cableada y puesta en operación.-**guiándonos por el plano de fuerza y control eléctrico procedemos con la instalación eléctrica del motor principal y el motor de la bomba de alimentación de aceite con los cuidados respectivos de seguridad en los empalmes debidamente aislado

**Sexta etapa instalación del sensor Pickup.-** Va instalado en el eje del motor en el se acondiciono un engranaje de 60 dientes del cual capta los pulsos luego envía como señal al procesador (tarjeta Electrónica) que se encuentra en el panel de control.

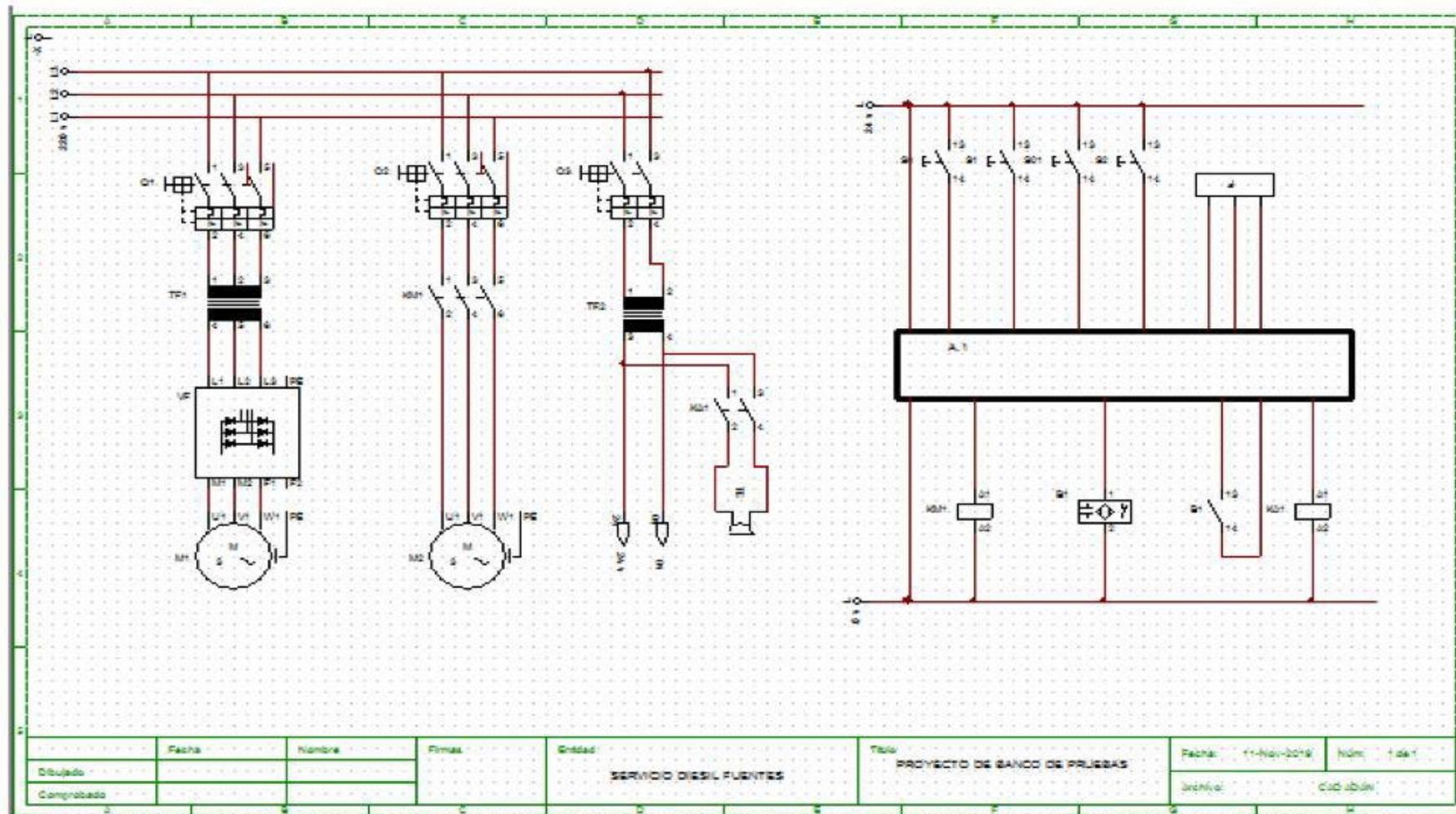


Figura 61: Instalación del Sensor Pickup  
Fuente: Elaboración Propia

## **FUNCIONAMIENTO**

### **Funcionamiento. Del sistema de Potencia.-**

Al activarse el contactor se energiza el transformador de voltaje la cual recibe corriente de la red de 220 voltios para transformar o en este caso elevar el voltaje a 440 voltios voltaje requerido por el inversor el cual trabaja con dicho voltaje, una vez que llega este voltaje A al inversor, Este hace su trabajo de rectificar la tensión trifásica de 440 voltios y 60 Hz a corriente continua de aproximadamente de 550 voltios y filtrada en unos condensadores, etapa de salida de que consta de de 6 IGBT de esta forma se sintetiza la onda trifásica de frecuencia variable que alimenta al motor variándole la velocidad a las RPM que requiera el operador lo cual se consigue con la intervención de un Potenciómetro multivoltas de 22 K que viene a ser una resistencia variable la cual limita el paso de corriente eléctrica (intensidad) provocando una caída de tensión en ellos debemos indicar también que el motor principal que impulsa a la Bomba de inyección trabaja con 440 voltios de corriente alterna B controlado por el potenciómetro y el Inversor. Ver Plano 1.



Plano 1: Plano Sistema Eléctrico y Electrónico  
 Fuente: Elaboración Propia

## PRUEBAS DEL PROTOTIPO

Al finalizar el proceso de ensamblaje del equipo es decir instalado todos los sistemas que componen íntegramente el banco de pruebas se procedió con las pruebas iniciales de funcionamiento de la maquina llegando a funcionar el sistema eléctrico e hidráulico en buenas condiciones. Pero se produjo vibraciones en la unión de ejes es decir ligerodes alineamiento notorio por la variación de velocidad.

## CORRECCION DE FALLAS.

Para corregir el problema del des alineamiento se sigue el siguiente proceso

### Proceso de alineamiento de eje del motor con la bomba de Inyección

de ejes para corregir este defecto se procedió de alineamiento de ejes verificando con reloj comparador i también con el calibrador de lámina de espesores conocido como Gauge para dicho efecto se regulo en la base del motor con láminas metálicas llamadas también linaas

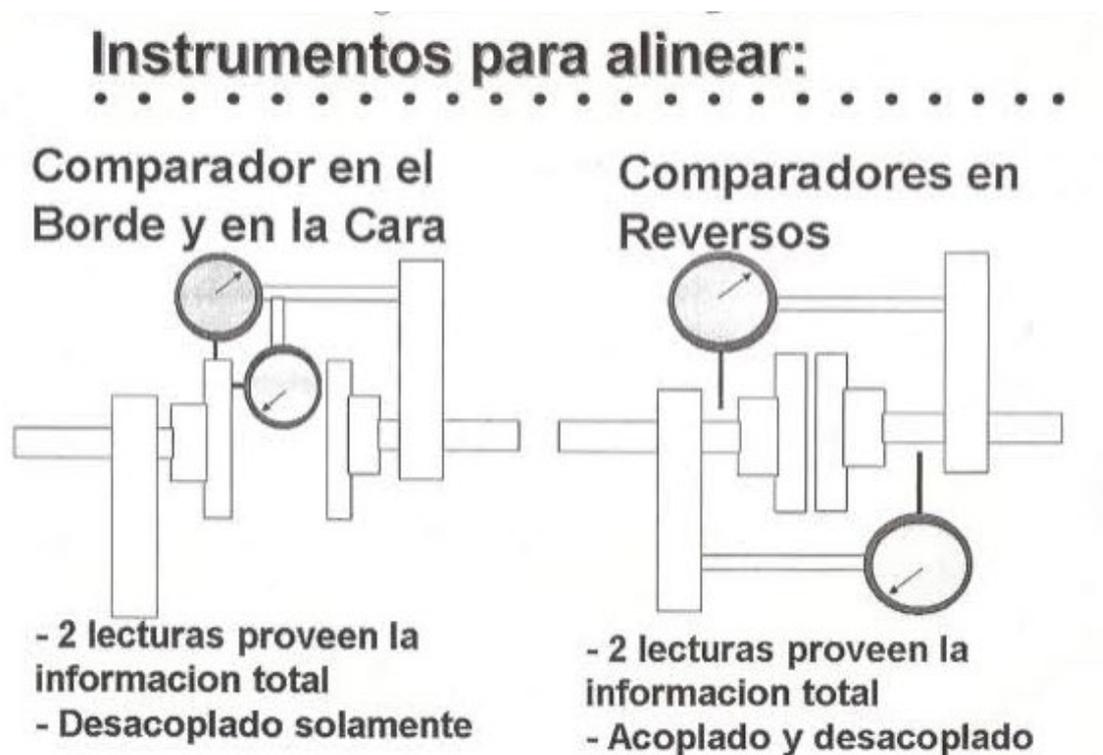


Figura 62: Proceso de alineamiento de eje del motor con la bomba de Inyección

Fuente: Slideshare

## PRUEBAS DEFINITIVAS

Una vez corregido el problema de vibraciones se instaló una bomba de inyección para verificar las cantidades de entrega de combustible verificando que los volúmenes de combustible de entrega son los que corresponde seguidamente esta bomba fue probado en un banco original Bosch comprobándose que los volúmenes concuerdan, **es decir hemos contrastado.**

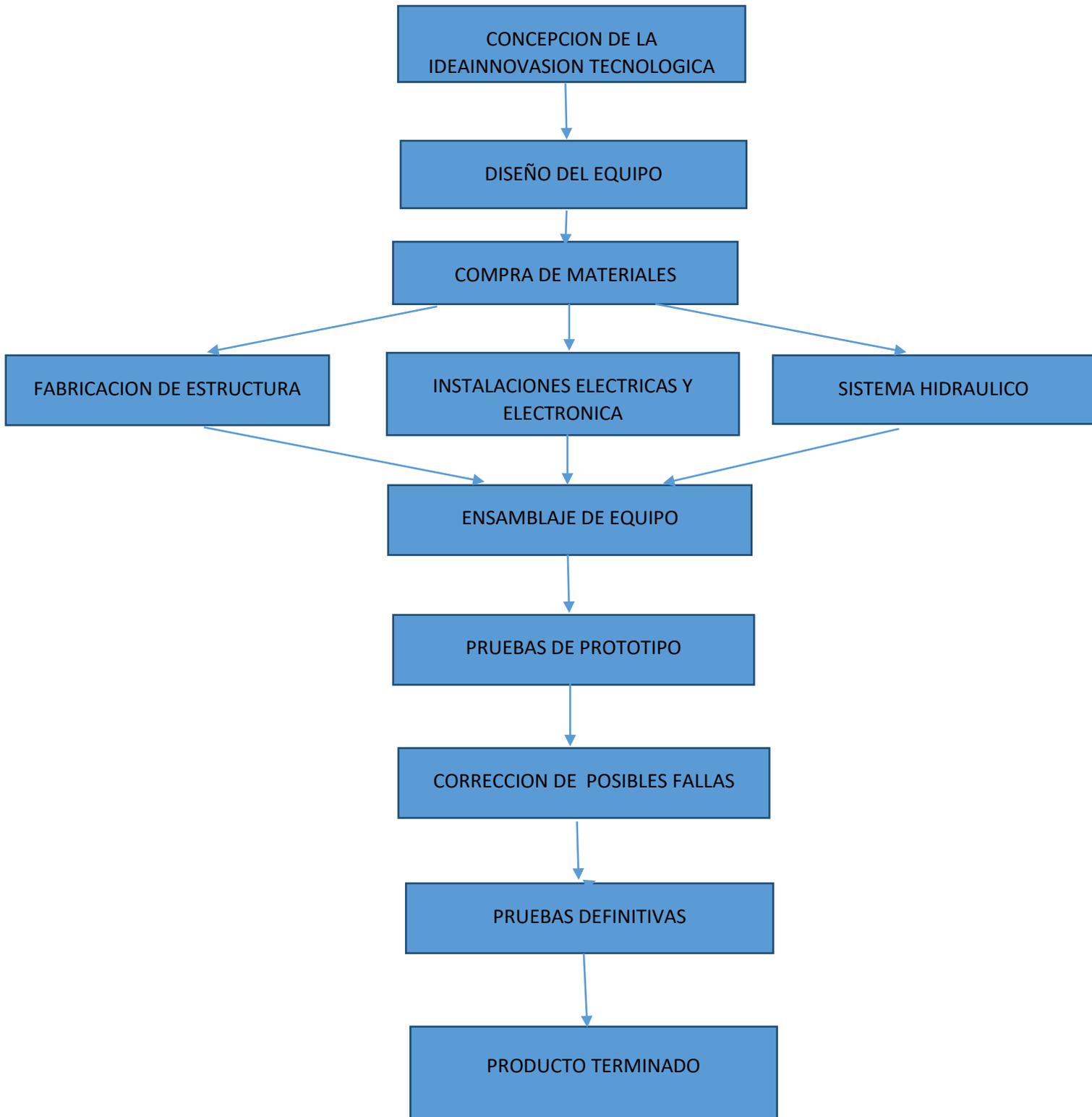


Figura 63: Pruebas finales del Proyecto

Fuente: elaboración propia

Debemos indicar que el sensor Pickup juega un papel importante ya que siempre debe estar bien calibrado (distancia entre el diente y el sensor palpador) si esta distancia es demasiado no indicara las RPM correctas y las pruebas no serán

### 2.2.2 Diagrama de Flujo



### Cronograma de actividades

ITEM	DOCE MESES											
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Concepción de la Idea de Innovación Tecnológica	X	X										
Diseño del equipo			X									
Compra de materiales				X								
Fabricación de estructura				X	X	X						
Instalación Eléctrica y Electrónica							X	X				
Sistema hidráulico									X			
Ensamblaje de equipo							X	X	X			
Pruebas de Prototipo										X		
Corrección a Posibles Fallas										X		
Pruebas definitivas											X	
Producto Terminado											X	X

### **III APORTES REALIZADOS**

En el presente trabajo de informe de suficiencia se ha abordado diferentes aspectos claves relacionados con la fabricación e innovación del banco de pruebas para bombas de inyección y bombas de alta presión common Rail de los motores diésel en general habiendo estudiado detenidamente la función de cada componente y comprendido su funcionamiento de los bancos similares convencionales es decir antiguos y sacando conclusiones se procedió con la fabricación consiguiéndose con las expectativas esperadas para esto se usó el inversor también conocido como variador de frecuencia con el cual cumplimos todas la expectativas porque se quitaron varios componentes por lo que consideramos como el aporte principal con la que también se redujo el costo real de la maquina a un 10%. de su costo real en la actualidad.

#### **3.1 PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN Y CONTROL D ETAPAS**

El proceso de control siempre ha sido permanente especialmente al acabar cada etapa puesto que teníamos que evaluar, como marcha el proyecto y que necesidades se presentan de acuerdo al avance del proyecto.

##### **Control de calidad.**

Para el proceso de soldadura realizado al unir varios componentes ya explicados anteriormente se procedió con el respectivo control de calidad por etapas.

**Inspección de soldaduras.-** Consiste en forma básica comprobar la calidad de los cordones de soldadura en forma visual que la unión haya sido lo mas efectiva posible

##### **Inspección en el sistema hidráulico**

En esta etapa de ensamblaje se verifica que no haya fugas en las conexiones de cañeras y uniones de mangueras a presión puesto que representa un peligro debido a que la conexión eléctrica que está muy cercana.

Comprobamos que los valores en los manómetros hidráulicos sean los adecuados.

### **Inspección en el sistema eléctrico y Electrónico**

Verificamos los componentes de este sistema los cables y conexiones eléctricas estén debidamente aisladas por seguridad para evitar corto circuito y posteriores accidente. Verificamos las tolerancias en el sensor pickup ,el amplificado para censar las RPM correctas a bajas velocidades

## **3.2.- EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DE FABRICACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS**

Presupuesto

1.- Tres ángulos de 3"x3"x ¼"	S/. 320.00
2.- Una plancha de 1/8" de espesor	180.00
3.- Canal U de 4" x 7.25 lb/pie	220.00
4.- Una plancha de 24" x 67" x ½"	242.00
5.- Servicio de plegado de plancha	20.00
6.- Engranaje de 60 dientes	90.00
7.- Maquinado y material de manguito acople	120.00
8.- Canal bancada material y maquinado	180.00
9.- Perforación de orificios de 2 pulgadas para vasos colectores	120.00
10.- Base para fijar bomba de inyección	380.00
11.- Estructura de refrigeradora	220.00
12.- Doce probetas y vasos colectores	600.00
13.- 48 unidades de soporte fleje	96.00
14.- Polea de eje principal (tambor de freno	20.00
15.- Doce inyectores normalizados de pruebas	1144.00
16.- Inversor variador de frecuencia	2300.00
17.- Motor eléctrico 7.5 kW	500.00
18.- Motor eléctrico ¼ hp	180.00
19.- Contactores de equipo eléctrico	200.00
20.- Cables	180.00
21.- electroimán	120.00
22.- sensor pickup	200.00
23.- dos manómetros de presión	220.00
24.- un termómetro	120.00

25.- resistencia de calor.....	70.00
26.- panel de control tarjeta electrónica .....	1,900.00
27.- tres juegos de cañerías de alta presión .....	180.00
28.- bomba de alimentación de doble efecto.....	180.00
29.- bomba seccionada para accionar bomba de alimentación.....	100.00
30.- estructura y regulador de motor eléctrico.....	30.00
31.- Panel de contactores .....	20.00
32.- Brazo acoplamiento caja de probetas y mesa de trabajo.....	80.00
33.- Maquinado de acoplamiento flexible .....	220.00
34.- Base de filtro de petróleo .....	40.00
35.- Poleas, fajas de bomba de alimentación.....	40.00
36.- Válvula reguladora de presión .....	30.00
37.- Transformador de voltaje de 220 a 440 voltios .....	600.00
38.- Mano de obra y material de soldadura.....	500.00
39.- Masillado, acabado y pintura .....	250.00
<b>Total .....</b>	<b>S.12,308.00</b>

### **3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.-**

Los resultados obtenidos al finalizar este proyecto han sido satisfactorios puesto que se cumplió con los objetivos propuestos y la maquina actualmente está funcionando y produciendo eficientemente en el laboratorio Diésel.

El Inversor cumple su función variando las RPM perfectamente lo cual era el punto más crítico del presente proyecto.

#### **Validación y contrastación como indica el fabricante**

Esta máquina es de bastante precisión por los indicadores de RPM y el contometro (conteo de entrega de combustible) las cuales deben cumplirse con extrema veracidad ya que las pruebas realizadas al calibrar la bomba sean eficientes.

Debemos recordar que la potencia del motor diésel, eficiencia, humo negro en el escape depende en gran manera de la bomba de inyección a su vez la bomba depende de su correcta calibración con la ficha técnica proporcionada por el fabricante que se rea liza en el banco de pruebas (que es nuestro Proyecto).

### Contrastar las RPM correctas

- Periódicamente verificamos el valor de la RPM si es la correcta con la ayuda de un equipo llamado el Tacómetro de RPM La tolerancia indicada por el Fabricante es de 30 RPM considerada como aceptable
- En el display del Inversor nos indica a 100 RPM de giro de motor el siguiente valor el cual se puede calibrar acercando y alejando el sensor pickup de los dientes del engranaje dentado-

Valor de Frecuencia en Hertz	RPM de motor
3,40	100



Figura 64: Contrastando los resultados  
Fuente: Elaboración propia

## **IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES.-**

### **4.1 DISCUSION**

- En nuestro país hubo personas que acondicionaron maquinas ya existentes pero el presente proyecto fue fabricar la maquina en su totalidad.
- En esta fabricación se presentó inconvenientes como el alineamiento del motor con el eje de la bomba de inyección lográndose superar.
- El cumplimiento del objetivo es decir el funcionamiento eficiente del banco y buen resultado se indica por que cumple con los parámetros indicados por el fabricante tanto de velocidad, temperatura.

### **4.2 CONCLUSIONES**

- La ejecución de la innovación, fabricación y puesta en funcionamiento del PROTOTIPO DE BANCO DE PRUEBAS PARA CALIBRACIÓN DE BOMBAS DE INYECCIÓN Y BOMBAS DE ALTA PRESIÓN Common Rail se logró dentro de los tiempos establecido, debido a la planificación de procedimientos, seguimiento y control de los mismos., logrando obtener mediante esta fabricación hasta un 30% de la productividad en el Laboratorio.
- Con el éxito del proyecto de fabricación se cumplió con la expectativa de contar con un equipo más en el laboratorio, con lo cual se mejoró la producción debido a que se reparan todos los sistemas de inyección.
- Las modificaciones que se realizaron son: se quitó tres componentes para reemplazarlo por uno solo, con lo que se simplificó y también se disminuyó el costo de fabricación.
- Se logró disminuir el costo de un banco de pruebas con la presente fabricación debido a que su precio real de un banco Bosch es de \$ 40,000 Dólares Americanos comparado con nuestro proyecto viene a ser el 10% de dicho costo.

## V:RECOMENDACIONES

- Seleccionar el personal técnico idóneo en funciones de las actividades a desarrollar en los trabajos de fabricación del banco de pruebas.
- Capacitar al personal técnico que va operar el banco de pruebas debido a que es una máquina de alta precisión, el técnico debe tener conocimiento del funcionamiento de la bomba de inyección y también del motor diésel
- Hacer periódicamente un mantenimiento preventivo para prolongar la vida útil del banco de pruebas. El operador debe verificar periódicamente el buen funcionamiento de la maquina calibrando la luz entre el diente del engranaje y el sensor pickup que es de 0.30 centésimas de milímetro con el instrumento de medición llamado GAUJE.
- Mantener el ambiente adecuado en el laboratorio que sea libre de humedad y con la suficiente ventilación puesto que los derivados del petróleo son dañinos para la salud
- Estudiar la información técnica de los probadores para inyectores common Rail para su posterior fabricación en nuestro país.

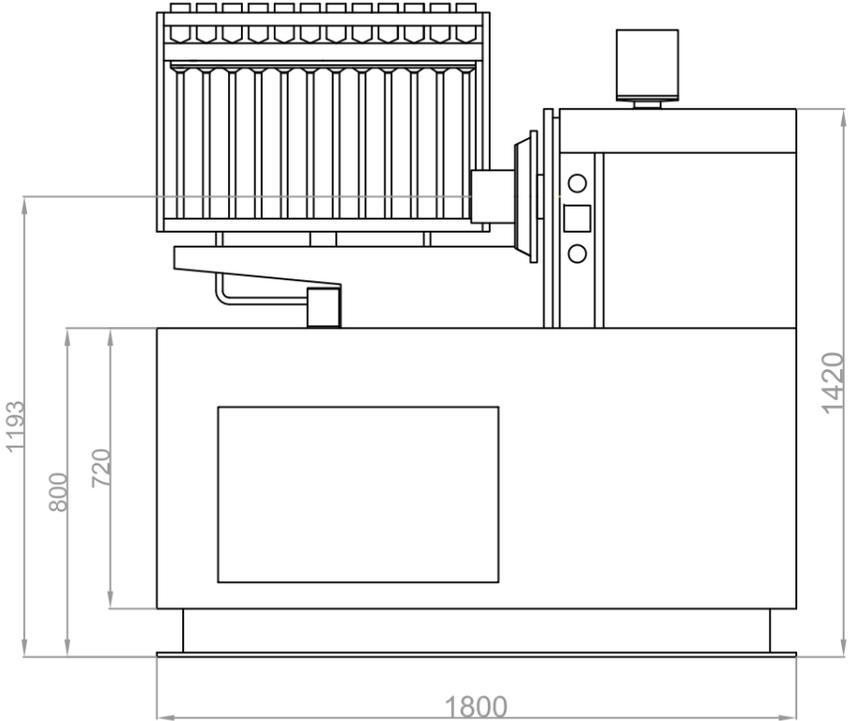
## VI BIBLIOGRAFIA

- Corporación de equipo de control ambiental Qingyuan de Tangshan República Popular China
- Edición especial para proyectos de formación profesional en el área de corporación técnica GTZ tecnología del automóvil II
- Motores Diésel III J.Pour Baix.
- Manual del Automóvil el Motor Diésel D. Hermogenes Gil Martínez.
- Instructions d"emploi Instrucciones de Manejo para bancos de prueba para bombas de inyección BOSCH.
- Che King and Calibrating Fuel Inyecction Pumps (test stand) "taian rabotti" DB850B
- Manual de Recepción e Instalación Inversor Manual de instalación y arranque Rápido VS-616G5.

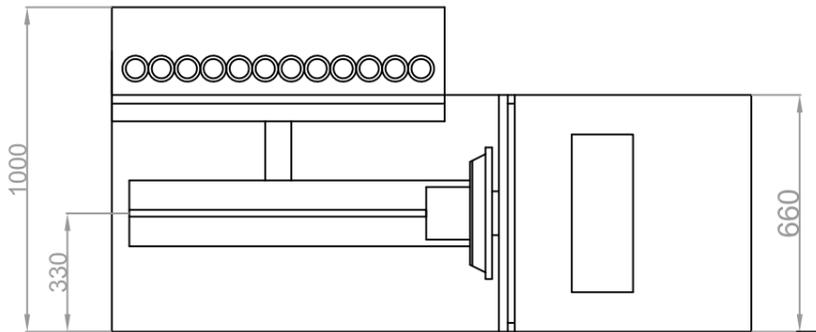
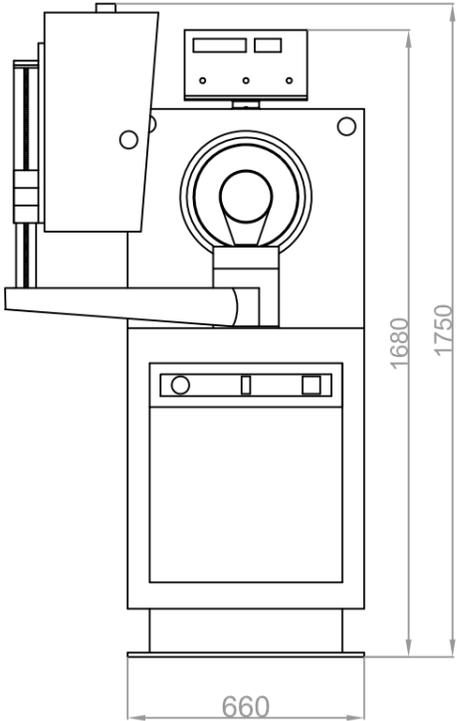
## **ANEXOS**

# VISTAS DE BANCO DE PRUEBAS

VISTA DE ELEVACIÓN



VISTA DE PERFIL

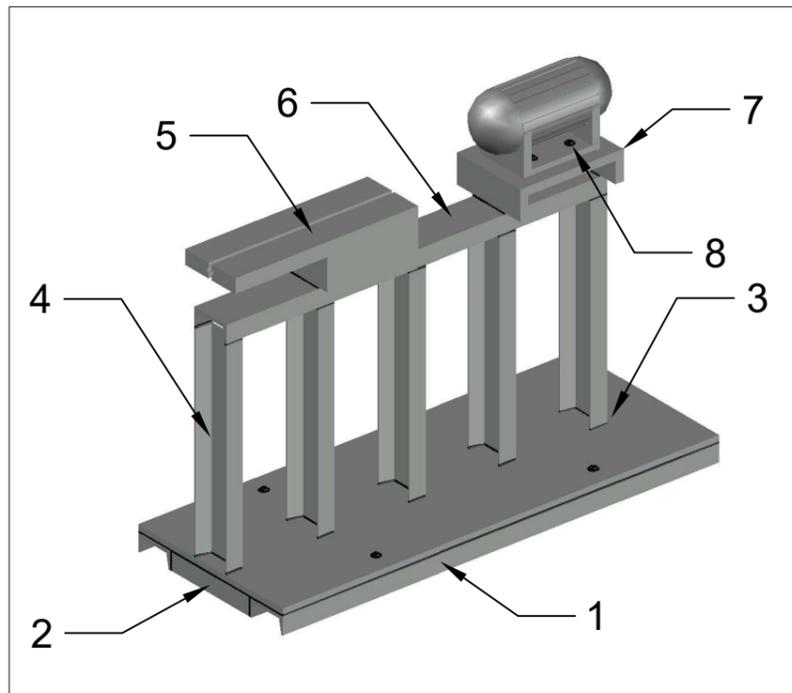


VISTA DE PLANTA

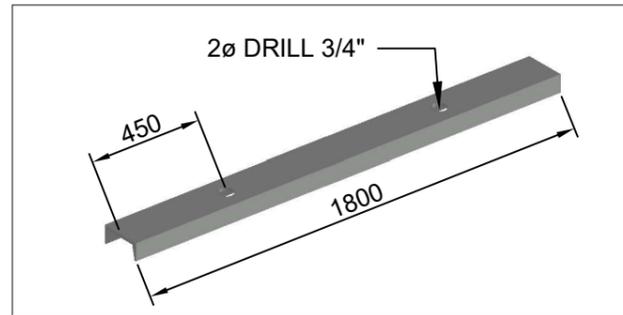
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA		
PLANO N°	DESCRIPCIÓN	ESCALA
<b>P-03</b>	<b>VISTAS DE DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>S/E</b>
DISEÑADO	BACH. APAZA APAZA, HÉCTOR	FECHA
DIBUJADO	BACH. APAZA APAZA, HÉCTOR	12/11/19
REVISADO	MSC. ING. ORDOÑEZ CÁRDENAS, GUSTAVO	

# MONTAJE Y DESPIECE DE ESTRUCTURA DE BANCO DE PRUEBAS

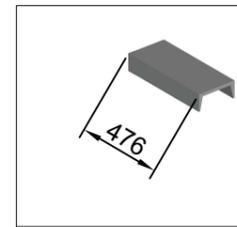
ESTRUCTURA DE BANCO DE PRUEBAS



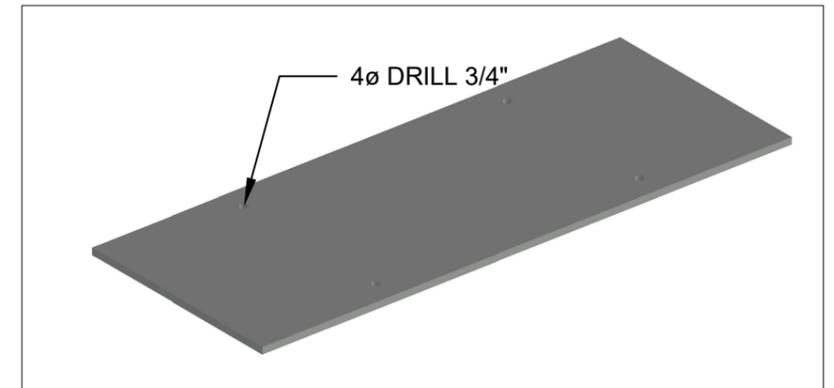
1. CANAL U



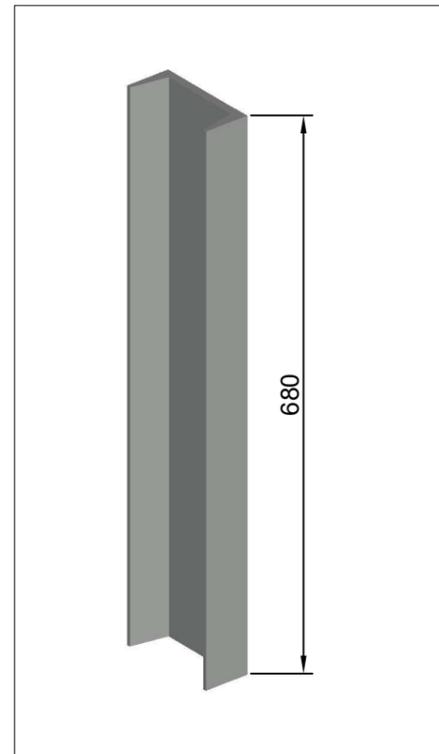
2. CANAL U



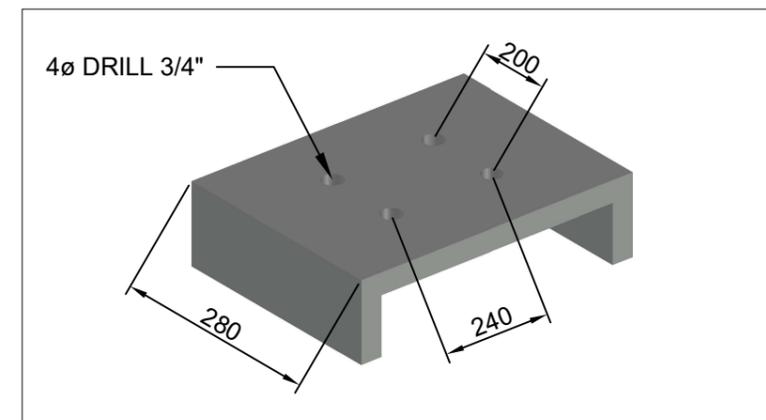
3. PLANCHA DE 5/8" X 1800 X 680



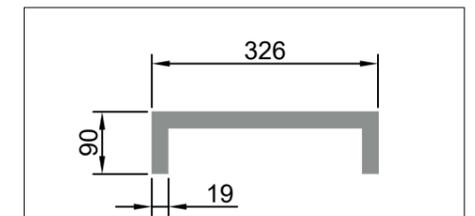
4. CANAL U



7. BASE DEL MOTOR

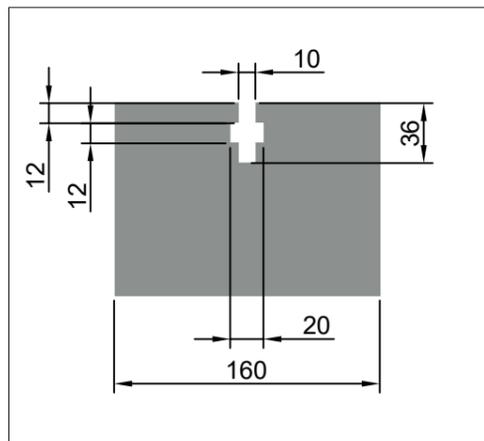


7. BASE DEL MOTOR



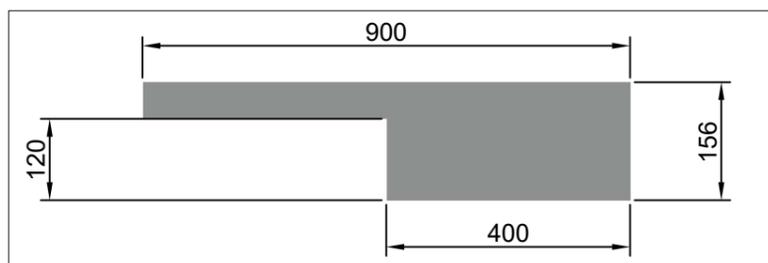
VISTA DE PERFIL

5. MAQUINADO



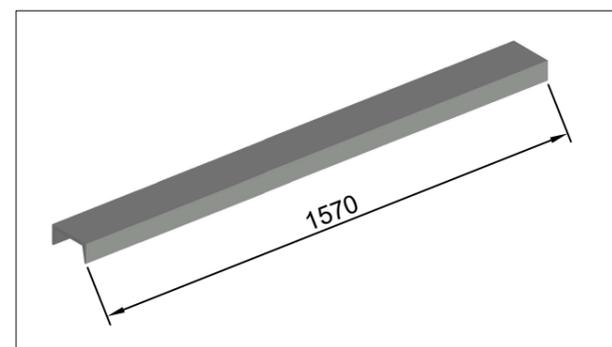
VISTA DE ELEVACIÓN

5. MAQUINADO

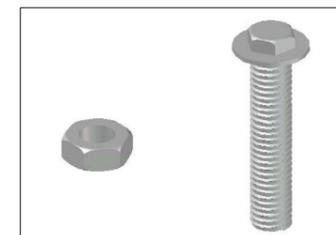


VISTA DE PERFIL

6. CANAL U



8. PERNO Y TUERCA DE 5/8"



ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Canal U de 4" x 7.25lb/pie	2
2	Canal U de 4" x 7.25lb/pie	2
3	Plancha estructural A-36 de 5/8" x 1800 x 680	1
4	Canal U de 4" x 7.25lb/pie	5
5	Maquinado	1
6	Canal U de 4" x 7.25lb/pie	1
7	Base del motor	1
8	Perno de 5/8"	4
9	Tuerca de 5/8"	4

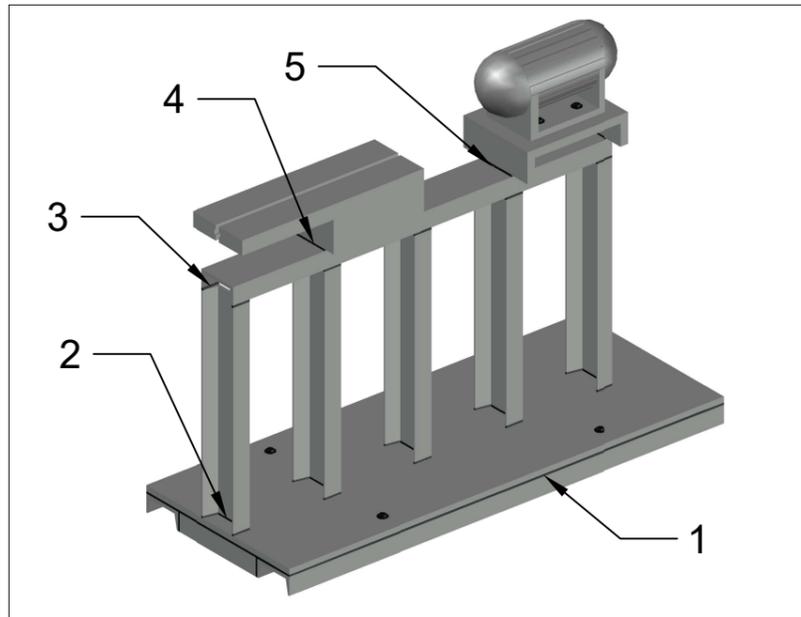
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA

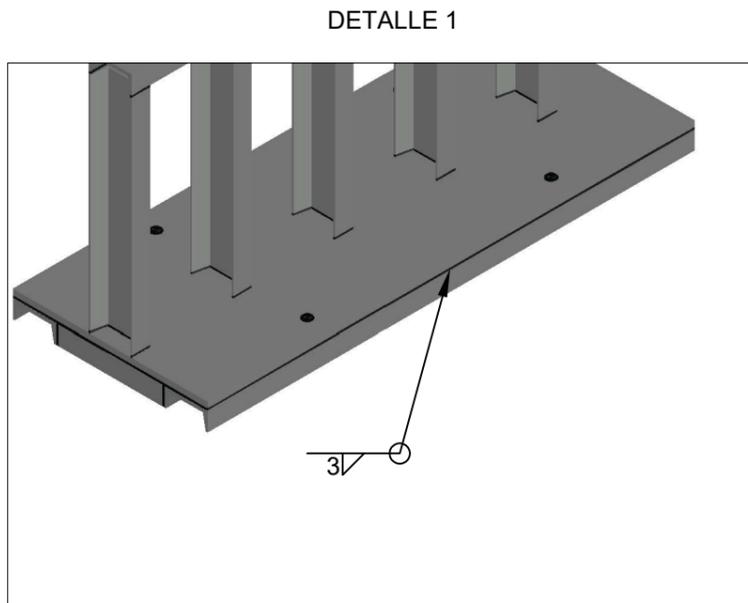
PLANO N°	DESCRIPCIÓN	ESCALA
<b>P-01</b>	<b>MONTAJE Y DESPIECE DE ESTRUCTURA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>S/E</b>
DISEÑADO	BACH. APAZA APAZA, HÉCTOR	FECHA
DIBUJADO	BACH. APAZA APAZA, HÉCTOR	12/11/19
REVISADO	MSC. ING. ORDOÑEZ CÁRDENAS, GUSTAVO	

# SOLDADURA DE ESTRUCTURA DE BANCO DE PRUEBAS

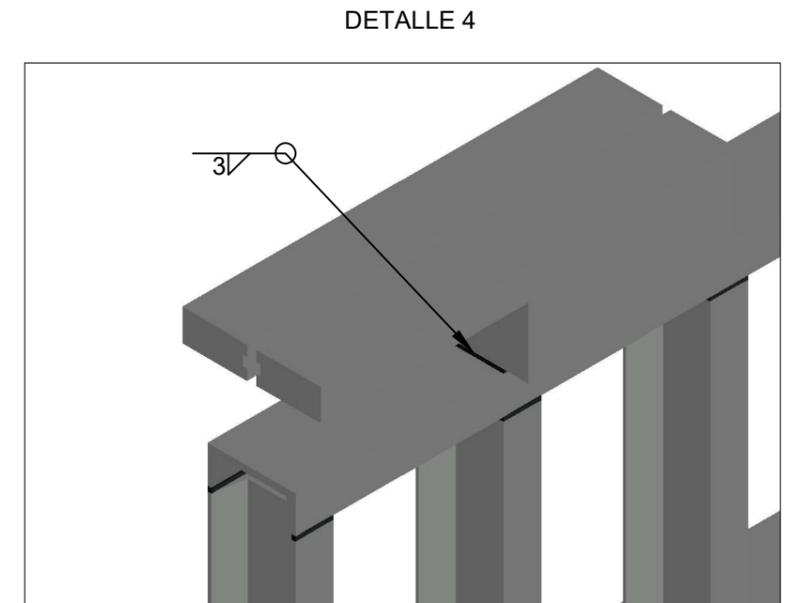
ESTRUCTURA DE BANCO DE PRUEBAS ( DETALLES)



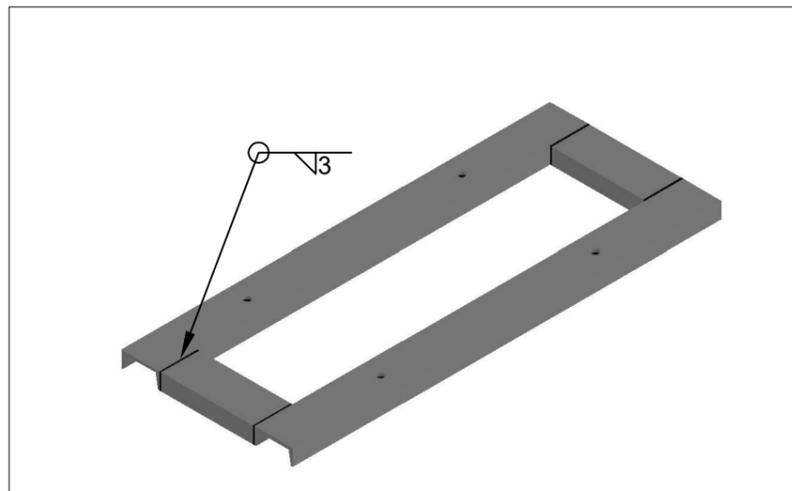
BASTIDOR



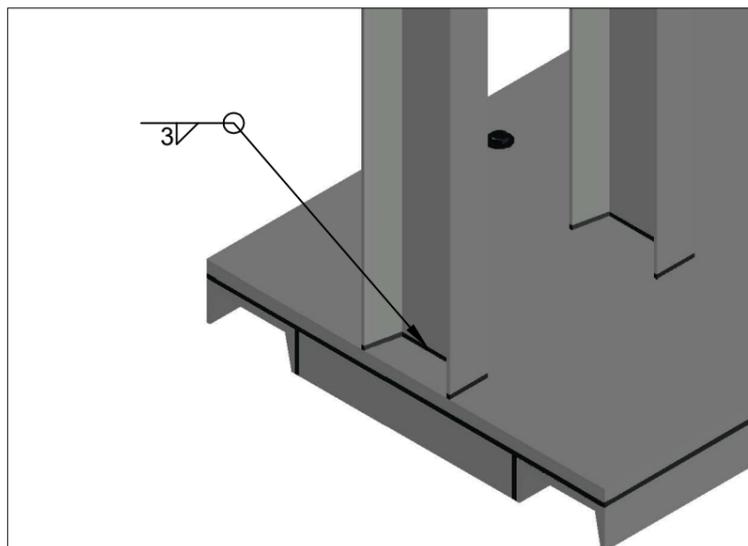
DETALLE 1



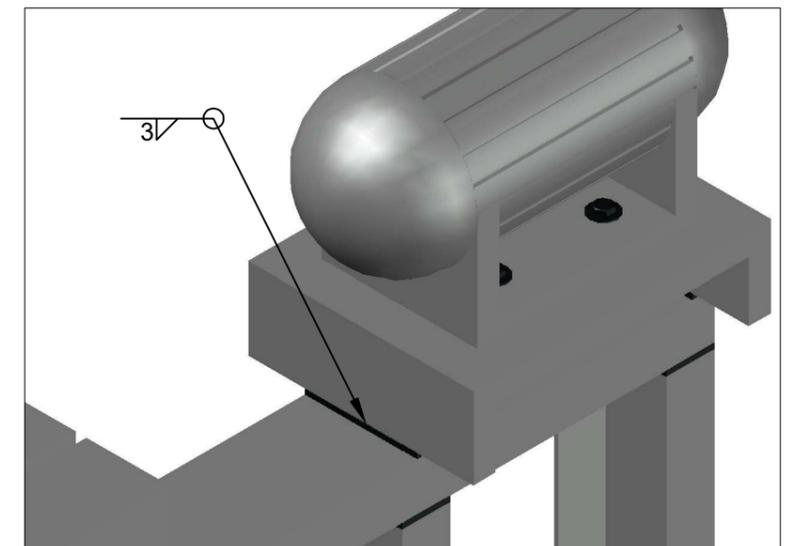
DETALLE 4



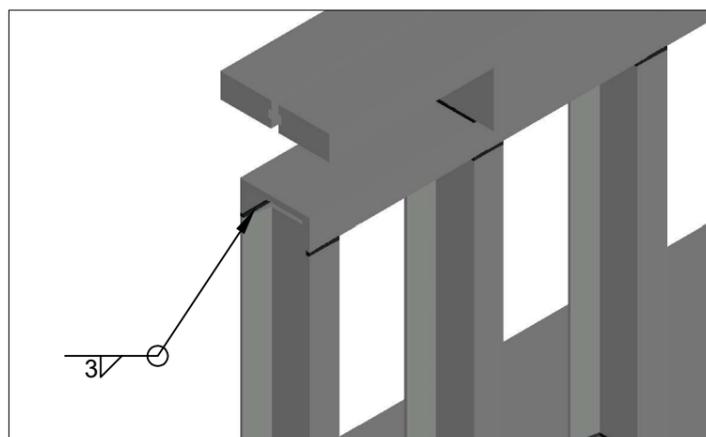
DETALLE 3



DETALLE 2



DETALLE 5



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA

PLANO N°	DESCRIPCIÓN	ESCALA
P-02	SOLDADURA DE ESTRUCTURA DE BANCO DE PRUEBAS	S/E
DISEÑADO	BACH. APAZA APAZA, HÉCTOR	FECHA
DIBUJADO	BACH. APAZA APAZA, HÉCTOR	12/11/19
REVISADO	MSC. ING. ORDOÑEZ CÁRDENAS, GUSTAVO	

# INJECTION PUMP TEST SPECIFICATIONS

196000-0880

<b>INJECTION PUMP</b>	196000-088# (VE4/12F2100RND088)	<b>MANU-FACTURER</b>	TOYOTA		
<b>Governor Type</b>	Maximum-minimum speed	<b>ENGINE TYPE</b>	1KZ-T		
<b>Rated Voltage</b>	12V	<b>VEHICLE MODEL</b>	HILUX/ 4RUNNER		
<b>Rotation</b>	Clockwise viewed from drive side	Dimension (mm) MS : 0.15 – 0.25			
<b>Injection Order</b>	A – B – C – D	Dimension (mm) K : 3.20 – 3.40			
<b>Injection Interval</b>	90° ±30'	Dimension (mm) KF : 6.30 – 6.50			
<b>1. TEST CONDITIONS</b>					
1) Nozzle	: 093400-0540 (DN12SD12A)	4) Feed Pressure	: 0.2 kgf/cm <sup>2</sup>		
2) Nozzle Opening Pressure	: 145 – 155 kgf/cm <sup>2</sup>	5) High Pressure Pipe	: ø2 x ø6 x 840 mm		
3) Test Oil	: SAE J967 (ISO4113)	6) Fuel Temperature	: 40 – 45°C (104 – 113°F)		
<b>NOTE:</b> Apply 6 volts DC across the fuel cut solenoid during adjustment.					
<b>2. PRE-ADJUSTMENT</b> (at full lever position, boost pressure 870 mmHg)					
	<b>Pump Speed (rpm)</b>	<b>Fuel Delivery (cc/200st- 1cyl.)</b>	<b>Remarks</b>		
<b>Full Load</b>	1800	14.4 – 15.0	By full load setting screw		
<b>High Speed</b>	2300	5.1 – 7.3	By max. speed setting screw		
Load Sensing Timer: Adjust the governor shaft so that the dimension "L" between the housing flange and the end of the governor shaft is about 2.5 mm.					
<b>3. ADJUSTMENT OF PUMP INTERNAL PRESSURE</b> (at full lever position, boost pressure 870 mmHg)					
	<b>Pump Speed (rpm)</b>	<b>Internal Pressure (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Remarks</b>		
	500	4.2 – 4.8	By the regulating valve		
	2000	8.0 – 8.8			
<b>4. OVERFLOW QUANTITY CHECK</b> (at full lever position, boost pressure 870 mmHg)					
	<b>Pump Speed (rpm)</b>	<b>Overflow Quantity (cc/1000st)</b>	<b>Remarks</b>		
	500	143.0 – 230.0	The overflow valve belonging to the pump should be used for checking.		
<b>5. ADJUSTMENT OF TIMER</b> (at full lever position, boost pressure 870 mmHg)					
<b>Pump Speed (rpm)</b>	750	1000	1500	1800	2000
<b>Piston Travel (mm)</b>	0.6 – 1.4	2.3 – 3.1	5.1 – 5.9	6.7 – 7.5	7.06 – 7.54
<b>NOTE:</b> Hysteresis at each pump speed is less than 0.3 mm.					

## Ajuste de la bomba de inyección (Cont.)

Preajuste de la velocidad máxima (Cont.)	N.º de la bomba		Posición de la palanca de ajuste	rpm de la bomba	N.º de carreras de medición	Volumen de inyección cc
	3L	22100-54850, 54860, 54870, 54880, 5B120	Lado de la velocidad máxima	2.300	200	4,6 – 6,2
		22100-5B030	Lado de la velocidad máxima	2.200	200	4,6 – 6,2
Presión interior de la bomba	rpm de la bomba		Presión interior kg/cm <sup>2</sup> (kPa)			
	500		3,2 – 3,8 (314 – 373)			
	2.100		6,6 – 7,2 (647 – 706)			
Volumen de rebose	rpm de la bomba		Volumen de rebose cc/min			
	2.200		370 – 800			
Distribuidor automático	N.º de la bomba		rpm de la bomba	Carrera del pistón mm		
	2L	22100-5B110, 5B170	800	2,3 – 3,1		
			1.200	3,8 – 4,6		
			2.000	6,8 – 7,6		
			2.300	7,8 – 8,6		
	3L	22100-54770, 54800, 5B060	800	0,7 – 1,5		
			1.200	2,1 – 2,9		
			2.000	4,9 – 5,7		
			2.300	5,7 – 6,5		
	3L	22100-54850, 54860, 54870, 54880, 5B030, 5B120	800	0,6 – 1,4		
			1.200	1,8 – 2,6		
			2.000	4,4 – 5,2		
2.300			4,7 – 5,5			
Volumen de inyección de carga total	N.º de la bomba		Ángulo de la palanca de ajuste	rpm de la bomba	N.º de carreras de medición	Volumen de inyección cc
	2L	22100-54770, 54800, 5B110, 5B170	Más 23,5 – 33,5°	1.200	200	10,42 – 10,74
		22100-5B060	Más 23,5 – 33,5°	1.200	200	9,62 – 9,94
	3L	22100-54850, 54860, 54870, 54880, 5B120	Más 23,5 – 33,5°	1.200	200	11,56 – 11,88
22100-5B030		Más 23,5 – 33,5°	1.200	200	10,96 – 11,28	