



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA BOMBA
LINEAL Y ROTATIVA EN EL BANCO DE PRUEBAS PARA
PROPONER UN MANUAL DE MANTENIMIENTO"**

**AUTOR: CBOS. DE TRP. ROMÁN GUERRERO ROBINSON
FABRICIO**

DIRECTOR: ING. LUIS A. MURILLO C.

LATACUNGA

2018

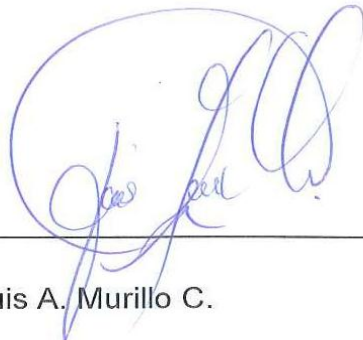
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, " ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA BOMBA LINEAL Y ROTATIVA EN EL BANCO DE PRUEBAS PARA PROPONER UN MANUAL DE MANTENIMIENTO" realizado por el señor **SR. CBOS. DE TRP. ROMÁN GUERRERO ROBINSON FABRICIO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto, me permito acreditarlo y autorizar al señor **SR. CBOS. DE TRP. ROMÁN GUERRERO ROBINSON FABRICIO** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, marzo del 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luis A. Murillo C.', is written over a horizontal line.

ING. Luis A. Murillo C.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, CBOS. DE TRP. ROMÁN GUERRERO ROBINSON FABRICIO, con cédula de identidad N° 1104700818, declaro que este trabajo de titulación " ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA BOMBA LINEAL Y ROTATIVA EN EL BANCO DE PRUEBAS PARA PROPONER UN MANUAL DE MANTENIMIENTO" ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, marzo del 2018



Cbos. de Trp. Román Guerrero Robinson Fabricio

CI: 1104700818

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Yo, CBOS. DE TRP. ROMÁN GUERRERO ROBINSON FABRICIO, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación " ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA BOMBA LINEAL Y ROTATIVA EN EL BANCO DE PRUEBAS PARA PROPONER UN MANUAL DE MANTENIMIENTO" cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Román Guerrero Robinson Fabricio', is positioned above a horizontal line.

Cbos. de Trp. Román Guerrero Robinson Fabricio

CI: 1104700818

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a mis padres a mis hermanos mis tíos, que gracias a su apoyo han permitido que se logre este objetivo propuesto, de la misma manera darles gracias por sus consejos y enseñanzas que han hecho de mí una persona luchadora, logrando así ser una persona de bien y un ejemplo para la sociedad.

Román G. Robinson F.

Cbos. De Trp.

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a mi DIOS por darme fortaleza en todo momento, la misma que día tras día me guía e ilumina para no desmayar en situaciones adversas, a mis padres y todas las personas que hacen parte de mi vida acompañándome día tras día, brindándome ese apoyo incondicional para la realización de este trabajo de titulación, a la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE - LATACUNGA Y UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS por haberme permitido cumplir este objetivo.

Román G. Robinson F.

Cbos. De Trp.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	¡Error! Marcador no definido.
AUTORIZACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. General	3
1.4.2. Específicos.....	3
1.5. Alcance	4
CAPÍTULO II.....	5
ESTADO DEL ARTE.....	5
2.1. Bombas de Inyeccion. Definición.	5
2.2. Tipos de inyección en línea.....	6
2.2.1. Especificaciones de la bomba de inyección.	7
2.2.2. Identificación de la bomba.....	7

2.2.3.	Numero de pedido.....	8
2.3.	Partes externas.....	9
2.3.1.	Regulador.....	9
2.3.2.	Bomba de alimentación.....	13
2.4.	Partes internas.....	14
2.4.1.	Árbol de levas.....	14
2.4.2.	Carter interior de la bomba.....	15
2.4.3.	Empujador o rodillo.....	15
2.4.4.	Muelle.....	16
2.4.5.	Embolo.....	16
2.4.6.	Cilindro (Cámara de presión).....	17
2.4.7.	Canalización (Llegada de combustible).....	17
2.4.8.	Saliente.....	18
2.4.9.	Manguito cilíndrico.....	18
2.4.10.	Corona dentada.....	19
2.4.11.	Cremallera.....	19
2.4.12.	Válvula de retención o de presión.....	20
2.4.13.	Asiento de válvula.....	20
2.4.14.	Muelle de válvula.....	21
2.4.15.	Canalización hacia el inyector.....	21
2.4.16.	Funcionamiento de los elementos de bombeo.....	22
2.5.	Bomba rotativa DPA.....	25
2.5.1.	Partes componentes.....	25
2.5.2.	Operación de la bomba- ciclo de carga.....	26
2.5.3.	Ciclo de descarga.....	28
2.5.4.	Operación de las válvulas de presurización.....	28

2.5.5.	Operación de la placa terminal.....	29
2.5.6.	Lubricación de la bomba y circuito de retorno de aceite.	32
2.5.7.	Operación del gobernador.....	33
2.5.7.1.	Operación de marcha en vacío.....	34
2.5.7.2.	Velocidad a carga plena.	34
2.5.7.3.	Marcha en vacío alta y corte.....	34
2.5.7.4.	Operación de avance.....	35
CAPITULO III		39
CONSTRUCCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE LAS BOMBAS LINEAL TIPO P Y ROTATIVA DPA		39
3.1.	Introducción.....	39
3.2.	Descripción de componentes	40
3.3.	Especificaciones para herramientas especiales.....	41
3.3.1.	Modelo de la llave para extracción de tuerca de contrapesas.....	41
3.3.2.	Mecanizado de la herramienta especial, para extracción de tuerca de contrapesas.....	42
CAPITULO IV.....		46
CREACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PROCEDIMIENTO PARA EL DESARMADO DE LA BOMBA LINEAL TIPO P Y ROTATIVA TIPO DPA		46
4.1.	Procedimiento para el desarmado de la bomba lineal tipo P	46
4.2.	Verificación de los componentes de la bomba de inyección tipo P	57
4.2.1.	Comprobación de los elementos de bombeo	57
4.2.2.	Comprobación de las válvulas de presión.....	58
4.2.3.	Comprobación de rodillos y árbol de levas.....	58
4.2.4.	Comprobación de los muelles de embolo y varilla de regulación	58
4.3.	Fase.	58

4.4.	Caudal.....	59
4.5.	Procedimiento para el desarmado de la bomba lineal tipo P	59
4.6.	Función de las bombas de inyección diésel.	59
4.7.	Proceso de desarmado de la bomba de inyección rotativa dpa.	59
4.8.	Mantenimiento.....	67
CAPITULO V.....		68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
5.1.	Conclusiones.....	68
5.2.	Recomendaciones.....	69
BIBLIOGRAFÍA		70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Bomba lineal tipo P	5
Figura 2	Tipos de bombas lineales.....	6
Figura 3	Placa de la bomba de inyección.....	7
Figura 4	Componentes externos bomba lineal	9
Figura 5	Regulador.....	9
Figura 6	Partes del regulador	10
Figura 7	Regulador en posición de arranque	11
Figura 8	Regulador al máximo de revoluciones	12
Figura 9	Bomba de alimentación	13
Figura 10	Bombas de alimentación	13
Figura 11	Partes Internas de una Bomba.....	14
Figura 12	Árbol de levas bomba tipo P.....	15
Figura 13	Taque	15
Figura 14	Muelle.....	16
Figura 15	Embolo	16
Figura 16	Cilindro	17
Figura 17	Vista en corte lateral de la bomba.	17
Figura 18	Ubicación del manguito de control	18
Figura 19	Ubicación del manguito cilíndrico	18
Figura 20	Ubicación de la corana dentada	19
Figura 21	Cremallera.....	19
Figura 22	Válvula de retención en corte.....	20
Figura 23	Asiento de válvula.	20
Figura 24	Muelle de válvula.....	21
Figura 25	Cañerías.....	21

Figura 26	Elementos de bombeo	22
Figura 27	Suministro en función del giro del embolo.....	23
Figura 28	Mecanismo de la cremallera.....	23
Figura 29	Embolo	24
Figura 30	Diagrama de una bomba DPA.....	25
Figura 31	Ciclo de carga de la bomba	27
Figura 32	Placa terminal.....	30
Figura 33	Sección transversal de la placa terminal	31
Figura 34	Dispositivo para el ajuste de la bomba de transferencia	31
Figura 35	Circuito de retorno del aceite 1) Barril, 2) Chumacera, 3) Válvula de medición, 4) Paso del aire purgado, 5) Paso de la entrada y 6) Presión de transferencia.	32
Figura 36	Mecanismo de control del gobernador mecánico DPA.....	33
Figura 37	Dispositivo de avance automático	36
Figura 38	Mecanismo de avance de la carga.....	37
Figura 39	Amortiguador usado en la bomba DPA	38
Figura 40	Modelado llave para tuerca de conjunto de masas.	41
Figura 41	Vista inferior llave para tuerca de conjunto de masas.	42
Figura 42	Eje acero AISI 1020	42
Figura 43	Montaje del eje hacer mecanizado.....	43
Figura 44	Desbaste del eje.....	43
Figura 45	Roscado parte lateral del eje.....	44
Figura 46	Corte en un extremo del eje.	44
Figura 47	Herramienta especial para extracción de tuerca de contrapesas terminada.....	45
Figura 48	Montaje de la prensa en un dispositivo de sujeción	46
Figura 49	Extracción de los pernos de la tapa del gobernador	47

Figura 50	Extracción del seguro de la unión de la cremallera y la horquilla de aceleración.....	47
Figura 51	Gobernador	48
Figura 52	Extracción de la tuerca de masas	48
Figura 53	Extracción de las contrapesas.....	49
Figura 54	Tuercas del variador de avance	49
Figura 55	Tapón del variador de avance	50
Figura 56	Tuerca interna del variador de avance	50
Figura 57	Tapa inferior	51
Figura 58	Pernos de hexágono	51
Figura 59	Enclavamiento del árbol de levas.....	52
Figura 60	Cojinete del árbol de levas	52
Figura 61	Tornillos de seguridad	53
Figura 62	Tapa de sujeción del árbol de levas	53
Figura 63	Extracción del árbol de levas.....	54
Figura 64	Pernos de enclavamiento	54
Figura 65	Elementos de bombeo	55
Figura 66	Racores.....	55
Figura 67	Elementos de bombeo	56
Figura 68	Partes internas y externas de la bomba lineal tipo P.....	56
Figura 69	Bomba rotativa DPA.....	59
Figura 70	Tapa superior de la bomba DPA	60
Figura 71	Desmontaje del resorte de gobernador.	60
Figura 72	Barra de corte.....	61
Figura 73	Tornillos de sujeción del gobernador.....	61
Figura 74	Brazo del gobernador.....	62

Figura 75	Tornillos de la placa terminal.....	62
Figura 76	Amortiguador de pulsaciones.....	63
Figura 77	Tuerca que sostiene el alojamiento de avance	63
Figura 78	Placa terminal.....	64
Figura 79	Extracción de los alabes	64
Figura 80	Tuerca del rotor	65
Figura 81	Cabeza hidráulica.....	65
Figura 82	Rodillos y zapatas de la leva.....	66
Figura 83	Eje impulsor.....	66
Figura 84	Extracción del eje impulsor.....	67

RESUMEN

La presente investigación, tiene el objetivo de crear un manual de mantenimiento para bombas de inyección diésel lineal tipo P y rotativa tipo DPA, el mismo que servirá de gran importancia para el usuario, que lo utilizará como material de referencia para el desmontaje de los componentes de las bombas de inyección diésel, obteniendo un elevado conocimiento de su funcionamiento y sus componentes, logrando un correcto despiece y una utilización de las herramientas de las partes que componen las bombas de inyección especializadas, evitando daños tanto en las herramientas como en cada componente de la bomba de inyección diésel. De acuerdo a la problemática para la creación del presente trabajo, se realizó la creación de un manual de desarmado de las bombas de inyección diésel lineal tipo P y rotativa DPA, esperando que sea de mucha ayuda para los usuarios. Haciendo referencia al estudio de las bombas de inyección lineal tipo P y rotativa tipo DPA y a todos sus elementos, describiendo cada una de ellos, sus partes y la función que cumplen dentro del sistema, el desmontaje de cada una de las partes de las bombas de inyección diésel, utilizando de manera correcta las herramientas mecanizadas, creando paso a paso un manual desmontaje y mantenimiento de las bombas de inyección diésel tipo P y tipo rotativa DPA.

PALABRAS CLAVE:

- **BOMBA DE INYECCIÓN**
- **MANUAL DE MANTENIMIENTO**
- **HERRAMIENTAS MECANIZADAS**

SUMMARY

The present investigation has the objective of creating a maintenance manual for linear diesel pumps type P and rotary type DPA, the same that will be of great importance to the user, who will use it as a reference material for the disassembly of the components of diesel injection pumps, obtaining a high knowledge of its operation and its components, achieving a proper depiece and use of the tools of the parts that make up specialized injection pumps, avoiding damages to both the tools and each component of the diesel injection pump. According to the problem for the performance of the present work, the designing of a manual of disassembly of the linear diesel injection pumps type P and DPA rotary was made, hoping that it would be very helpful for the users. Referring to the study of the linear injection pumps type P and rotary type DPA and all its elements, describing each of them, their parts and the function that they fulfill within the system, the disassembly of each part of the diesel injection pumps, using the mechanized tools correctly, creating a manual disassembly step by step and maintenance of diesel injection pumps type P and rotary type DPA.

KEYWORDS:

- INJECTION PUMP
- MAINTENANCE MANUAL
- MACHINED TOOLS



Checked by

Yolanda Santos Enríquez

DOCENTE UGT

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

"ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE LA BOMBA LINEAL Y ROTATIVA EN EL BANCO DE PRUEBAS PARA BOMBAS DIÉSEL EN LOS TALLERES DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ UGT PARA PROPONER UN MANUAL DE MANTENIMIENTO"

1.1. Antecedentes

El nacimiento de las bombas de inyección lineal y rotativa, fueron muy importantes en el campo automotor, ya que estas bombas son uno de los elementos más importantes del sistema de alimentación de un vehículo.

En los motores Diésel existen dos tipos de bombas de inyección de combustible, éstas son las lineales y las rotativas; las lineales se utilizan frecuentemente en motores de alta relación de compresión y las rotativas en motores con relaciones medianas de compresión. Ambas bombas ofrecen caudal, pero deben ser robustas para soportar la presión del sistema de inyección.

Es muy importante la calibración y el mantenimiento de las bombas, para que realicen su apertura a la presión correspondiente. Por lo expuesto, la calidad y limpieza del combustible utilizado es el principal factor a tener en cuenta para el buen mantenimiento de la bomba y así reducir la contaminación del medio ambiente. (Poke, 2010)

(Martines, 2011), en tu tesis de titulación "Calibración, preparación y montaje de dos tipos de bombas de inyección, lineal y rotativa en el laboratorio a diésel existente en los talleres de la universidad técnica del norte", manifiesta que los beneficiarios del proyecto son directamente los estudiantes, por este motivo han adquirido material teórico práctico para la

utilización del banco de pruebas y de igual forma bombas de inyección funcionales para su adaptación en el banco de pruebas y de esta manera poder calibrar dichas bombas.

(Castillo, 2014), en su proyecto de titulación “Rediseño e implementación de un banco de pruebas de bombas inyectoras diésel para el laboratorio de motores de la escuela de ingeniería automotriz” analizó y describió la secuencia de pasos que son necesarios para la rehabilitación y mantenimiento del banco, todo esto basado en criterios tecnológicos para su adecuada realización, y logró poner en funcionamiento el banco para bombas inyectoras diésel, en donde se realiza prácticas reales siendo una oportunidad para lograr un mejor y más amplio aprendizaje en sus estudiantes, mejorando sus capacidades técnicas y prácticas; realizando las pruebas y verificaciones en un Laboratorio Diésel

Es por todo lo antes descrito que se establece como propósito del proyecto la recopilación de contenido científico que sustente el mantenimiento de bombas de inyección y la construcción de herramientas especiales necesarias en esta actividad, de tal manera que se pueda identificar y manipular las partes que conforman una bomba de inyección tipo P y tipo A, lo cual contribuya con el aprendizaje y desempeño de los estudiantes.

1.2. Planteamiento del problema

Desde la fabricación de las bombas de inyección lineales y rotativas se conoce la contaminación ambiental que provocan por la falta de un manual de mantenimiento de las mismas, se ha visto la necesidad de realizar un estudio del comportamiento de las bombas lineales y rotativas para reducir la contaminación.

De esta forma se procura realizar un buen mantenimiento y calibración de las bombas, reduciendo la contaminación y el efecto invernadero que existe en la localidad y de igual manera alargando su vida útil de trabajo.

1.3. Justificación

Este proyecto direcciona la utilización y mantenimiento de las bombas lineales y rotativas ya que se encuentran casi en todos los vehículos diésel, especialmente en los que son utilizados para transportar carga pesada, por esta razón es importante que se conozca la estructura interna de una bomba lineal y rotativa.

Debido a la gran importancia que tiene el aprendizaje práctico, su utilización permitirá realizar prácticas de laboratorio, comprender y analizar las diferentes piezas y partes que la conforman a una bomba lineal y rotativa, logrando a través de este proyecto ser un referente local y nacional para todos los involucrados en el mantenimiento técnico automotriz

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Estudio del comportamiento de la bomba lineal y rotativa en el banco de pruebas para bombas diésel en los talleres de mecánica automotriz UGT para proponer un manual de armado y desarmado de las mismas.

1.4.2. Específicos

- Recopilar información sobre el funcionamiento de la bomba lineal tipo P y bomba rotativa DPA mediante la utilización de manuales, para su correcto montaje y desmontaje.
- Construir las herramientas necesarias para el mantenimiento de las bombas, mediante la utilización de máquinas herramientas para su posterior mecanizado.
- Establecer un manual de mantenimiento mediante el estudio previo de manuales y órdenes de trabajo, para en banco de pruebas de motores a diésel de la carrera de Mecánica Automotriz.

1.5. Alcance

La presente investigación tiene como finalidad crear un manual de mantenimiento y la construcción de las respectivas herramientas necesarias para el armado y desarmado de las bombas lineales y rotativas, para el laboratorio de Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías, lo cual permitirá realizar prácticas de laboratorio logrando un alto nivel de aprendizaje teórico-práctico.

CAPÍTULO II

ESTADO DEL ARTE

2.1. Bombas de Inyección. Definición.

Es un dispositivo que eleva la presión del combustible, a un nivel muy elevado, tanto así que pueda entrar con la suficiente presión en la cámara de combustión, como para que la inflamación del combustible sea espontánea debido a la elevada temperatura, que experimentan los motores diésel.

También cumplen la finalidad de distribuir a los cilindros del motor la cantidad adecuada de combustible en el momento preciso. (Paredes Sarabia, 2014)

Cuenta con una cantidad determinada de elementos de bombas de acuerdo al número y disposición de cilindros que tenga el motor. El combustible recorre el colector, el mismo que se encuentra conectado directamente con cada una de las lumbreras que posee cada uno de los elementos de la bomba. Cada elemento está formado por un cuerpo de bomba y su correspondiente émbolo, desplazado por una leva (tantas como cilindros), montada sobre un árbol de levas que toma el movimiento del cigüeñal mediante engranajes de la distribución o correas dentadas. (Paredes Sarabia, 2014)



Figura 1 Bomba lineal tipo P

2.2. Tipos de inyección en línea.

Según el tamaño “del motor y los valores de presión de inyección necesarios para su correcto funcionamiento, los fabricantes de bombas han realizado una enorme gama de bombas de inyección en línea, como se muestra en la Figura 2” (Arévalo Rocha, 2016)



Figura 2. Tipos de bombas lineales

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

Tabla 1

Características de las bombas de inyección.

Bombas de inyección en línea					
Tipo	M	A	MW	P1...3.000	P7.100..8.000
Presión de inyección(bar)	550	750	1100	950	1200-1300
Aplicación	Turismos y Furgonetas	Camiones ligeros y medianos, tractores y motores industriales			Camiones pesados, motores industriales

Fuente. (Arévalo Rocha, 2016)

2.2.1. Especificaciones de la bomba de inyección.



Figura 2 Placa de la bomba de inyección

2.2.2. Identificación de la bomba.

P E 6 P 120 / 3 2 1 L ND344



(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11)

1. Bomba de inyección.
2. Tiene árbol de levas.
3. Número de cilindros.
4. Tamaño.
5. Diámetro del émbolo de bombeo.
6. Letra que indica el cambio de diseño.
7. Instalación de la bomba de alimentación y marca del árbol de levas.

1 = Sin bomba de alimentación, marca del árbol de levas situado a la izquierda.

2 = Sin bomba de alimentación, marca del árbol de levas situado a la derecha.

3 = Una bomba de alimentación montable, marca del árbol de levas situado a la izquierda.

4 = Una bomba de alimentación montable, marca del árbol de levas situado a la derecha.

8. Montaje del gobernador.

0 = Sin gobernador.

1 = Gobernador localizado a la izquierda.

2 = Gobernador localizado a la derecha.

9. Montaje del variador de avance.

0 = Sin variador de avance.

1 = Variador de avance localizado a la izquierda.

2 = Variador de avance localizado a la derecha.

10. R = Indica dirección de giro (a la derecha, como las manecillas del reloj) L =(a la izquierda, contra las manecillas del reloj).

11. Número de diseño. (Arévalo Rocha, 2016)

2.2.3. Numero de pedido.

Esta numeración “indica las partes que lleva la bomba de inyección para una posterior reparación, de igual forma permite adquirir la tabla para su calibración” (Arévalo Rocha, 2016)

190000-3440

2.3. Partes externas.

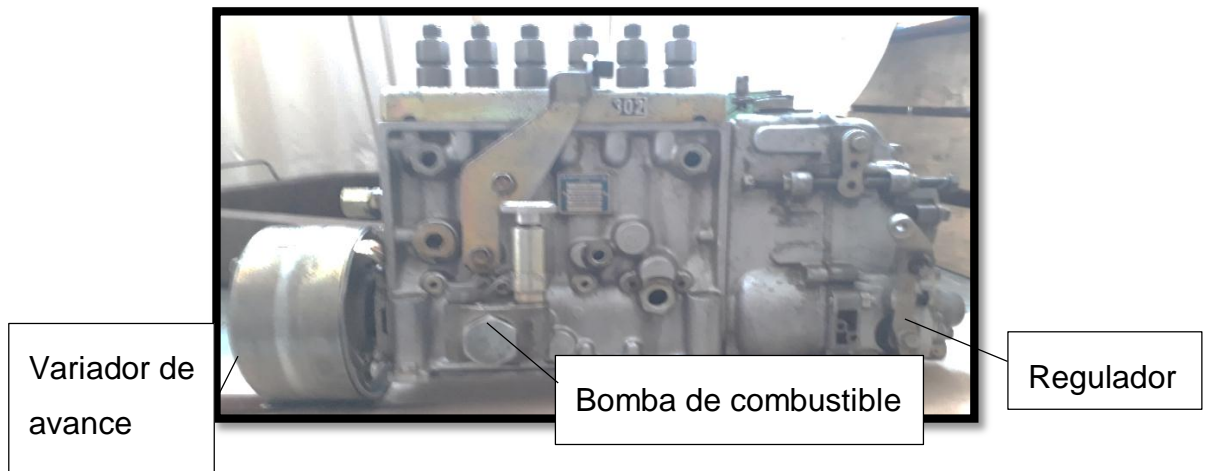


Figura 3 Componentes externos bomba lineal

2.3.1. Regulador.

El regulador es un elemento indispensable para el buen funcionamiento de la inyección una vez que ha sido la bomba aplicada a un motor. Por medio de él se puede hacer que un motor gire estable, es decir, que no se embale por sí mismo ni tampoco vaya perdiendo revoluciones cuando esto no es deseable, El regulador se encuentra situado en el lateral de la bomba opuesto al variador de inyección (lado opuesto a la toma de movimiento) (Arévalo Rocha, 2016)



Figura 4 Regulador

Un motor diésel debe tener un ralentí uniforme con objeto de que no se pare. Además de esto no debe sobrepasar el número máximo admisible de revoluciones. Estas condiciones las cumple el regulador. Puede trabajar en función del número de revoluciones del motor o de la presión del tubo de aspiración. En cualquiera de los casos, modifica la cantidad de combustible inyectada en el motor por la bomba de inyección y regula así el número de revoluciones. Los reguladores que trabajan en función del número de revoluciones, son reguladores centrífugos. (Arévalo Rocha, 2016)

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 van colocados un resorte de ralentí y dos de regulación de la máxima que se tensan o aflojan por medio de tuercas de ajuste. Dos pares de palancas acodadas transmiten los movimientos de los contrapesos centrífugos al perno de transmisión, que, a su vez, los transmite a la corredera. La corredera está unida a la palanca de regulación (palanca de corredera) acoplada a la varilla de regulación por medio de una horquilla articulada. Como la palanca de regulación que se muestra en la (Figura 6) tiene un punto de apoyo deslizante, puede modificarse su relación de transmisión. Así se consigue en la marcha al ralentí (poca fuerza centrífuga en los contrapesos), con una pequeña fuerza de tracción en el perno de transmisión, una fuerza reguladora relativamente grande en la varilla de regulación (Arévalo Rocha, 2016)

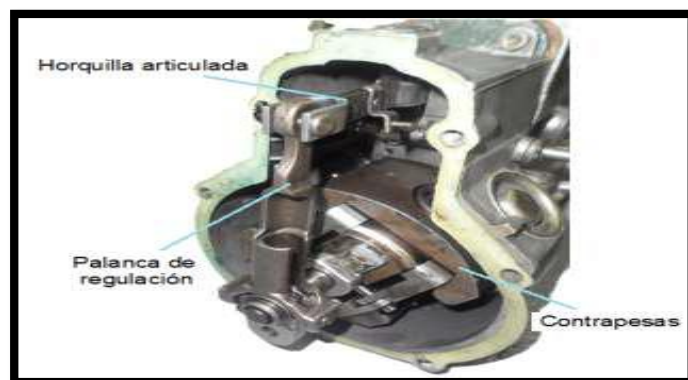


Figura 5 Partes del regulador

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

El regulador trabaja en los distintos estados de servicio del motor, del modo siguiente:

Al arrancar el motor, como se muestra en la Figura 7, se pisa el pedal del acelerador hasta el tope que suele existir en el vehículo, con lo que la varilla de regulación, venciendo la resistencia del resorte helicoidal de su tope elástico, se desplaza hasta la posición de arranque. El arrancador pone el motor en marcha y, con él, la bomba de inyección, con lo que se inyecta combustible y el motor arranca. El conductor suelta ahora el pedal, que retrocede hasta el tope de ralentí y tira de la varilla de regulación hacia la posición de <<Stop>>, en este caso a su posición de marcha al ralentí. El motor funciona al ralentí, y desde ese momento su funcionamiento está determinado por el regulador. (Arévalo Rocha, 2016)

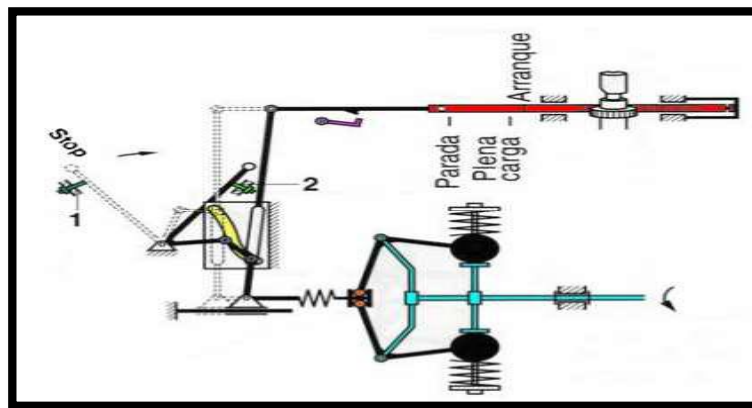


Figura 6 Regulador en posición de arranque

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

Menciona que tan pronto como el conductor pisa de nuevo el pedal, se acelera el motor. El motor funciona ahora a carga parcial como se muestra en la (Figura 8). Los contrapesos centrífugos se desplazan hacia afuera. Es decir, ente todo, el regulador trata de impedir el aumento del número de revoluciones. Pero, enseguida, los contrapesos centrífugos son de tenidos por los platillos elásticos cargados por los resortes de regulación de la máxima y se mantienen en esa posición que se alcanza el máximo número de revoluciones. De esta manera, el regulador queda inactivo entre la marcha al ralentí y el máximo número de revoluciones. La posición de la

varilla de regulación y, por tanto, el momento de giro del motor, son determinados exclusivamente por el conductor. (Arévalo Rocha, 2016)

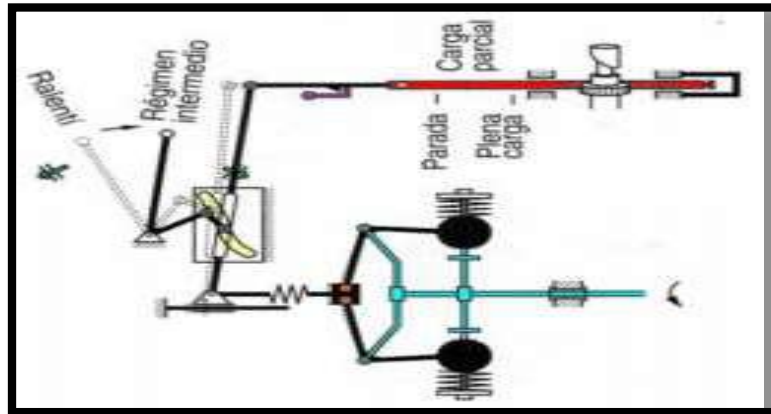


Figura 9, Regulador a carga parcial

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

A plena carga, como se muestra en la Figura 10, comienza la regulación de máximo número de revoluciones (régimen máximo). Cuando el motor sobrepasa el máximo número de revoluciones, los contrapesos centrífugos vencen la fuerza de los resortes y se desplazan hacia afuera (5mm), tirando de la varilla de regulación unos 16 mm hacia la posición de <<Stop>>. Tan pronto como la regulación de la máxima ha entrado en funcionamiento, la posición de la varilla de regulación ya no depende solamente del conductor. (Arévalo Rocha, 2016)

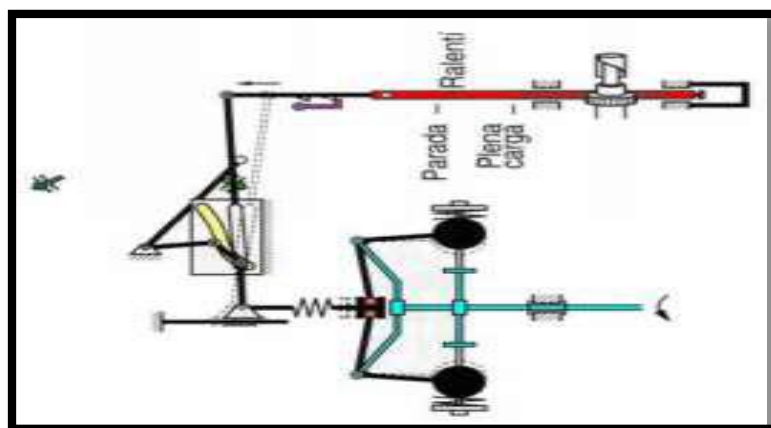


Figura 7 Regulador al máximo de revoluciones

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

2.3.2. Bomba de alimentación.

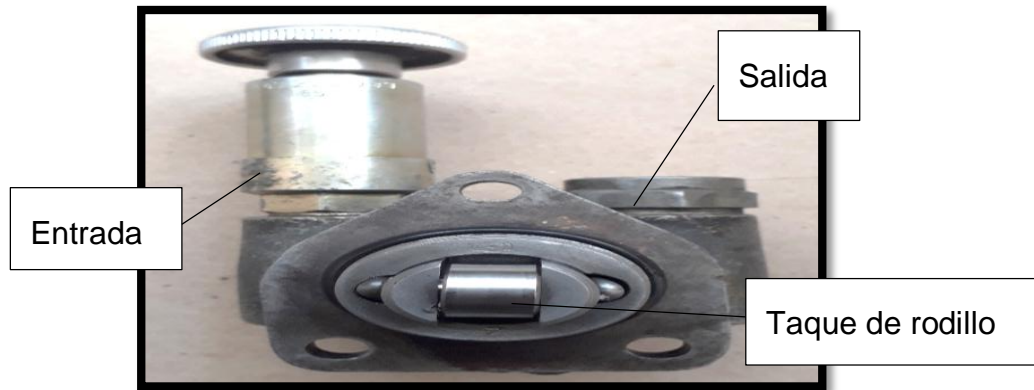


Figura 8 Bomba de alimentación

Implementadas en motores diésel, pueden ser de accionamiento mecánico o eléctrico. Su objetivo es suministrar permanentemente combustible a la bomba de alta presión, y estas se clasifican en.

- Bomba de alimentación de simple efecto.
- Bomba de alimentación de doble efecto.

La diferencia entre estas dos bombas es que la de simple efecto suministra combustible solo cuando la leva acciona el empujador y la de doble efecto suministra combustible cuando el empujador es accionado por la leva y también cuando baja a su posición normal. (Paredes Sarabia, 2014)

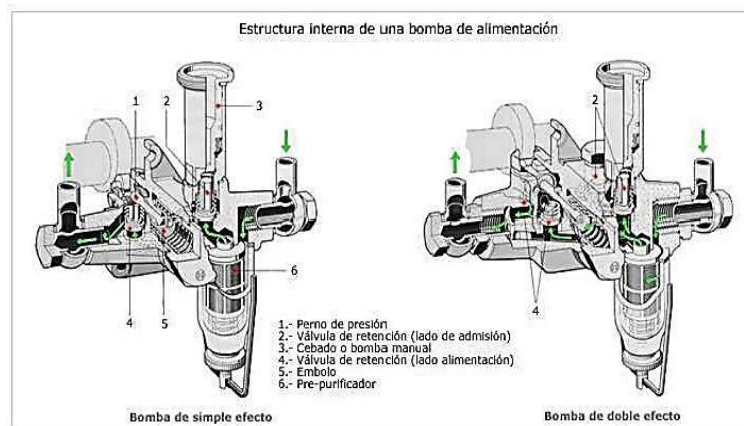


Figura 9 Bombas de alimentación

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

La bomba de baja presión al funcionar genera dos movimientos, ascendente y descendente, esto a la vez produce una presión y depresión en el sistema. Cuando el émbolo es impulsado hacia arriba, cierra la válvula de entrada de combustible y abre la de salida enviando el combustible hacia la bomba inyectora a una presión de 3 a 7 Psi. (Paredes Sarabia, 2014)

2.4. Partes internas.

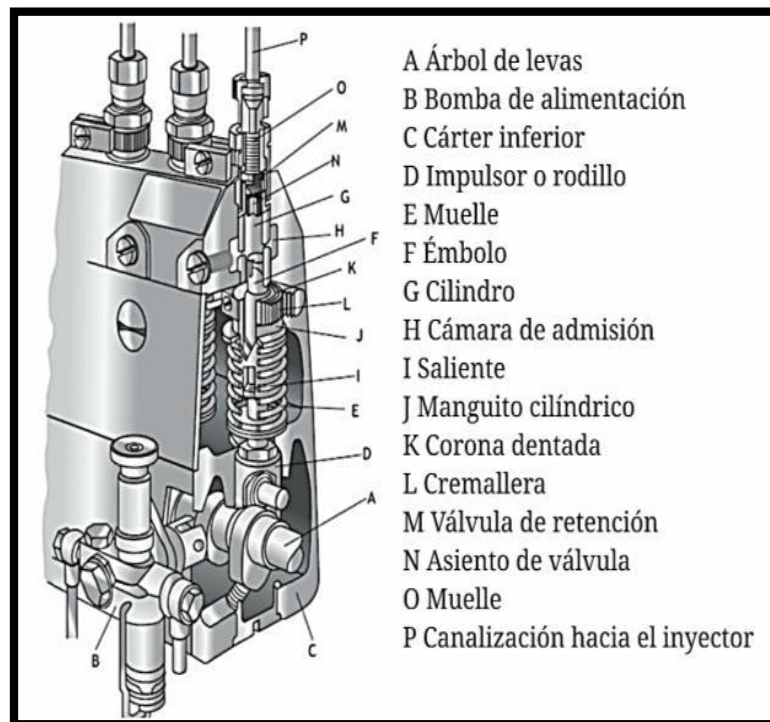


Figura 10. Partes Internas de una Bomba

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.1. Árbol de levas.

En el estudio del árbol de levas (Paredes Sarabia, 2014) afirma que este va apoyado sobre rodamientos, es de acero forjado, templado y posee alta resistencia al desgaste, la función de la leva es transmitir el movimiento al émbolo, la duración de la inyección dependerá de la forma de la leva como el rendimiento de la bomba y la velocidad de la alimentación.

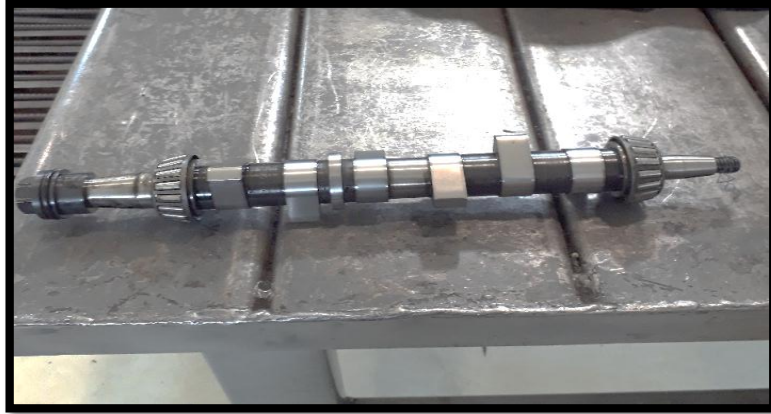


Figura 11 Árbol de levas bomba tipo P

2.4.2. Carter interior de la bomba.

Es “la cavidad inferior de la bomba en la que se aloja el lubricante para la lubricación de las piezas móviles que conforman el sistema de bombeo” (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.3. Empujador o rodillo.

Su función es “recibir el movimiento de la leva situada debajo y transmite la carrera de la lleva al pistón de la bomba y lo empuja hacia arriba contra la presión del muelle del pistón” (Paredes Sarabia, 2014)



Figura 12 Taquete

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.4. Muelle.

Su función es “mantener al seguidor de rodillo del empujador siempre unido a la leva para que la transmisión del movimiento de la leva hacia el émbolo sea precisa y uniforme en todo régimen” (Paredes Sarabia, 2014)

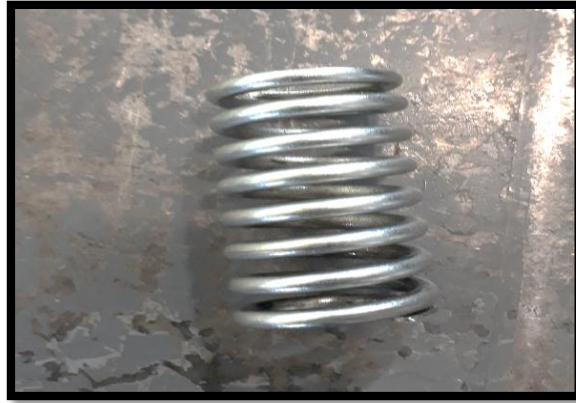


Figura 13 Muelle

2.4.5. Embolo.

De acuerdo al estudio de (Paredes Sarabia, 2014) afirma que:

Es el elemento encargado de proporcionar al sistema de alta presión el caudal requerido y la fuerza necesaria para que se genere la presión y la cantidad adecuada de combustible, el émbolo de la bomba ajusta dentro de su cilindro con tal precisión, que lo hermetiza incluso en el caso de altas presiones y bajas revoluciones de trabajo. Esta característica permite elevar las presiones de inyección a valores tan altos. Las fugas que se producen son necesarias para su lubricación. (p. 11)

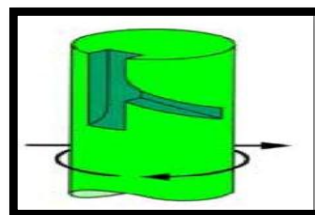


Figura 14 Embolo

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.6. Cilindro (Cámara de presión)

Elemento hueco dentro del que se encuentra alojado el émbolo, cuenta con pequeños orificios denominados lumbreras, por los cuales se subministra el combustible de baja presión proveniente de la bomba de alimentación hacia la parte superior del cilindro, una vez aquí el combustible puede ser empujado por el émbolo y así generar el caudal y la presión de combustible necesarias para el sistema de alta presión. (Paredes Sarabia, 2014)

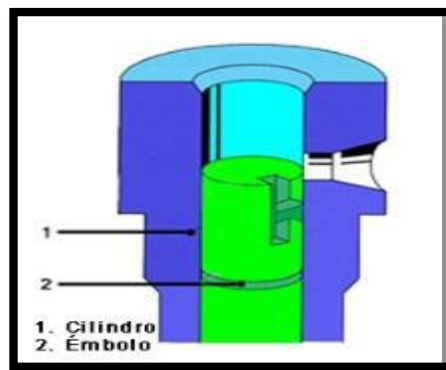


Figura 15 Cilindro

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.7. Canalización (Llegada de combustible)

Cavidad en “común que tienen las lumbreras correspondientes a cada uno de los cilindros” (Paredes Sarabia, 2014)

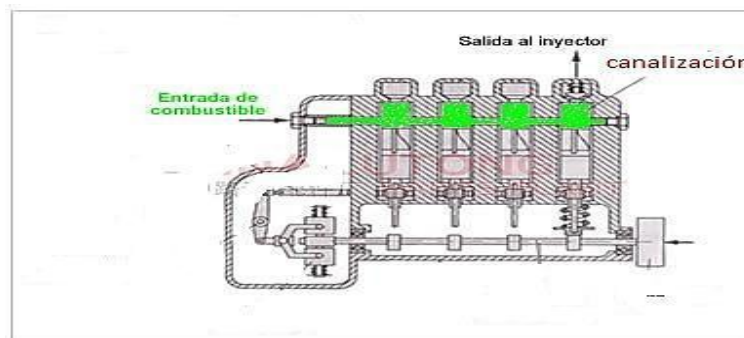


Figura 16 Vista en corte lateral de la bomba.

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.8. Saliente.

Llamado también manguito de control, consiste en una prolongación del vástago del cilindro perpendicular a este que sube y baja por el canal del manguito cilíndrico que está controlado por la cremallera, gracias a este saliente se puede controlar la posición angular del émbolo para poder regular la cantidad de combustible que se entrega al inyector. (Paredes Sarabia, 2014)

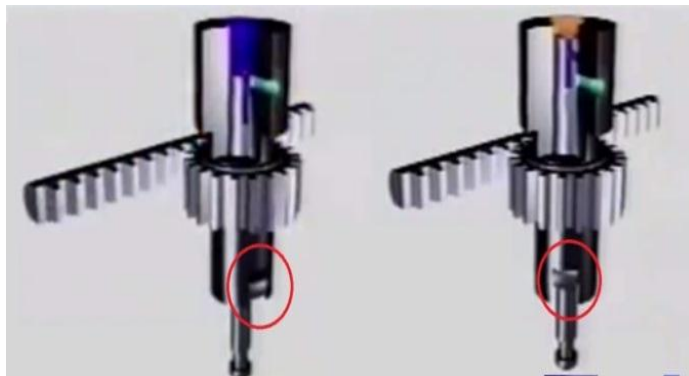


Figura 17 Ubicación del manguito de control

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.9. Manguito cilíndrico.

Es “un elemento solidario a la corona dentada, en la parte inferior posee un canal por donde recorre de arriba abajo el manguito de control, permitiendo tener una posición acertada de los émbolos” (Paredes Sarabia, 2014)



Figura 18 Ubicación del manguito cilíndrico

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.10. Corona dentada

Elemento que “permite transformar el movimiento lineal de la varilla de control (cremallera) en una posición angular precisa, para poder posicionar el manguito cilíndrico y el vástago del émbolo en un ángulo deseado” (Paredes Sarabia, 2014)

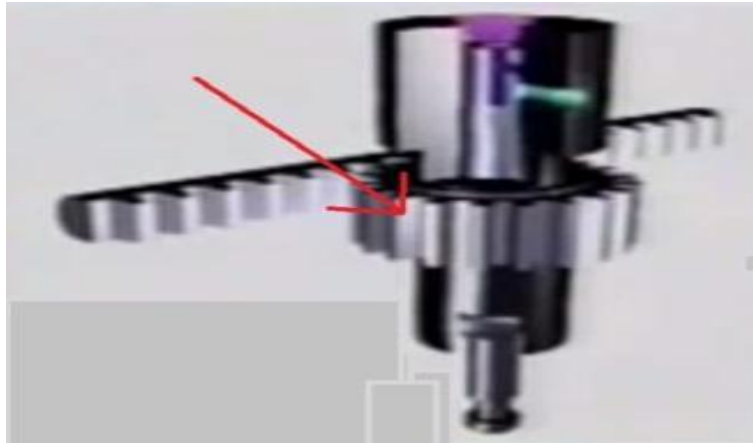


Figura 19 Ubicación de la corona dentada

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.11. Cremallera.

Gira los elementos de bombeo y estos a su vez a los émbolos para que se incremente la carrera efectiva lo que hará que aumente el caudal inyectado.

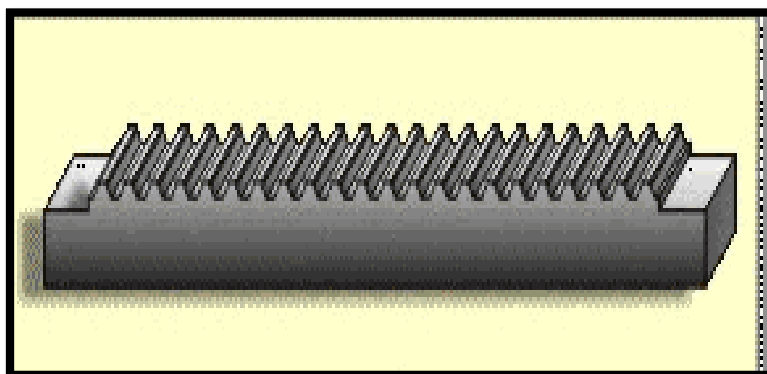


Figura 20 Cremallera

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.12. Válvula de retención o de presión.

Está instalada sobre el elemento de bomba, su función es permitir el paso de combustible del elemento hacia las cañerías de alta presión.

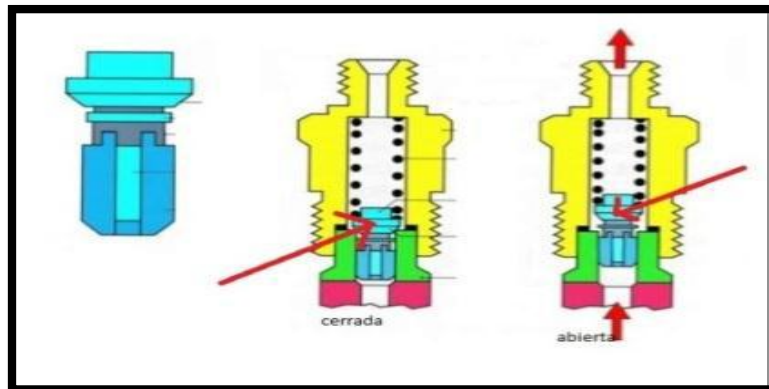


Figura 22 Válvula de retención en corte.

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.13. Asiento de válvula.

Es el elemento que soporta a la válvula y permite un cierre hermético del sistema para evitar el retorno del combustible.

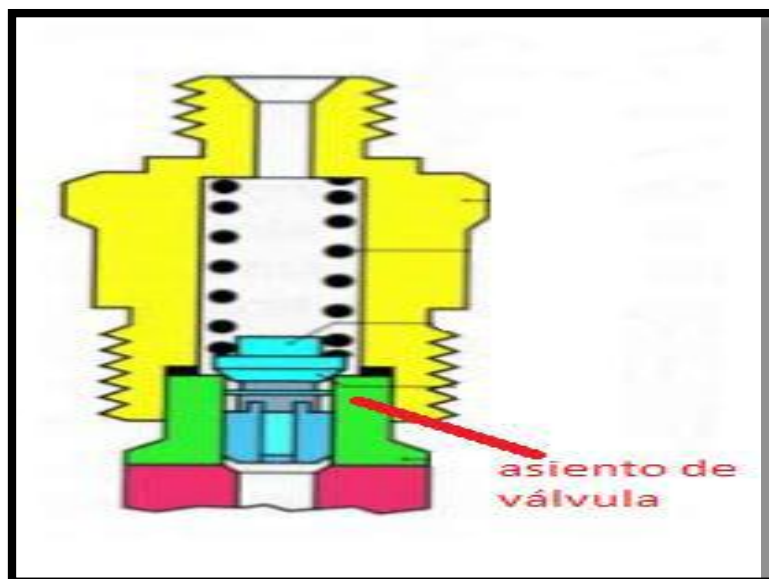


Figura 21 Asiento de válvula.

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.14. Muelle de válvula.

Este proporciona la fuerza para cerrar la válvula y mantener la presión hasta la siguiente inyección.

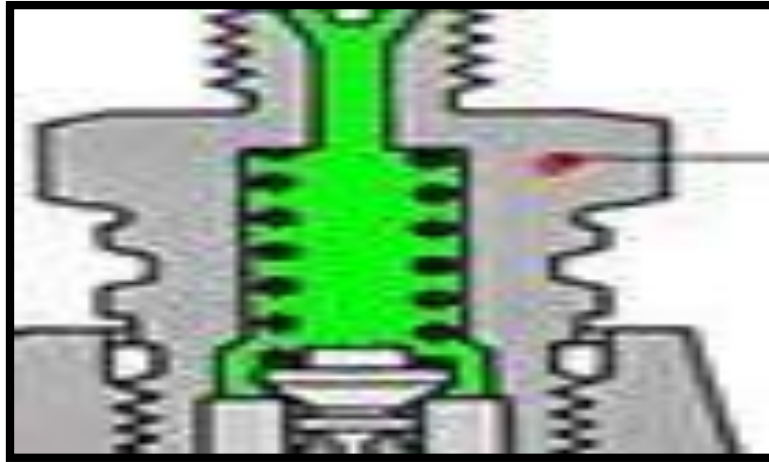


Figura 22 Muelle de válvula

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.15. Canalización hacia el inyector.

Está formada por tubos de metal que soportan una presión que va desde los 220kgf/cm² (216 bar) hasta alcanzar los 1223kgf/cm² (1200 bar), desde la bomba lineal hasta el inyector.

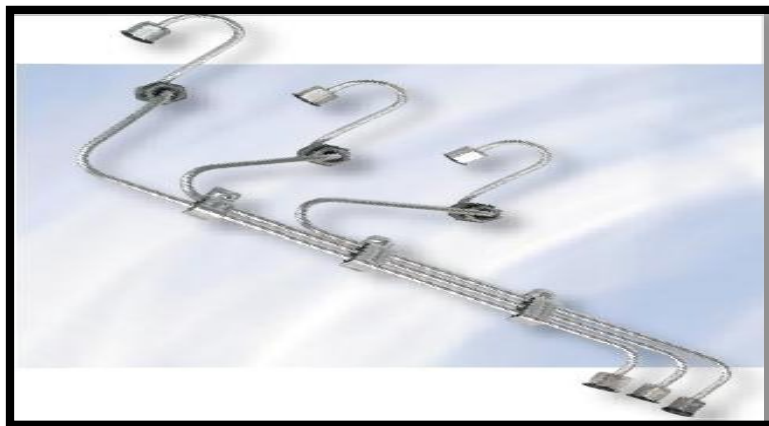


Figura 23 Cañerías.

Fuente: (Paredes Sarabia, 2014)

2.4.16. Funcionamiento de los elementos de bombeo.

Hay un elemento de bomba por cada cilindro. Cada elemento consta de un pistón o émbolo y un cilindro. El pistón tiene practicada una ranura vertical que se extiende desde el borde superior hasta una ranura anular, enfrentada a la vertical tiene otra en forma de hélice, la cual sirve para regular el caudal del combustible a inyectar. La cabeza del émbolo adopta distintas formas. El pistón recibe movimiento vertical de una leva del árbol de levas y tiene una carrera fija determinada por la altura de ésta. El cilindro tiene dos orificios transversales colocados opuestamente y está cerrado por arriba por una válvula de presión. (Arévalo Rocha, 2016)

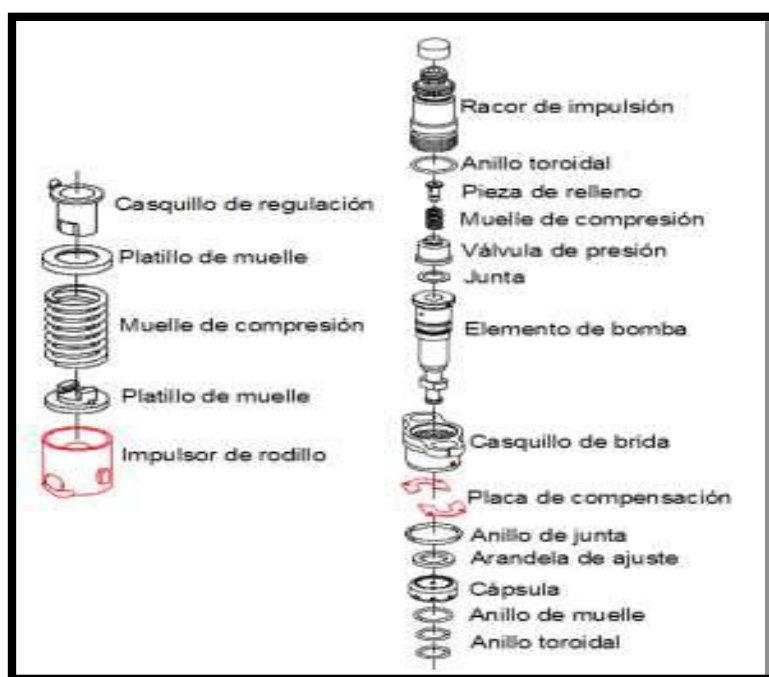


Figura 24 Elementos de bombeo

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

El pistón y el cilindro están mecanizados, rectificados y lapeados conjuntamente para formar un conjunto emparejado, por lo que las piezas no son intercambiables y no presentan apenas juego con lo que no dejan pasar combustible alguno entre ellos, salvo el imprescindible de lubricación.

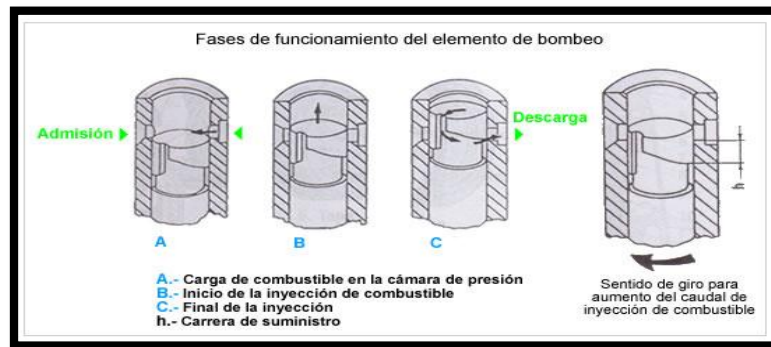


Figura 25 Suministro en función del giro del embolo

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

Un taqué de rodillo transmite la carrera de la leva al pistón de la bomba y lo empuja hacia arriba contra la presión del muelle del pistón. El pistón cierra los orificios transversales en el cilindro y presiona el combustible en la boquilla de inyección, pero la ranura helicoidal del pistón deja libre de nuevo un orificio (lunbrera de desgaste) en el cilindro, después de un recorrido, y la rampa helicoidal comunica la cámara de presión con la rampa de alimentación cesando el suministro al inyector. El pistón en su giro varía la carrera de inyección. (Arévalo Rocha, 2016)

La cantidad suministrada se varía con el giro del pistón, éste se consigue mediante un sector dentado que unido a una camisa lo gira; el sector es accionado por una cremallera dentada que se desplaza por acción del pedal acelerado. (Arévalo Rocha, 2016)

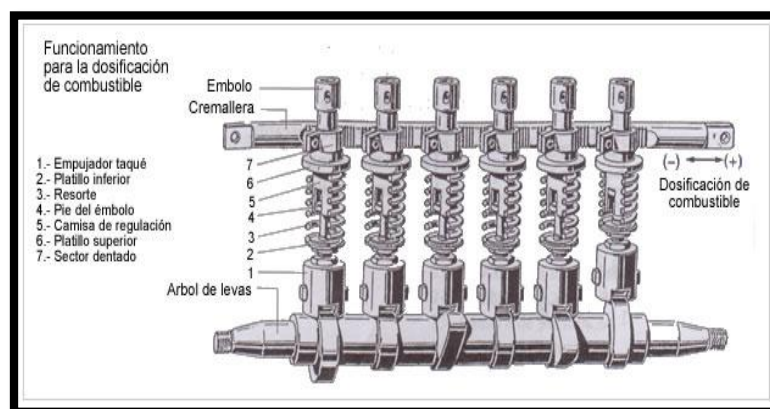


Figura 26 Mecanismo de la cremallera

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

Al no accionar la leva el pistón, éste descubre las lumbreras de carga, llenándose el espacio superior del cilindro. Al accionar la leva el taqué y elevarse el pistón se produce la elevación de presión y se vence la resistencia de la válvula de presión, enviándose el combustible al inyector con la suficiencia presión para que se produzca la inyección; ésta durará mientras exista presión suficiente en el interior del cilindro. (Arévalo Rocha, 2016)

Cuando el borde inferior de la ranura helicoidal, coincide con la lumbrera de descarga, se produce un escape de combustible a través de esa lumbrera. Así pues, como la carrera del émbolo es invariable, la cantidad o caudal de combustible a inyectar en cada embolada se regula haciendo que la ranura en hélice llegue antes o después a la lumbrera de descarga, girando el émbolo para avanzar o retrasar la comunicación de la cámara del cilindro con esta lumbrera. De esta forma se obtiene un mayor o menor suministro de combustible a inyectar en el motor, en función de la carga y potencia a desarrollar por el mismo. (Arévalo Rocha, 2016)

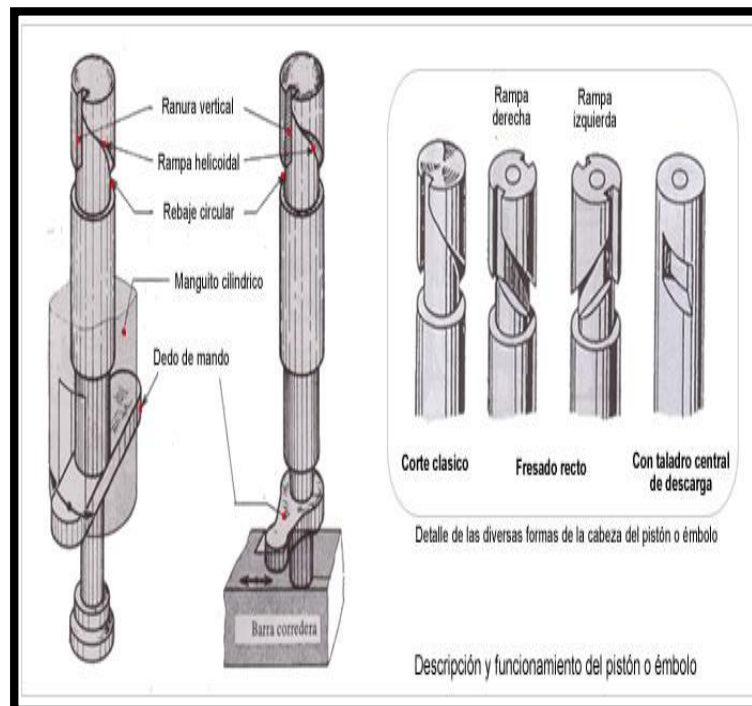


Figura 27 Embolo

Fuente: (Arévalo Rocha, 2016)

2.5. Bomba rotativa DPA.

En el estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Una de las bombas más usadas entre las producidas por Lucas CAV Ltd. Es la DPA, de un solo cilindro, doble embolo y bomba tipo distribuidor. Emplea la medición de entrada y se lubrica con el mismo combustible diésel que bombea. Se le puede adaptar los gobernadores mecánicos o hidráulicos. Para comprender mejor la operación de la bomba DPA se presenta sus partes que la componen y de su función. (p. 336)

2.5.1. Partes componentes (figura 30)

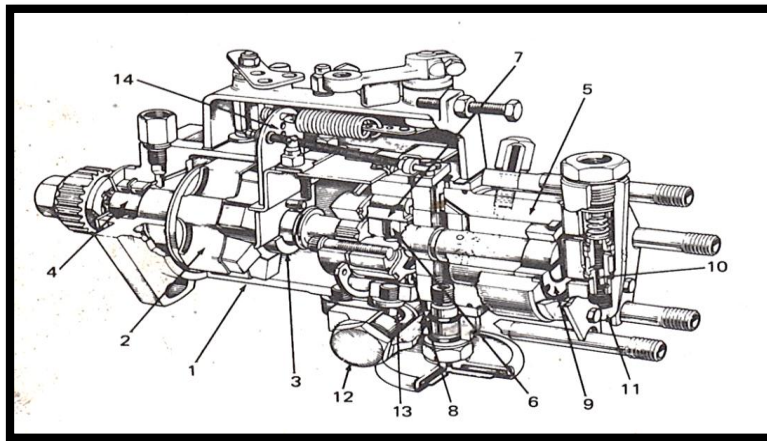


Figura 28 Diagrama de una bomba DPA

Fuente: (Dagel, 1995)

1. Alojamiento de la bomba. El alojamiento contiene todas las partes de la bomba y tiene un reborde para montarla en el motor.
2. Reten de los contrapesos del gobernador. Mantiene los contrapesos del gobernador en relación correcta entre ellos durante la operación.
3. Chumacera de empuje del gobernador. Esta parte trasfiere el movimiento de los contrapesos del gobernador al brazo del mismo.
4. Eje impulsor. El eje impulsor soporta al ensamble del gobernador e impulsa al rotor y a la bomba de transferencia.

5. Cabeza y rotor hidráulicos. Este es el elemento principal de la bomba de inyección. El rotor soporta los émbolos de la bomba, los rodillos las zapatas y las placas de ajuste.
6. Émbolos de bombeo. Los émbolos van ajustados al rotor y son impulsados hacia adentro por los rodillos y las zapatas para bombear el combustible.
7. Rodillos y zapatas. Los rodillos se ajustan a las zapatas y se ponen en contacto con la leva en forma muy semejante a la de los seguidores de leva de un motor.
8. Placas de ajuste. Son placas que van montadas en el rotor y que limitan el viaje hacia afuera de los rodillos y las zapatas. Al limitar tales viajes, se controla la entrega máxima de combustible.
9. Bomba de transferencia. Esta bomba consta de una cubierta y alabes. Entrega combustible a baja presión a la válvula mediadora.
10. Válvula reguladora de la presión. Colocada en la placa terminal, la válvula reguladora controla la presión de la bomba de transferencia a todo lo largo del margen de velocidades.
11. Placa terminal. Proporciona una cubierta para la bomba de transferencia.
12. Mecanismo de avance. Está ubicado en el fondo de la bomba. Un pistón hidráulico hace girar el anillo de la leva por conducto del perno de avance de la leva contra la dirección de giro de la bomba.
13. Perno de avance de la leva. Es un perno roscado en la leva que la conecta al mecanismo de avance de la misma.
14. Gobernador. Responde a los cambios de carga del motor para mantener una velocidad determinada. (Dagel, 1995)

2.5.2. Operación de la bomba- ciclo de carga (figura 31)

El estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

El combustible pasa por la conexión de entrada, a continuación por un filtro y es enviado a la parte superior de la bomba de transferencia. Al girar la bomba, forzara al combustible por un conducto practicado en la

parte inferior de la cabeza hidráulica. Desde aquí, se envía el combustible a la unidad de avance y, alrededor del rotor, a la parte inferior de la válvula de medición. La válvula de medición cuenta con una ranura maquinada en la misma. Dicha ranura se alinea con el conducto diagonal. La amplitud de la alineación viene determinada por el gobernador, que hace girar la válvula de medición para permitir que pase a la válvula más o menos combustible. El combustible pasa a una de las lumbreras de carga de la cabeza hidráulica (hay una lumbrera por cada cilindro del motor). Cuando la lumbrera de carga queda alineada con la única lumbrera de carga del rotor, el combustible fluye hacia este, pasa al frente del rotor (su parte posterior se encuentra bloqueada) y entra al cilindro de bombeo. Lo anterior forzara a los cilindros de bombeo, así como a los rodillos y zapatas, hacia afuera, contra el anillo de la leva. Durante el ciclo de carga, los rodillos caen al área inferior del anillo de la leva. Entonces, el cilindro de la bomba se carga completamente con combustible. (p. 336)

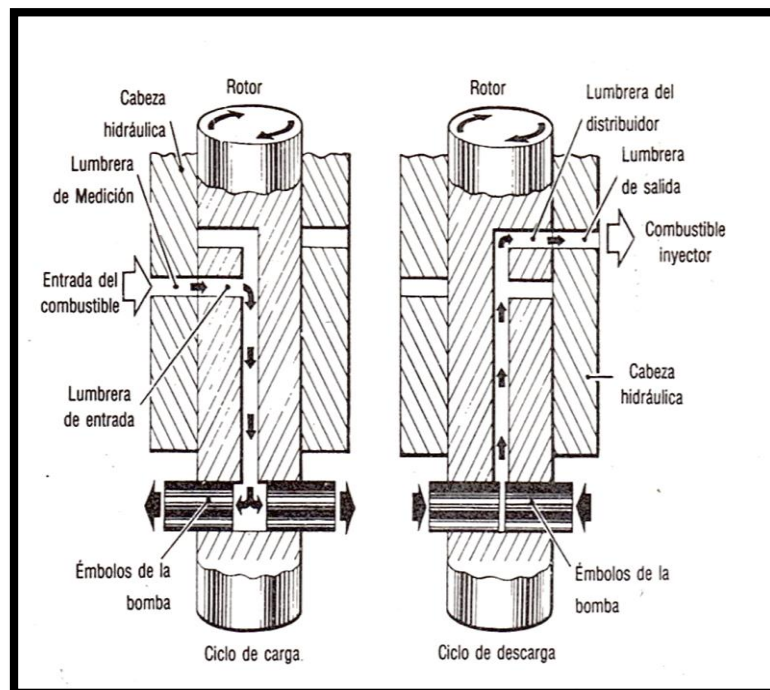


Figura 29 Ciclo de carga de la bomba

Fuente: (Dagel, 1995)

2.5.3. Ciclo de descarga.

En la investigación que realizo (Dagel, 1995) demuestra que:

Cuando el rotor gira, la lumbrera de carga se desalinea, quedando alineada solo una lumbrera de descarga como se muestra en la (figura 31). Al mismo tiempo, los rodillos, las zapatas y los émbolos de bombeo son forzados hacia adentro al ponerse en contacto con las posiciones superiores del anillo de leva. Dicha acción forzara al combustible desde el cilindro de bombeo inferior hacia el orificio del centro del rotor y a la lumbrera de descarga como se muestra en la (figura 31), la cual se alinea en este momento, (Ahora, la lumbrera de carga se bloquea). El combustible fluye a través de la cabeza hacia fuera y hacia la boquilla. (Hay que el combustible que sale del cilindro de bombeo durante la descarga no es inyectado por la boquilla en el mismo ciclo, sino que el combustible se desplaza hacia la salida de la cabeza, dando lugar a que la cantidad exacta sea forzada fuera de la boquilla. El rotor continúa girando y continúa otro ciclo de carga. En la figura 31 aparecen los ciclos completos de carga y descarga. (p. 337)

2.5.4. Operación de las válvulas de presurización.

En el estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Para mantener los tubos de inyección llenos de combustible para la siguiente inyección, se instalan válvulas de presurización (una por cada cilindro) en los pernos de salida de la cabeza como se muestra en la figura 30. Además de dichas válvulas, el anillo de la leva esta esmerilado de manera que brinda un alivio de presión en los tubos por debajo de la presión de abertura de la boquilla lo suficiente para que esta se cierre rápida y completamente. Lo anterior evita el " goteo " de la boquilla, la que es causa de humos excesivos. (p. 337)

2.5.5. Operación de la placa terminal.

En el estudio de la placa terminal (Dagel, 1995) afirma que:

Cumple las tres funciones siguientes:

1. Suministra una entrada de combustible a la bomba.
2. Sella la bomba de transferencia.
3. Contiene a la válvula reguladora de presión para la bomba de transferencia

La válvula reguladora de la presión cumple dos funciones diferentes:

- a. Cuando se ceba (antes del giro), el combustible es forzado hacia la conexión de entrada por conducto del filtro de malla de nylon. Entonces, la chumacera reguladora entra en la lumbrera superior y fuerza al pistón de regulación hacia abajo comprimiendo el resorte de cebado. Cuando el pistón se ha movido hacia abajo lo suficiente como para descubrir a la lumbrera inferior de la chumacera, el combustible fluye directamente hacia la cabeza hidráulica. La bomba queda entonces cebada.
- b. Cuando la bomba está girando (el motor en marcha), se atrae al combustible hacia la placa terminal mediante la bomba de transferencia. Pasa de nuevo a través del pre filtro de nylon y entrada a la bomba de transferencia por la lumbrera 9 como se muestra en la (figura 33). Al girar la bomba de transferencia, fuerza el combustible hacia la cabeza hidráulica y también hacia la placa terminal. Cuando la bomba de transferencia crea presión, fuerza al pistón hacia arriba contra el resorte de regulación como se muestra en la (figura 33). Al llegar a la presión correcta, el pistón destapa a la lumbrera reguladora y desvía combustible suficiente de regreso hacia el lado de entrada de la bomba para mantener la presión en un punto predeterminado.

La presión de la bomba de transferencia se ajusta por uno de dos métodos:

1. En algunos modelos de bomba la guía del resorte (figura 33) puede ser sustituida con otra de un tamaño diferente, la cual comprimirá el resorte de regulación en más o menos, cambiando así la presión. (p. 337)

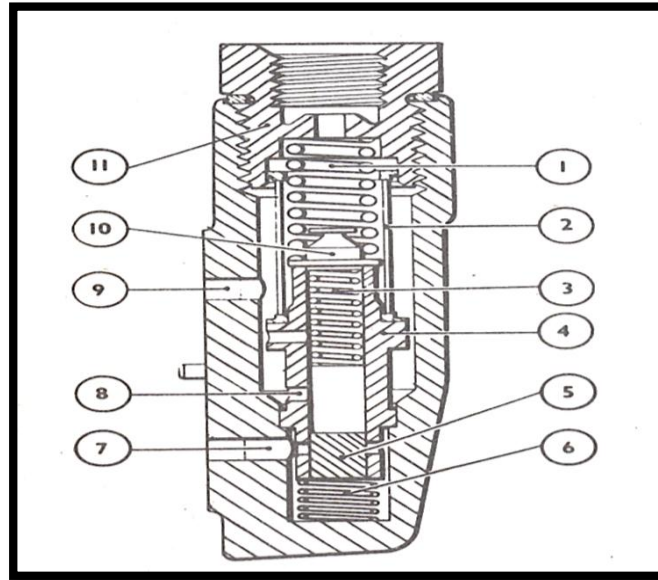


Figura 30 Placa terminal

Fuente: (Dagel, 1995)

1. Resorte de retención
2. Filtro de nylon
3. Resorte de regulación
4. Chumacera de la válvula
5. Pistón
6. Resorte de cebado
7. Paso del combustible a la salida de la bomba de transferencia
8. Lumbrera de regulación
9. Paso del combustible a la entrada de la bomba de transferencia
10. Guía de resorte
11. Conexión a la entrada de combustible

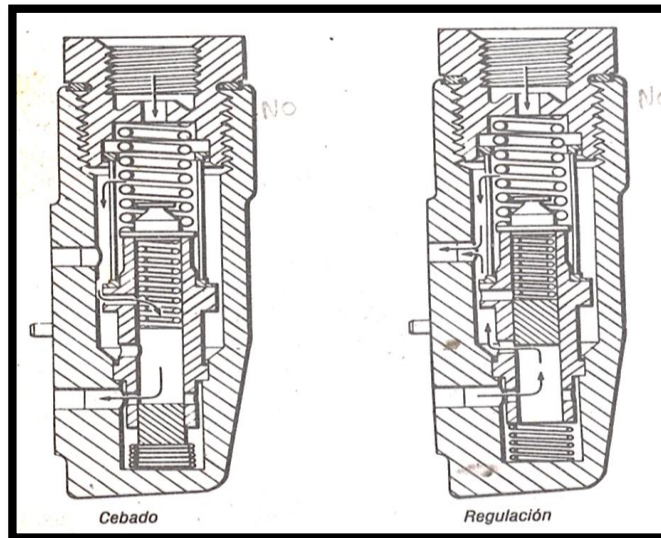


Figura 31 Sección transversal de la placa terminal

Fuente: (Dagel, 1995)

1. En otros modelos se “utiliza un ajustador como se muestra en la (figura 35). Mediante la herramienta correcta, se permite el ajuste de la presión de la bomba de transferencia mientras se encuentra funcionando en el banco de prueba” (Dagel, 1995).

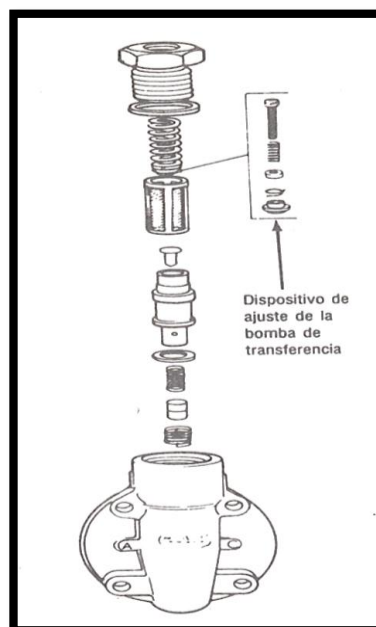


Figura 32 Dispositivo para el ajuste de la bomba de transferencia

Fuente: (Dagel, 1995)

2.5.6. Lubricación de la bomba y circuito de retorno de aceite.

De acuerdo al estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Como se indicó antes, la totalidad de la bomba DPA se encuentra llena de combustible diésel. Al rotor se le suministra combustible directamente desde la bomba de transferencia. Además de cumplir los requisitos de los émbolos de bombeo y del mecanismo de avance en relación con el combustible, la bomba de transferencia suministra combustible adicional para lubricar toda la bomba. Desde el anillo anular del rotor como se muestra en la (figura 35), una ranura conduce hasta la parte delantera del rotor. A partir de aquí, fluye aceite (y aire) hacia el alojamiento de la bomba principal. En la parte superior frontal de dicho alojamiento, un accesorio de retorno permite que el combustible (y el aire) regresen al tanque principal de suministro. Este combustible lubrica todos los componentes del gobernador y al mismo tiempo purga a al sistema del aire que pudiera haber entrado. (p. 338)

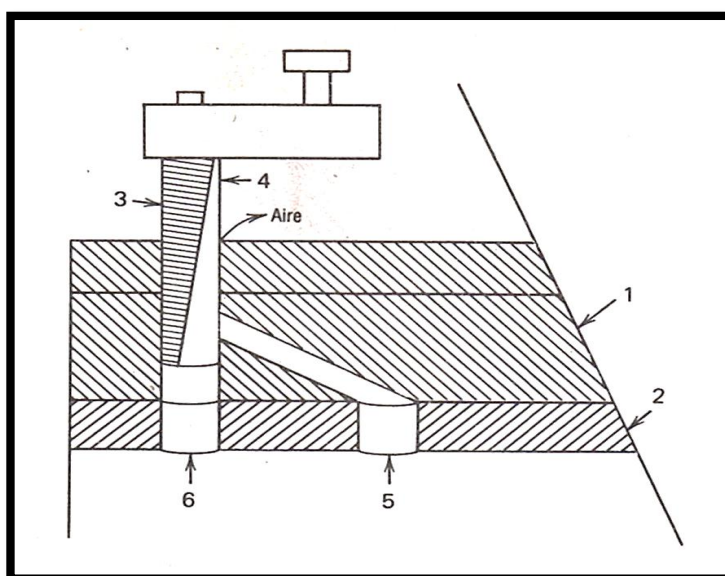


Figura 33 Circuito de retorno del aceite 1) Barril, 2) Chumacera, 3) Válvula de medición, 4) Paso del aire purgado, 5) Paso de la entrada y 6) Presión de transferencia.

Fuente: (Dagel, 1995)

2.5.7. Operación del gobernador.

En el estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

La bomba DPA se encuentra disponible con dos gobernadores, uno mecánico o uno hidráulico. El gobernador mecánico es el que examinaremos aquí. En la figura 36 aparece un diagrama del gobernador mecánico. Los contrapesos (B) transmiten fuerza a través de la chumacera de empuje (A), haciendo girar la palanca del gobernador (C). Este movimiento origina la rotación de la válvula de medición (G) la que, entonces, admite más o menos combustible al cilindro de bombeo, como el motor lo requiera. La fuerza de los contrapesos se opone al resorte principal del gobernador (F) y al resorte de marcha en vacío (E). Tales fuerzas se equilibran para mantener la velocidad del motor. Cuando se requiere una barra de corte mecánico, la válvula de medición gira a la posición de cierre, independientemente de la velocidad del motor. (p.338)

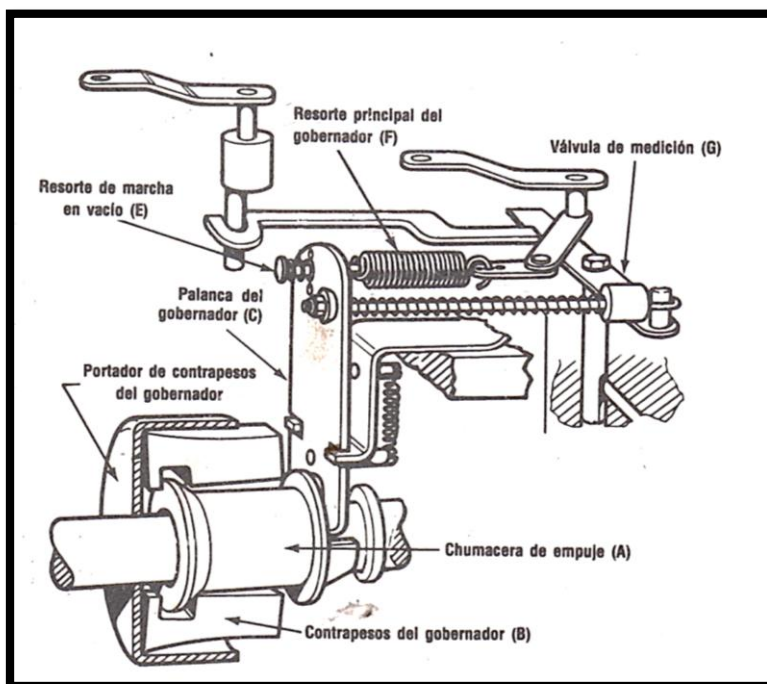


Figura 34 Mecanismo de control del gobernador DPA

Fuente: (Dagel, 1995)

2.5.7.1. Operación de marcha en vacío.

En el estudio de (Dagel, 1995) concluye que:

Durante la operación en marcha en vacío, los contrapesos presentan poca fuerza contra la palanca del gobernador, pero como el resorte principal del gobernador ahora está suelto, los contrapesos vuelan hacia fuera, haciendo que la válvula de medición gire hasta la posición de marcha en vacío. Dentro del margen de la velocidad de marcha en vacío, el resorte de marcha en vacío proporciona un control de la velocidad. (p. 339)

2.5.7.2. Velocidad a carga plena.

De acuerdo al estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Con velocidad a carga plena, el estrangulador aplica el máximo de la presión del resorte a la palanca del gobernador. Debido a la carga aplicada al motor, este puede girar solo lo bastante rápido como para compensar la pesada carga del resorte con la fuerza de los contrapesos. A carga plena, la válvula de medición se ha girado para permitir que entre al motor la cantidad máxima de combustible. (P. 339)

2.5.7.3. Marcha en vacío alta y corte.

En el estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Con el eje del estrangulador aplicando todavía la fuerza máxima del resorte a la palanca del gobernador y eliminada de repente la carga sobre el motor, este deberá acelerarse. La fuerza en aumento de los contrapesos supera entonces la presión del resorte y la válvula de medición girará a la posición de cierre. Al cerrarse completamente la válvula, se logra el corte del gobernador. Lo anterior limita la velocidad máxima del motor. Entonces, el motor reducirá la velocidad hasta que los contrapesos y el resorte del gobernador alcancen el equilibrio que permita el paso de solo una pequeña cantidad de combustible al rotor. Lo anterior se conoce como velocidad en marcha en vacío alta. (p. 339)

2.5.7.4. Operación de avance.

De acuerdo al estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Si la bomba está equipada con un dispositivo de avance (figura 37), el combustible es suministrado desde la bomba de transferencia hacia el tornillo de localización de la cabeza, el cual es un tornillo hueco. Por lo que el combustible se envía al pistón de potencia. El pistón empuja a la espiga de avance que va atornillada al anillo de la leva. La leva es forzada contra el giro, lo que avanza la inyección. Una válvula de retorno unidireccional mantiene estacionaria la leva durante el impacto de los rodillos contra los lóbulos de la leva. Entonces, la leva regresara gracias a la fuga normal entre pistón y cilindro al caer la presión de transferencia. (p. 339)

Según el estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Se utilizan dos unidades de avance en las bombas DPA avance de velocidad y avance de carga.

1. Avance de velocidad. El avance de velocidad se utiliza para avanzar la sincronización de la inyección a lo largo de todo el margen de operación del motor, con el objeto de proporcionar una mejor potencia y economía. El avance de la velocidad, como su nombre implica, es sensible a los cambios de velocidad. Estos cambios causan que la presión de la bomba de transferencia suba o baje, lo que da lugar a que el pistón de avance se adelante más o menos en la forma requerida

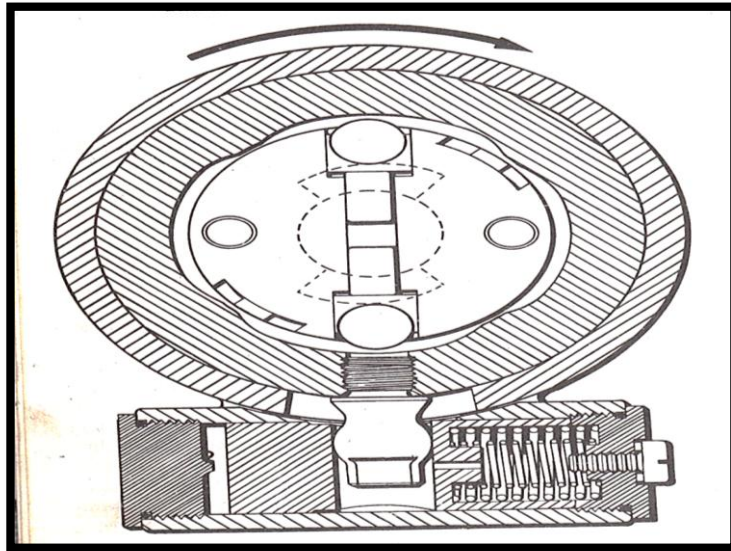


Figura 35 Dispositivo de avance automático

Fuente: (Dagel, 1995)

2. Avance de carga. Sin una unidad de avance y con cargas ligeras, la válvula de medición no permite el acceso a suficiente combustible hacia el cilindro de bobado para empujar los pistones y rodillos totalmente hacia fuera. Al no estar totalmente hacia afuera contra la leva se pondrán en contacto con el lóbulo de la leva durante la revolución, dando lugar a que la inyección de combustible se produzca más tarde. En algunos motores, en especial los motores con cámara de pre combustión, esta inyección retardada ocasiona fallas. Para evitar tal situación, se utiliza un mecanismo de avance de carga como se muestra en la (figura 38) para avanzar la leva que tiene cargas ligeras, se pondrán en contacto más tarde con el lóbulo de la leva durante la revolución, dando lugar a que la inyección de combustible se produzca más tarde. En algunos motores, en especial que tiene cargas ligeras. Se maquina una ranura adicional en la válvula de medición, para permitir que fluya el combustible por conducto de ella y pase al circuito de avance. (p. 339)

En el estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Esta ranura permite que la cantidad correcta de combustible entre al circuito de avance, dependiendo del ajuste. A carga plena, el gobernador hace girar la válvula de manera que la ranura no se encuentre ya alineado con el conducto que lleva al circuito de avance, por lo que no habrá avance. Cuando el gobernador gira la válvula a carga ligera, de nuevo la ranura se alinea y la leva avanza. En esta posición, la válvula de medición se ajusta para obtener el avance correcto. La válvula se ajusta elevándola o bajándola en la cabeza hidráulica por medio de un tornillo excéntrico colocado en la parte posterior de la tapa del gobernador. (p. 340)

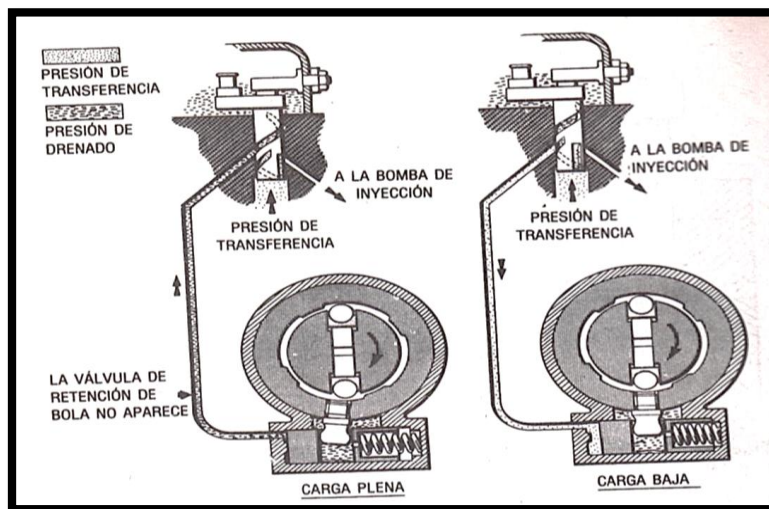


Figura 36 Mecanismo de avance de la carga

Fuente: (Dagel, 1995)

De acuerdo al estudio de (Dagel, 1995) afirma que:

Ciertas bombas con avance de carga o de velocidad, utilizan un dispositivo amortiguador como se muestra en la (figura 39) para suavizar las pulsaciones de la presión de transferencia. Se trata simplemente de un diagrama conectado al tornillo de localización de la cabeza, el cual se encuentra en el circuito de la presión de transferencia. (p. 340)

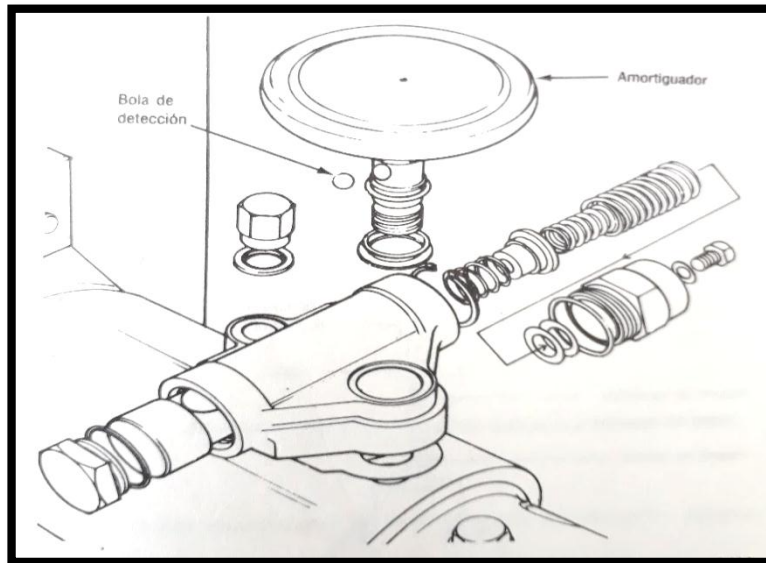


Figura 37 Amortiguador usado en la bomba DPA

Fuente: (Dagel, 1995)

CAPITULO III

CONSTRUCCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE LAS BOMBAS LINEAL TIPO P Y ROTATIVA DPA

3.1. Introducción.

De acuerdo a la gran utilización de las bombas lineales y rotativas en los vehículos grandes y medianos, hay que tomar en cuenta el mantenimiento de los componentes importantes del motor que son en este caso las bombas de inyección.

Para cumplir con el mantenimiento de las bombas de inyección se necesitan herramientas especiales, que nos permitan el desarmado y armado de las mismas. Herramienta para: comprimir resortes de liberación del árbol de levas, ajuste y desajuste de racores de impulsión, ajuste y desajuste de tuerca cilíndrica para liberación de conjunto de masas, extracción de guía para conjunto de masas.

En base a los estudios realizados por la tesis "*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN DE BOMBAS LINEALES TIPO A-P PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS-815*" realizado por los señores *CARLOS DANIEL ARÉVALO ROCHA* y *JOSÉ RAÚL TEJADA CRUZ*, se analizó el tipo de material y esfuerzos que deben soportar las herramientas especiales para el desmontaje y montaje de las bombas de inyección, utilizando un acero AISI 1020.

3.2. Descripción de componentes

Tabla 2

Componentes	Descripción
Levanta propulsor	Permite el levantamiento y ajuste del propulsor para la extracción del árbol de levas de la bomba lineal de inyección tipo P
Traba para propulsor	Traba los resortes de los propulsores
Copa para racor	Ajusta y desajusta los racores de impulsión de la bomba de inyección tipo P
Extractor para guía de conjunto de masas	Permite la extracción del arrastrador del conjunto de masa del regulador
Copa para tuerca cilíndrica de masas	Ajusta y desajusta la tuerca cilíndrica que fija al conjunto de masas del regulador en el arrastrador.

Fuente, (Arévalo Rocha, 2016)

3.3. Especificaciones para herramientas especiales

Tabla 3

Herramienta	Ajuste	Dimensiones
Copa para racor	40-60 N-m	Tipo engrane diámetro 22 mm número de dientes 34
Extractor para arrastrador de conjunto de masas	100 N-m	Rosca de M21 con paso de 2mm
Copa para tuerca cilíndrica de masas	100N-m	Diámetro de 20mm con destaje de 5mm de ancho

Fuente, (Arévalo Rocha, 2016)

3.3.1. Modelo de la llave para extracción de tuerca de contrapesas.

La tuerca que ajusta el conjunto de masa tiene sección rectangular de aproximadamente 19mm x 5 mm la misma que debe soportar ajuste de 75 N-m.

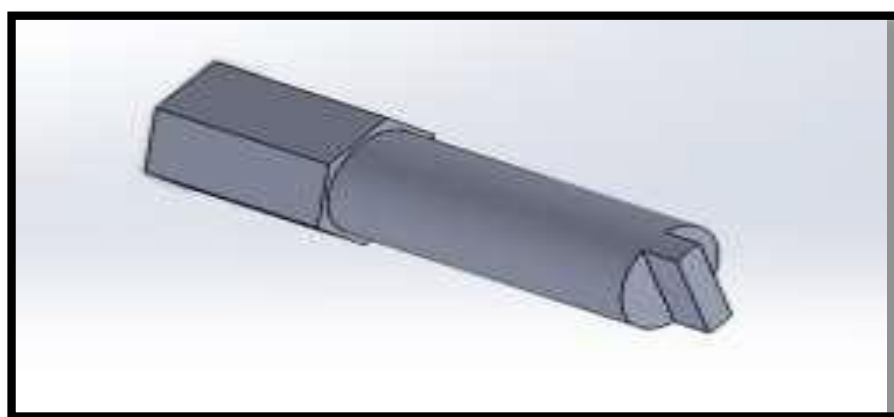


Figura 38 Modelado llave para tuerca de conjunto de masas.

Autor: (Arévalo Rocha, 2016)

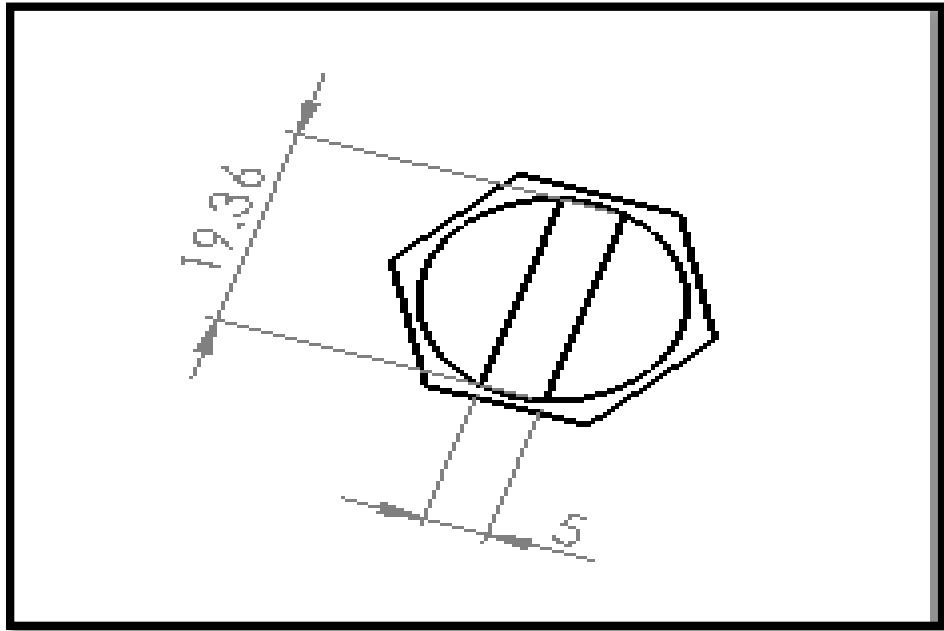


Figura 39 Vista inferior llave para tuerca de conjunto de masas.

Autor: (Arévalo Rocha, 2016)

3.3.2. Mecanizado de la herramienta especial, para extracción de tuerca de contrapesas.

- Eje de acero AISI 1020 material a ser utilizado.



Figura 40 Eje acero AISI 1020

- Montaje del eje en el torno para ser mecanizado de acuerdo a sus medidas.



Figura 41 Montaje del eje hacer mecanizado.

- Realizamos el desbaste del eje, hasta dejar con las medidas de necesarias de longitud y de espesor.



Figura 42 Desbaste del eje.

- Roscado de una para lateral para acoplarle una rosca de 22mm.



Figura 43 Roscado parte lateral del eje.

- Con la moladora le realizamos un corte en la punta del eje, para dejarle una ceja de 5mm de espesor.



Figura 44 Corte en un extremo del eje.

- Una vez realizado el mecanizado del eje, la herramienta queda terminada lista para su utilización.



Figura 45 Herramienta especial terminada.

CAPITULO IV

CREACIÓN DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PROCEDIMIENTO PARA EL DESARMADO DE LA BOMBA LINEAL TIPO P Y ROTATIVA TIPO DPA

4.1. Procedimiento para el desarmado de la bomba lineal tipo P

- Antes del proceder al desarmado le realizamos una limpieza de la parte exterior de la bomba de inyección con disolvente y luego se realiza el secado.
- Colocamos la bomba de inyección lineal tipo P en un dispositivo de sujeción.



Figura 46 Montaje de la bomba en una prensa.

- Con la llave 10 mm extraemos los pernos de la tapa del gobernador indicados en la figura.

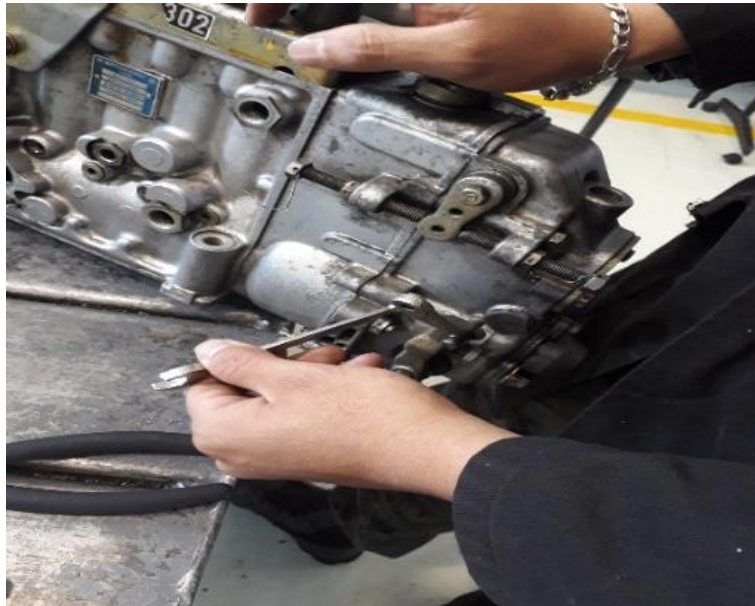


Figura 47 Extracción de los pernos de la tapa del gobernador

- Se desplaza la palanca de mando hacia el tope máximo de aceleración y retiramos el seguro, que se une la cremallera con la horquilla de aceleración



Figura 48 Extracción del seguro de la unión de la Cremallera y horquilla de aceleración

- Una vez liberado extraemos el gobernador.

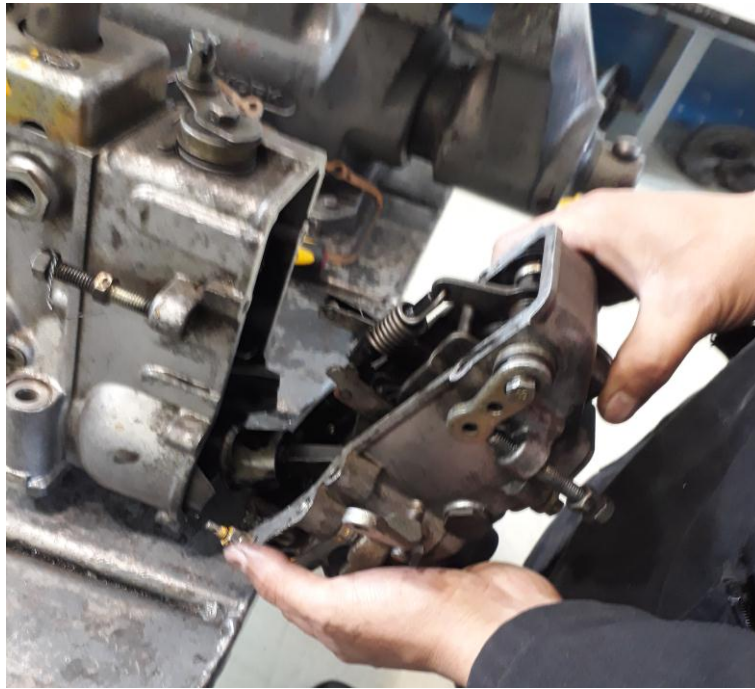


Figura 49 Gobernador

- Utilizando la herramienta especial y la llave 22mm aflojamos la tuerca del regulador para liberar las contrapesas



Figura 50 Extracción de la tuerca de masas

- Con el Santiago y la llave 12 extraemos las contrapesas.

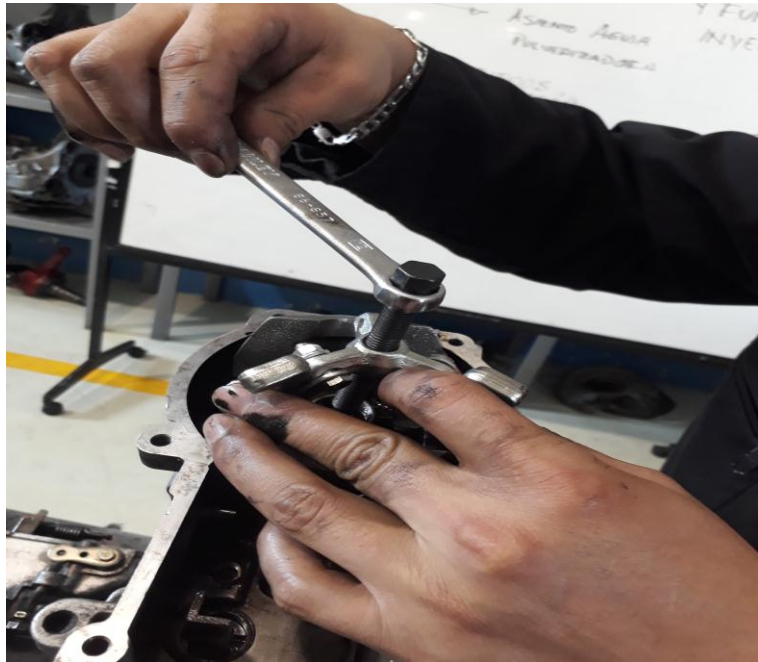


Figura 51 Extracción de las contrapesas

- Desmontaje del variador de avance, extraemos las tuercas con la llave 17mm



Figura 52 Tuercas del variador de avance

- Utilizando la herramienta especial extraemos el tapón

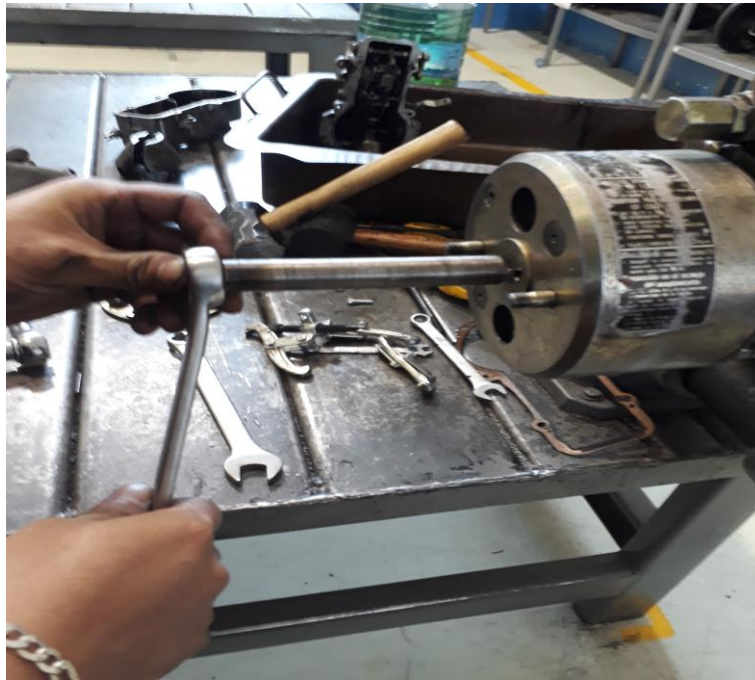


Figura 53 Tapón del variador de avance

- Con la copa 22mm extraemos la tuerca interna del variador de avance y lo retiramos al mismo



Figura 54 Tuerca interna del variador de avance

Desmontaje del árbol de levas

- Con un desarmador plano retiramos la tapa inferior de la bomba

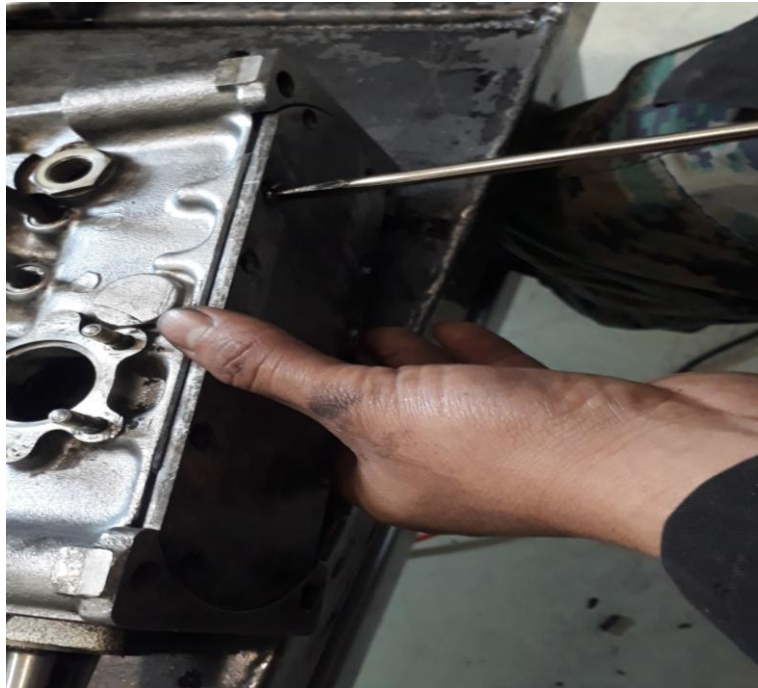


Figura 55 Tapa inferior

- Con el hexágono 5mm extraemos los pernos de hexágono de la tapa inferior de la carcasa

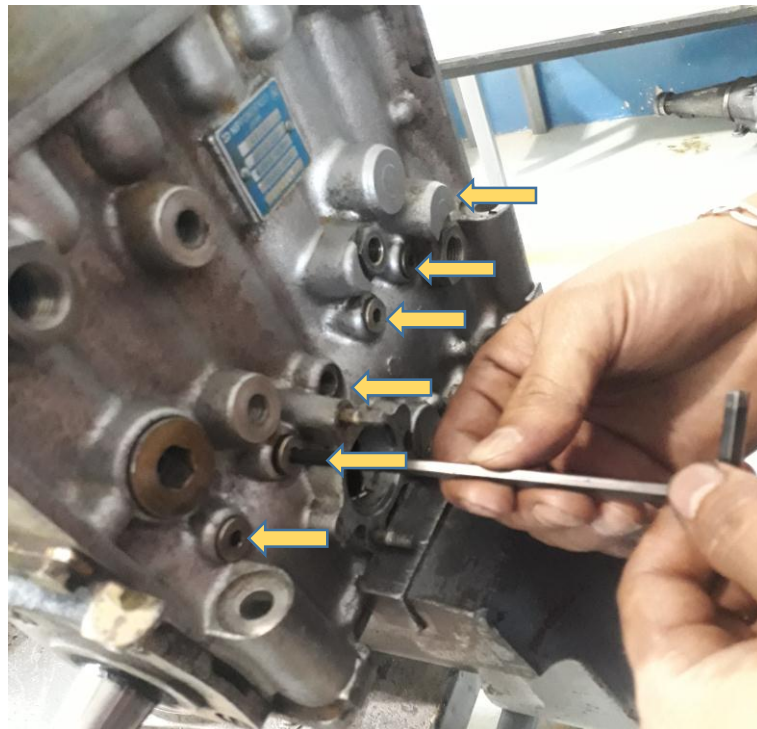


Figura 56 Pernos de hexágono

- Enclavamos el árbol de levas con pernos especiales



Figura 57 Enclavamiento del árbol de levas

- Sacamos los tornillos del cojinete del árbol de levas y lo extraemos

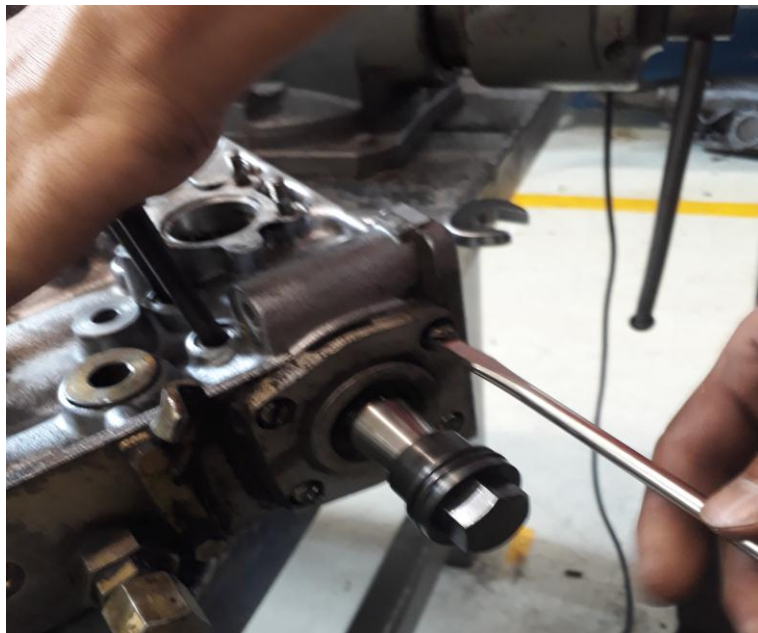


Figura 58 Cojinete del árbol de levas

- Con el desarmador plano extraemos los tornillos de seguridad de la parte interna que sostiene el cojinete que asegura al árbol de levas



Figura 59 Tornillos de seguridad

- Desmontamos la tapa de sujeción del otro extremo del árbol de levas

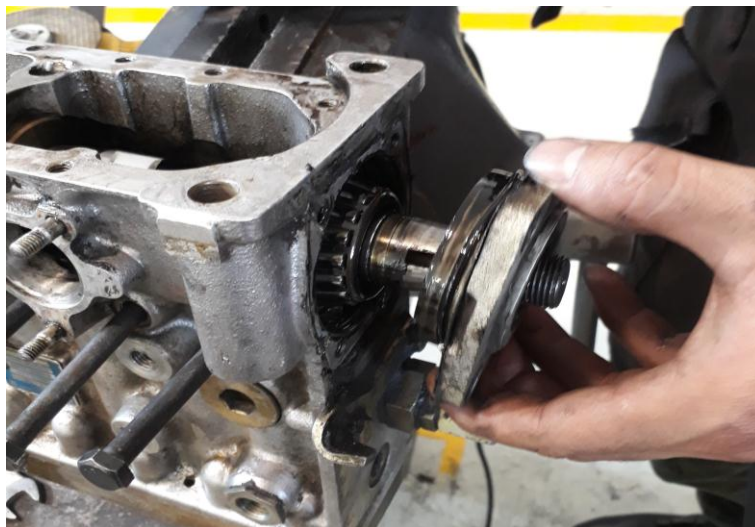


Figura 60 Tapa de sujeción del árbol de levas

- Luego procedemos a extraer el árbol de levas.



Figura 61 Extracción del árbol de levas

- Retiramos los pernos de enclavamiento



Figura 62 Pernos de enclavamiento

- Extraemos los rodillos de empuje, elemento de bombeo y el muelle



Figura 63 Elementos de bombeo

- Con la llave 22mm se extrae los racores y la válvula de presión.

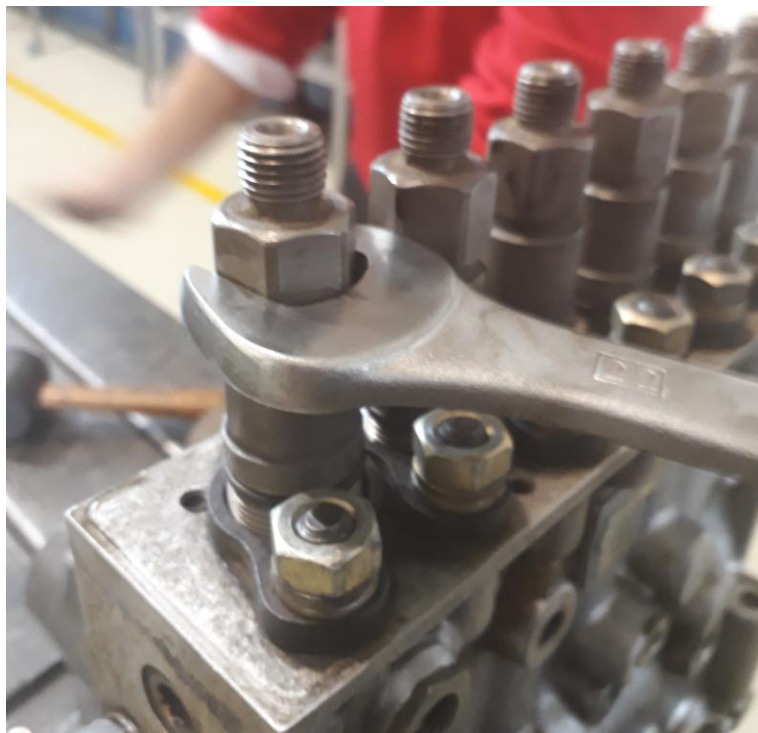


Figura 64 Racores

- Elementos de bombeo de la bomba de inyección lineal diésel tipo P



Figura 65 Elementos de bombeo

- Partes internas y externas de una bomba de inyección tipo P



**Figura 66 Partes internas y externas de la bomba lineal
Tipo P**

4.2. Verificación de los componentes de la bomba de inyección tipo P

4.2.1. Comprobación de los elementos de bombeo

Las rampas sesgadas de los émbolos no deben estar afiladas no permitiéndose que presenten un estado redondeado

Las superficies de rodadura no deben presentar ningún síntoma de desgaste o estrías. Al verificar los elementos de la bomba, prestar atención a las siguientes indicaciones: La sustitución de los elementos se autoriza si se presenta:

- Desgaste de material (formación de cavidades) en la zona de las rampas sesgadas.
- Agarrotamiento o atascamiento de los elementos debidos a la suciedad o a los depósitos superficiales, pudiéndose constatar esto en el ensayo de deslizamiento del émbolo en el cilindro.
- Antes de realizar el ensayo de deslizamiento, lavar el émbolo de la bomba y el cilindro con aceite de ensayo. Sujetar el émbolo de la bomba y el cilindro lo más perpendicularmente posible. El émbolo de la bomba suele deslizarse por su propio peso en el interior del cilindro.
- La sustitución de los elementos no se autoriza si:
- Los desgastes del material (cavidades) se presentan por encima de la rampa sesgada.
- Existen puntos de rodadura relucientes sin estrías ni desgaste mecánico.
- Se observa descoloramiento en el cilindro de émbolo y cilindro de brida a consecuencia de residuos en el combustible o lubricantes, agua en el combustible o influencias térmicas.
- Al reparar, los elementos y las válvulas de presión no se deben cambiar por separado. (Arévalo Rocha, 2016)

4.2.2. Comprobación de las válvulas de presión.

La superficie de acoplamiento del cono de la válvula no debe estar deformada ni desgastada con irregularidad.

Si el émbolo compensador está dañado, o las válvulas se agarrotan en el porta-válvulas, sustituir la válvula de presión. (Arévalo Rocha, 2016)

4.2.3. Comprobación de rodillos y árbol de levas.

Si los empujadores de rodillo y el árbol de levas muestran huellas de desgaste excesivo o si un cono presenta danos, sustituir el árbol de levas y los empujadores de rodillo.

Se sustituirán los cojinetes intermedios que presenten huellas de desgaste. (Arévalo Rocha, 2016)

4.2.4. Comprobación de los muelles de embolo y varilla de regulación

Se sustituirán los muelles de émbolo que presenten corrosión o cuya superficie este dañada ya que corren peligro de romperse. Comprobar especialmente la zona de la primera espira

Examinar si la varilla de regulación presenta ranuras desviadas (Arévalo Rocha, 2016)

4.3. Fase.

Desplazamiento de la cremallera en función del regulador (avance desplazamiento circular)

4.4. Caudal.

Desplazamiento de los elementos de bombeo (avance desplazamiento línea)

4.5. Procedimiento para el desarmado de la bomba lineal tipo P

4.6. Función de las bombas de inyección diésel.

Las bombas de inyección diésel es uno de los elementos más importantes dentro se los sistemas de un vehículo, su principal función es elevar la presión del combustible (900-1100 psi) al ritmo de trabajo de cada uno de los inyectores, regulando la cantidad adecuada de combustible, para el perfecto desempeño del vehículo

4.7. Proceso de desarmado de la bomba de inyección rotativa dpa.

- Antes de realizar el desmontaje, limpiamos la parte exterior de la boba con disolvente para luego secarla.
- Primeramente montamos la bomba en un dispositivo de sujeción para evitar movimientos bruscos al momento del desmontaje.



Figura 67 Bomba rotativa DPA

Se afloja la tapa superior con una llave 10mm, soltando el resorte del gobernador de la palanca del estrangulador retirando la tapa.



Figura 68 Tapa superior de la bomba DPA

- Seguido extraemos el resorte del gobernador, soltando y desmontando el resorte principal de la articulación.



Figura 69 Desmontaje del resorte de gobernador

- Extraemos la barra de corte.



Figura 70 Barra de corte

- Luego se afloja y retira los tres tornillos que sujetan el soporte del gobernador



Figura 71 Tornillos de sujeción del gobernador

- Extraemos el soporte hacia arriba, con la articulación, el brazo del gobernador y la válvula de medición.

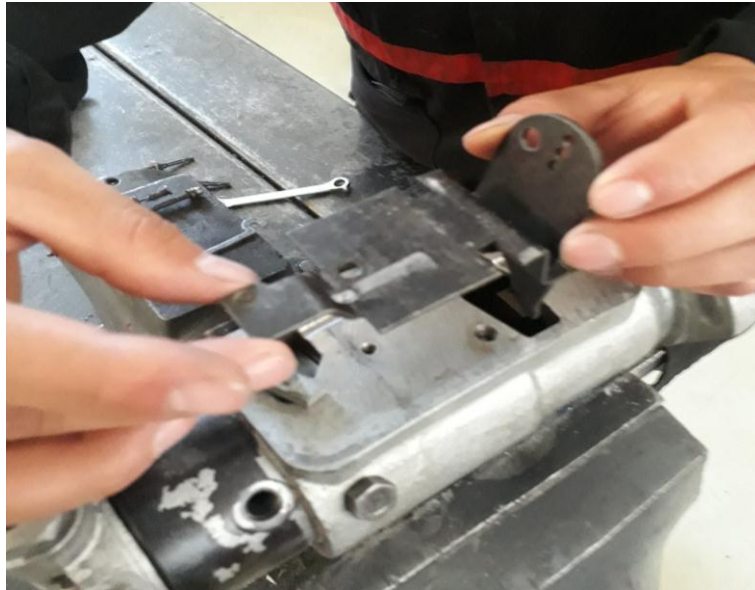


Figura 72 Brazo del gobernador

- Con la llave 8mm se afloja los tornillos de la placa terminal y la conexión de entrada.

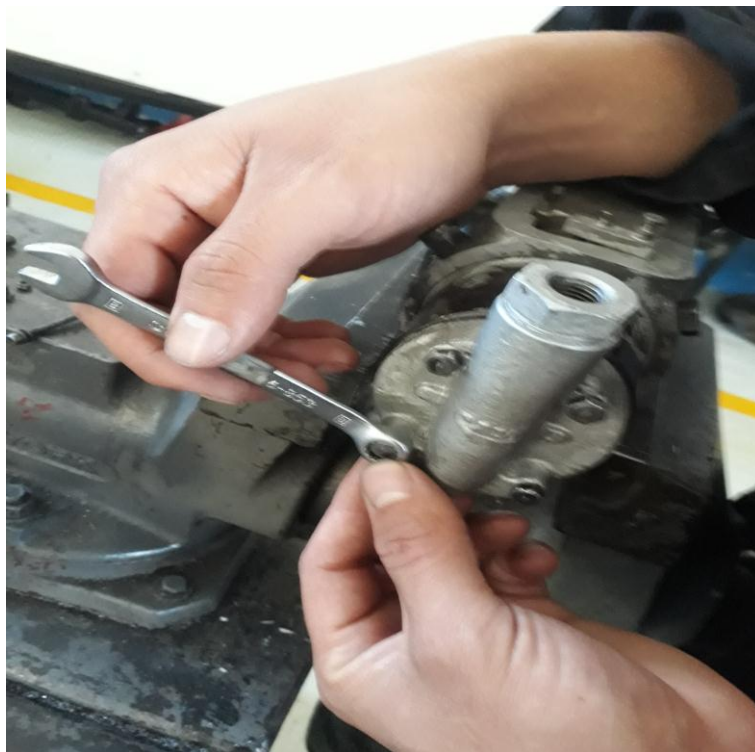


Figura 73 Tornillos de la placa terminal

- Se invierte la bomba y con la llave 19mm se extrae el amortiguador de pulsaciones.



Figura 74 Amortiguador de pulsaciones

- Se retira los tapones del pistón de avance, y con la llave 13mm retiramos la tuerca que sostiene el alojamiento del avance a la bomba y desmontamos la unidad de avance.



Figura 75. Tuerca que sostiene el alojamiento de avance

- Con la copa 24mm se desmonta la placa terminal y se extrae todos los componentes de regulación de la presión.



Figura 76 Placa terminal

- Luego se extraer los alabes de la bomba de transferencia, y la cubierta de la bomba.

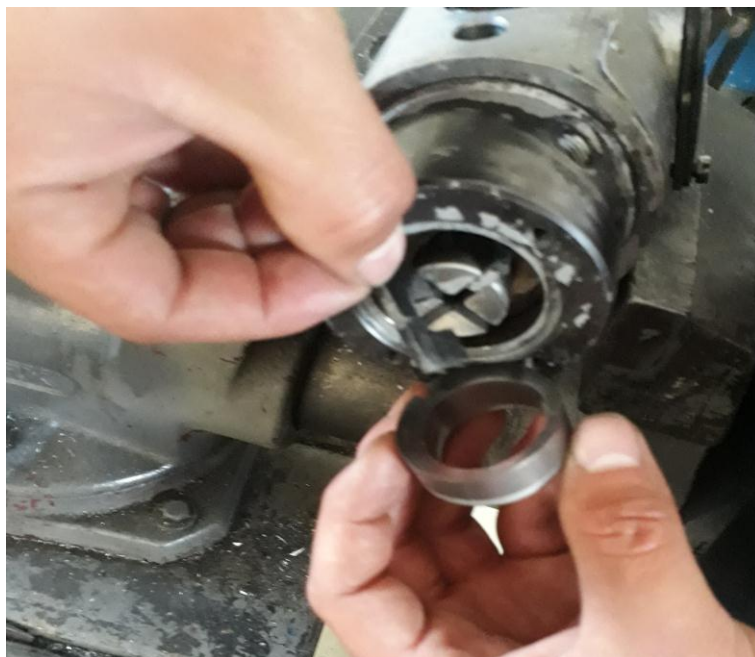


Figura 77 Extracción de los alabes

- Sujetamos el cubo impulsor y se afloja la tuerca del rotor.



Figura 78 Tuerca del rotor

- Se desmonta los tornillos de sujeción de la cabeza y se extrae la cabeza hidráulica de alojamiento.



Figura 79 Cabeza hidráulica

- Extraemos los rodillos y zapatas de la leva, los émbolos se mantienen en el rotor.



Figura 80 Rodillos y zapatas de la leva

- Se extrae el eje impulsor ranurado con un hexágono número 8mm y el ensamble de contrapesos del gobernador.



Figura 81 Eje impulsor

- Extraemos el arosello 0 de eje impulsor, sacando los contrapesos y la chumacera de empuje.



Figura 82 Extracción del eje impulsor

4.8. Mantenimiento.

Un mantenimiento adecuado nos permite prolongar la vida útil de la bomba y obtener un rendimiento óptimo, para eso debemos tomar en cuenta lo siguiente.

- Evitar, dar un mal funcionamiento de la bomba
- Controlar el buen funcionamiento de los elementos
- Evitar fallos por el mal uso
- Darle el mantenimiento adecuado para evitar fallas graves en sus componentes.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- Se realizó el estudio pertinente de las bombas de inyección lineal tipo P y rotativa tipo DPA, para definir los parámetros de construcción de las herramientas para su desmontaje.
- Se analizó teóricamente cada uno de los componentes de las bombas de inyección, para entender el mecanismo de funcionamiento que cumplen cada uno de ellos, donde se evidenció la necesidad de poseer el conocimiento apropiado antes de realizar cualquier mantenimiento.
- Se realizó el estudio de las partes que componen a las bombas de inyección lineal tipo P y bomba rotativa tipo DPA, en base a las cuales se maquinaron y construyeron las herramientas necesarias para el adecuado desarmado de las bombas de inyección que se utilizó, de tal manera de crear un manual del desarmado y mantenimiento de las mismas.
- Se realizó el desarmado de las bombas de inyección, paso a paso, creando un proceso amigable y entendible para los futuros usuarios de este manual, tanto en sus partes como en la manera de utilizar las herramientas construidas y utilizadas.

5.2. Recomendaciones.

- Los estudiantes deberán estudiar cada uno de los componentes de la cual está compuesta una bomba de inyección, para un correcto desarmado y una buena utilización de las herramientas.
- Antes de empezar el desarmado de las bombas de inyección los estudiantes deberán revisar el manual, para evitar daños en los componentes de las bombas de inyección como en las herramientas.
- Al realizar el desarmado de las bombas de inyección diésel, se debe hacer con precaución, aplicando las normas de seguridad para evitar cualquier accidente.
- La utilización de las herramientas deben ser correctamente, para evitar daños de las mismas, y mantenerlas en un correcto estado de uso.

BIBLIOGRAFÍA

Arévalo Rocha, T. C. (2016). *repositorio.espe.edu.ec*. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=DISE%2C%91O+Y+CONSTRUCCI%2C%93N+DE+ACCESORIOS+PARA+LA+CALIBRACI%2C%93N+DE+BOMBAS+LINEALES+TIPO+A-P+PARA+EL+BANCO+DE+PRUEBAS+BOSCH+EPS-815&btnG=

Castillo, A. (25 de 04 de 2014). *epoch*. Obtenido de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/4026/1/65T00146.pdf>

Dagel, J. F. (1995). Motores diesel y sistemas de inyeccion. En Dagel, *Motores diesel y sistemas de inyeccion* (págs. 336-340). Mexico: Limusa, S.A. de C.V Grupo Noriega .

Martines, M. C. (2011). *UTN*. Obtenido de [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1884/1/FECYT_1069_CALIBRACI%2C_PREPARACI%2C_Y_MONTAJE_DE_DOS_TIPOS_DE_BOMBAS D.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1884/1/FECYT_1069_CALIBRACI%2C_PREPARACI%2C_Y_MONTAJE_DE_DOS_TIPOS_DE_BOMBAS_D.pdf)

Paredes Sarabia, C. B. (2014). *dspace.epoch.edu.ec*. Obtenido de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=IMPLEMENTACI%2C%93N+DE+UN+BANCO+DID%2C%81CTICO+DE+UNA+BOMBA+DE+INYECCI%2C%93N+LINEAL+PARA+LA+ESCUELA+DE+INGENIER%2C%8DA+AUTOMOTRIZ&btnG=

Poke. (21 de Myo de 2010). *blogspot*. Obtenido de [poke-sitemadeinyeccionlineal6a.c.com](http://sitemadeinyeccionlineal6a.c.com)

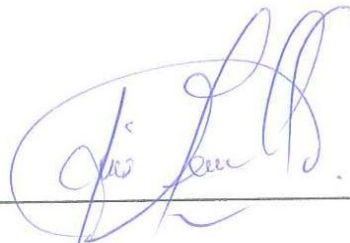
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE
RESPONSABILIZA EL AUTOR**




**ROMAN GUERRERO ROBINSON FABRICIO
CBOS. DE TRP.**

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN



ING. LUIS A. MURILLO C.

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ**



ING. JONATHAN VELÉZ

Latacunga, mayo del 2018