



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACOPLES Y
ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO
DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA
EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815**

AUTOR: BYRON ORLANDO GUALA PILLO

DIRECTOR: ING. GERMAN ERAZO

LATACUNGA

2016



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACOPLEROS Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815” realizado por el señor *BYRON ORLANDO GUALA PILLO*, 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 *BYRON ORLANDO GUALA PILLO* para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 01 de julio del 2016

Ing. German Erazo
DIRECTOR



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *BYRON ORLANDO GUALA PILLO*, con cédula de identidad N° 0503265316, declaro que este trabajo de titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACOPLES Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815” 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, 01 de julio del 2016

BYRON ORLANDO GUALA PILLO

C.C.: 0503265316



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Yo, *BYRON ORLANDO GUALA PILLO*, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACOPLEROS Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 01 de julio del 2016

BYRON ORLANDO GUALA PILLO

C.C.: 0503265316

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis va dedicado en primer lugar a dios por guiarme con sus bendiciones y con mucho cariño a mis padres Carlos y Esperanza que gracias a su apoyo incondicional me ayudaron a culminar mi propósito, a Elisabeth y Fabricio que son mi pilar fundamental para salir adelante, a mis queridos hermanos Mirian, Juan, Marlon, Alicia y Marina por estar siempre pendientes de mí, a todos mis sobrinos por acompañarme en todo momento y por ultimo a mi tía Rosario por el apoyo, comprensión y sobre todo cariño que siempre me demostró.

Byron Guala

AGRADECIMIENTO

Agradezco a dios y a toda mi familia especialmente a mis padres Carlos y Esperanza por demostrarme todo su cariño y amor, de la misma manera le doy gracias a mi tía Rosario que siempre estuvo presente con sus consejos y sus palabras de aliento.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por educarme para ser un profesional de bien y servir a la sociedad.

Finalmente agradezco al ing. German Erazo por compartir sus experiencias y conocimientos para culminar el presente trabajo.

Byron Guala

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS	xxi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xxii
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT	xxiv
PRESENTACIÓN	xxv

CAPÍTULO I

1.	ACOPLES Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815.	1
1.1.	Antecedentes.	1
1.2.	Planteamiento del Problema.	2
1.3.	Descripción resumida de la investigación.	3
1.4.	Justificación e importancia.	4
1.5.	Objetivos	5
1.5.1.	Objetivos General	5
1.5.2.	Objetivos Específicos.....	5
1.6.	Metas	6
1.7.	Hipótesis	6
1.8.	Variables de Investigación	6
1.8.1.	Variable Independiente	6

1.8.2.	Variable Dependiente.....	6
1.8.3.	Operacionalización de variables	6
1.9.	Metodología	7
1.9.1.	Método Deductivo.....	7
1.9.2.	Método inductivo.....	8
1.9.3.	Método analítico.....	8
1.9.4.	Método sintético.....	8
1.9.5.	Método experimental.....	8
1.9.6.	Método matemático.....	9
1.9.7.	Método de la medición	9
1.9.8.	Método de observación directa.....	9

CAPÍTULO II

2.	BOMBA ROTATIVA CAV DE TIPO DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL.....	12
2.1.	Características Generales.....	12
2.2.	Aplicaciones.....	13
2.3.	Generalidades.....	13
2.4.	Bomba rotativa CAV tipo DPA	14
2.4.1.	Partes de la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA.....	16
2.4.2.	Funcionamiento de la bomba rotativa CAV de tipo DPA.....	17
2.4.3.	Funcionamiento de la bomba rotativa CAV de tipo DPA según sus elementos	19
2.4.4.	Ciclo de carga	19
2.4.5.	Ciclo de descarga	21
2.4.6.	Operación de la placa terminal.	21
2.4.7.	Válvula reguladora	23
2.4.8.	Bomba de transferencia	24
2.4.9.	Operación de avance.....	25
2.4.10.	Operación del gobernador mecánico	27
2.4.11.	Operación de válvulas de presurización.	31

2.5.	Análisis de esfuerzos	32
2.5.1.	Esfuerzo	32
2.5.2.	Esfuerzos directos.....	33
2.5.3.	Torsión	33
2.5.4.	Secciones circulares	34
2.6.	Pruebas que se realizan en el banco a la bomba rotativa CAV de tipo DPA.....	35
2.6.1.	Marcha inicial.....	35
2.6.2.	Presión de la bomba de transferencia.....	35
2.6.3.	Variador e avance	36
2.6.4.	Entrega máxima de combustible.....	36
2.6.5.	Verificación de entrega de combustible en el arranque.	37
2.6.6.	Operación de corte.....	37
2.6.7.	Comprobación del resorte del gobernador.....	37
2.6.8.	Verificación de la velocidad máxima.	38

CAPÍTULO III

3.	DISEÑO DE ACOPLES Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815.....	39
3.1.	Introducción de la propuesta.....	39
3.2.	Diseño Mecánico.....	40
3.3.	Descripción de los Componentes	40
3.4.	Parámetros de diseño	41
3.4.1.	Coeficiente de confianza o factores de diseño.....	41
3.4.2.	Determinación de las cargas.....	42
3.5.	Torque transmitido por el motor.....	42
3.6	Diseño y función de acoples.	43
3.6.1.	Diseño del acople mandril – bomba.....	43
3.6.2.	Modelado del acople mandril- bomba	44

3.6.3.	Simulación del análisis - acople con solid works - simulation.	44
3.6.4.	Tipo de estudio y consideraciones a realizar	44
3.6.5.	Tipos de juntas, uniones.	45
3.6.6.	Asignación de cargas en el acople.....	46
3.6.7.	Materiales:	46
3.6.8.	Filosofía de un diseño seguro.	47
3.6.9.	Métodos de predicción de fallas.....	47
3.6.10.	Resultados del análisis.	48
3.7.	Cálculos para el diseño del acople cónico.	49
3.8.	Diseño de acople brida.	54
3.8.1.	Diseño de acople brida	54
3.8.2.	Modelado del Acople brida.....	55
3.8.3.	Simulación del análisis - acople con solid works - simulation.	56
3.8.4.	Tipo de estudio y consideraciones a realizar.	56
3.8.5.	Tipos de juntas, uniones.	57
3.8.6.	Asignación de cargas en el acople.....	57
3.8.7.	Filosofía de un diseño seguro.	58
3.8.8.	Métodos de predicción de fallas.....	59
3.8.9.	Resultados del análisis.	59
3.9.	Cálculos teóricos para el diseño del acople-brida.....	62
3.10.	Diseño de cañerías de alta presión.....	64
3.10.1.	Diseño de cañerías de alta presión.....	64
3.10.2.	Modelado de cañerías.....	65
3.10.3.	Simulación del análisis - cañerías con solid works - simulation.	66
3.10.4.	Tipo de estudio y consideraciones a realizar.	66
3.10.5.	Tipos de juntas, uniones.	67
3.10.6.	Asignación de cargas a las cañerías.....	68
3.10.7.	Filosofía de un diseño seguro.	69
3.10.8.	Métodos de predicción de fallas.....	69

3.10.9.	Resultados del análisis.	69
3.11.	Cálculos para el diseño de las cañerías.....	71
3.12.	Descripción y ubicación de acoples diseñados.....	73
3.13.	Herramientas.	73
3.13.1.	Llave de pico o llave inglesa.	74
3.13.2.	Llave mixta o llaves de boca fija.	74
3.13.3.	Entenalla o tornillo de banco.....	75
3.13.4.	Pinzas de punta o alicate puntiagudo.	75
3.13.5.	Desarmadores.	76
3.13.6.	Llaves hexagonales.	76
3.13.7.	Martillo.	77
3.13.8.	Extractor del rotor de alimentación.....	77
3.13.9.	Dado para perno de variador de avance.....	77
3.13.10.	Acople para medir la presión.	78
3.13.11.	Herramienta para medir el avance.....	78
3.14.	Desarmado y armado de la bomba rotativa CAV de tipo DPA.....	79
3.14.1.	Inspección de servicio.....	79
3.14.2.	Inspecciones.	79
3.14.3.	Inspección de piezas individuales.....	80
3.14.4.	Recomendaciones	81
3.15.	Procedimiento para el desmontaje de la bomba rotativa CAV de tipo DPA.....	81
3.16.	Procedimiento para el montaje de la bomba rotativa CAV de tipo DPA.....	87

CAPÍTULO IV

4.	CALIBRACIÓN DE LA BOMBA ROTATIVA CAV DE TIPO DPA, EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815.....	97
4.1.	Banco de pruebas Bosch EPS 815.....	97

4.1.1.	Características principales del banco de pruebas Bosch EPS 815.....	97
4.1.2.	Datos técnicos del banco de pruebas.....	98
4.2.	Proceso de calibración en las bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA.....	99
4.2.1.	Características de la bomba de inyección.....	100
4.2.2.	Procedimiento para montar la bomba en el banco de pruebas.....	101
4.3.	Calibración de la bomba rotativa CAV de tipo DPA en el banco Bosch EPS 815.....	104
4.3.1.	Operación del banco de pruebas Bosch EPS 815.....	104
4.3.2.	Proceso para crear pasos de prueba (componente nuevo).....	109
4.3.3.	Introducción de valores de comprobación y ajuste en pasos de prueba.....	112
4.3.4.	Buscar y seleccionar una nueva componente de la base de datos local.....	114
4.4.	Pruebas a realizar en la bomba rotativa CAV de tipo DPA en el banco de pruebas Bosch EPS 815.....	117
4.4.1.	Presión del banco de pruebas.....	118
4.4.2.	Cebado – purga.....	119
4.4.3.	Presión de transferencia a 100 rpm.....	121
4.4.4.	Presión de transferencia a 800 rpm.....	123
4.4.5.	Avance a 850 rpm.....	125
4.4.6.	Avance 1450.....	128
4.4.7.	Máximo rescate de combustible.....	130
4.4.8.	Ralentí a 200 rpm.....	131
4.4.9.	Refuerzo a 1000 rpm.....	133
4.4.10.	Gobernador a 1100 rpm.....	134
4.4.11.	Presión de transferencia a 1100 rpm.....	134

CAPÍTULO V

5.	MARCO ADMINISTRATIVO.....	136
5.1.	Recursos.....	136
5.1.1.	Recursos humanos.....	136
5.1.2.	Recursos tecnológicos.....	137
5.1.3.	Recursos materiales.....	137
5.1.4.	Análisis de costos directos materiales.....	138
5.1.5.	Costos indirectos.....	138
5.1.6.	Análisis del costo – beneficio.....	139
5.1.7.	Financiamiento.....	139
5.2.	Cronograma.....	140

CAPÍTULO VI

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
6.1.	Conclusiones.....	141
6.2.	Recomendaciones.....	142

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
-----------------------------------------	------------

ANEXOS	144
---------------------	------------

Anexo No. 1.	Cronograma de actividades
Anexo No. 2.	Tablas de calibración
Anexo No. 3.	Planos
Anexo No. 4.	Descripción de herramientas

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1.	Árbol de problemas	3
Figura No. 2.	Circuito de alimentación con bomba rotativa.....	14
Figura No. 3.	Bomba rotativa CAV de tipo DPA.....	16
Figura No. 4.	Vista seccionada de la bomba rotativa CAV de tipo DPA	16
Figura No. 5.	Funcionamiento del rotor, en posición de carga, arriba; en posición de inyección, abajo	18
Figura No. 6.	Dosificación de combustible	19
Figura No. 7.	Ciclo de carga del combustible en la bomba CAV de tipo DPA.....	20
Figura No. 8.	Ciclo de descarga de combustible de la bomba rotativa CAV de tipo DPA	21
Figura No. 9.	Operación de la placa terminal.....	22
Figura No. 10.	Sección transversal de la placa terminal	23
Figura No. 11.	Sección transversal de la placa terminal	23
Figura No. 12.	Bomba de transferencia	24
Figura No. 13.	Dispositivo de avance automático	25
Figura No. 14.	Mecanismo de avance de la carga	27
Figura No. 15.	Mecanismo de control del gobernador mecánico de la bomba rotativa CAV de tipo DPA	30
Figura No. 16.	Pernos de salida de combustible de la cabeza de la bomba rotativa CAV de tipo DPA	31
Figura No. 17.	Esfuerzo tridimensional y esfuerzo plano o biaxial.....	32
Figura No. 18.	Diagramas de deflexión y distribución del esfuerzo cortante	34
Figura No. 19.	Acople cónico	43
Figura No. 20.	Modelado acople bomba- mandril	44
Figura No. 21.	Simulación estudio de tipo estático	45
Figura No. 22.	Asignación de cargas en el acople.....	46
Figura No. 23.	Esfuerzo de corte	48

Figura No. 24.	Deformación total	48
Figura No. 25.	Base cónica factor de seguridad	49
Figura No. 26.	Análisis de cargas	49
Figura No. 27.	Radio entre los puntos de cargas.....	50
Figura No. 28.	Área entre la acción de las cargas	51
Figura No. 29.	Análisis del área pequeña	53
Figura No. 30.	Acople brida	55
Figura No. 31.	Modelado acople brida	55
Figura No. 32.	Simulación, estudio de tipo estático	56
Figura No. 33.	Asignación de cargas en la brida	58
Figura No. 34.	Criterio de fallo - Tensión de Von Mises.....	60
Figura No. 35.	Brida - desplazamientos.....	60
Figura No. 36.	Brida - Factor de seguridad.....	60
Figura No. 37.	Simulación mediante deformación	61
Figura No. 38.	Simulación a vibración	61
Figura No. 39.	Diagrama de carga en la brida	62
Figura No. 40.	Datos para el esfuerzo de corte	63
Figura No. 41.	Cañerías de alta presión	65
Figura No. 42.	Pernos de sujeción en las cañerías.....	65
Figura No. 43.	Modelado - cañería	66
Figura No. 44.	Simulación, estudio de tipo estático	67
Figura No. 45.	Asignación de cargas en las cañerías.....	68
Figura No. 46.	Criterio de fallo - Tensión de Von Mises.....	70
Figura No. 47.	Cañería - desplazamientos.....	70
Figura No. 48.	Cañería - Factor de seguridad.....	70
Figura No. 49.	Representación de cargas en la cañería	72
Figura No. 50.	Ubicación de acoples	73
Figura No. 51.	Llave de pico	74
Figura No. 52.	Llave mixta	75
Figura No. 53.	Entenalla	75
Figura No. 54.	Pinza	76
Figura No. 55.	Desarmadores.....	76

Figura No. 56.	Llaves hexagonales.....	76
Figura No. 57.	Martillo.....	77
Figura No. 58.	Extractores del rotor de alimentación	77
Figura No. 59.	Dado para perno del variador de avance	78
Figura No. 60.	Dispositivo de acople para medir la presión de la bomba de inyección.....	78
Figura No. 61.	Dispositivo para medir el avance.....	78
Figura No. 62.	Bombas de inyección CAV de tipo DPA.....	81
Figura No. 63.	Bomba de inyección CAV de tipo DPA montado en el dispositivo	82
Figura No. 64.	Pernos de salida de combustible en la bomba de inyección	82
Figura No. 65.	Desmontaje de la tapa superior.....	82
Figura No. 66.	Desmontaje de la barra de corte	83
Figura No. 67.	Extracción de los pernos que soportan el gobernador	83
Figura No. 68.	Desmontaje del gobernador	83
Figura No. 69.	Desmontaje del dispositivo de avance	84
Figura No. 70.	Desmontaje del cabezal hidráulico.....	84
Figura No. 71.	Desmontaje de la bomba de transferencia.....	84
Figura No. 72.	Despiece de la bomba de transferencia	85
Figura No. 73.	Desmontaje de la excéntrica y los carbones	85
Figura No. 74.	Desmontaje del perno excéntrico	85
Figura No. 75.	Desmontaje de los elementos del cabezal hidráulico	86
Figura No. 76.	Desmontaje del perno que soporta al anillo de levas	86
Figura No. 77.	Desmontaje del anillo de levas.....	86
Figura No. 78.	Desmontaje del anillo de sincronización	87
Figura No. 79.	Desmontaje del eje de accionamiento.....	87
Figura No. 80.	Bomba de inyección desmontada en su totalidad	88
Figura No. 81.	Montaje del retén del buje de transmisión	88

Figura No. 82.	Montaje del eje impulsor con sus elementos.....	88
Figura No. 83.	Ubicación del anillo de sincronización.....	89
Figura No. 84.	Anillo de levas y su sentido de giro	89
Figura No. 85.	Ubicación del tornillo del avance de la leva.....	89
Figura No. 86.	Montaje de los émbolos de bombeo o elementos de bombeo	90
Figura No. 87.	Instalación de los rodillos y zapatas en su lugar	90
Figura No. 88.	Montaje del cabezal y sus elementos.....	91
Figura No. 89.	Tuerca del estriado.....	91
Figura No. 90.	Ubicación del anillo excéntrico y los carbones	91
Figura No. 91.	Bomba de transferencia con sus elementos.....	92
Figura No. 92.	Ubicación de la bomba de transferencia en el cabezal hidráulico.....	92
Figura No. 93.	Montaje del cabezal hidráulico dentro del alojamiento de la bomba	93
Figura No. 94.	Ajuste de los pernos para asegurar el cabezal hidráulico	93
Figura No. 95.	Ensamble del dispositivo de avance	93
Figura No. 96.	Armado del mecanismo de control del gobernador	94
Figura No. 97.	Instalación de la tapa del gobernador	95
Figura No. 98.	Ajuste final de la tapa del gobernador	95
Figura No. 99.	Ajuste de los pernos de salida de combustible.....	95
Figura No. 100.	Bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA	96
Figura No. 101.	Banco de pruebas Bosch EPS 815	97
Figura No. 102.	Bomba de inyección CAV de tipo DPA, brida y acople cónico	101
Figura No. 103.	Instalación de la brida en la bomba de inyección	101
Figura No. 104.	Ubicación del acople cónico en la bomba de inyección	102
Figura No. 105.	Instalación en el banco de pruebas.....	102

Figura No. 106.	Ajuste de los pernos que aseguran la bomba de inyección en el banco de pruebas	102
Figura No. 107.	Instalación de las cañerías flexibles en la bomba de inyección	103
Figura No. 108.	Instalación de las cañerías de alta presión.....	103
Figura No. 109.	Bomba de inyección el banco de pruebas.....	103
Figura No. 110.	Reconocimiento de la perilla de encendido	104
Figura No. 111.	Programa EPS 945-PE/VE/CR.....	105
Figura No. 112.	Ventana de inicio de programa.....	105
Figura No. 113.	Indicadores de estado	105
Figura No. 114.	Ventana de advertencia legal.....	106
Figura No. 115.	Ventana de selección de componentes.....	106
Figura No. 116.	Pestaña de opciones de F2.....	107
Figura No. 117.	Ventana de selección de componentes.....	109
Figura No. 118.	Ventana para ingresar datos	110
Figura No. 119.	Sentido de giro que tiene la bomba.....	110
Figura No. 120.	Compensación de la bomba de inyección	110
Figura No. 121.	Punto de regulación de la bomba de inyección	111
Figura No. 122.	Datos ingresados de la bomba de inyección	111
Figura No. 123.	Entrada del paso de prueba	113
Figura No. 124.	Ventana selección de componentes.....	115
Figura No. 125.	Pestaña de opción F2	115
Figura No. 126.	Lista de componentes	116
Figura No. 127.	Selección de componentes	116
Figura No. 128.	Ventana de advertencia	117
Figura No. 129.	Ventana de reconocimiento de canales	118
Figura No. 130.	Presión del banco de pruebas Bosch EPS 815.....	118
Figura No. 131.	Perilla para regular la presión del banco	119
Figura No. 132.	Presión de trabajo el banco de pruebas.....	119
Figura No. 133.	Llave de paso de combustible	120
Figura No. 134.	Reconocimiento de canales	120

Figura No. 135.	Pernos de verificación, pasó de combustible a los inyectores	120
Figura No. 136.	Pantalla de funcionamiento de la bomba	121
Figura No. 137.	Manómetro que verifica la presión de la bomba	121
Figura No. 138.	Desarmado de la bomba de transferencia.....	122
Figura No. 139.	Resorte de calibración.....	122
Figura No. 140.	Ajuste de la bomba de transferencia	122
Figura No. 141.	Manómetro indicador de la presión en la bomba de inyección	123
Figura No. 142.	Reconocimiento de canales a 800 rpm	123
Figura No. 143.	Manómetro para medir la presión.....	124
Figura No. 144.	Desarmado de la bomba de presión	124
Figura No. 145.	Resorte de calibración.....	124
Figura No. 146.	Ubicación de la cañería de combustible.....	125
Figura No. 147.	Manómetro indicador de la presión a 800 rpm	125
Figura No. 148.	Ubicación del perno para colocar el avance.....	126
Figura No. 149.	Dispositivos para medir el avance.....	126
Figura No. 150.	Acoplamiento del dispositivo	126
Figura No. 151.	Reconocimiento de canales a 850 rpm	127
Figura No. 152.	Análisis de los grados de avance	127
Figura No. 153.	Ubicación de lánas de calibración	127
Figura No. 154.	Valor calibración a 850 rpm.....	128
Figura No. 155.	Reconocimiento de canales a 1450 rpm	128
Figura No. 156.	Análisis de los grados de avance	129
Figura No. 157.	Calibración del avance	129
Figura No. 158.	Valor de calibración a 1450 rpm.....	129
Figura No. 159.	Abastecimiento de combustible.....	130
Figura No. 160.	Perno para controlar el caudal	131
Figura No. 161.	Reconocimiento de canales	131
Figura No. 162.	Palanca de mando, encendido y apagado	131
Figura No. 163.	Palanca del acelerador.....	132
Figura No. 164.	Datos de caudal después de la calibración	132

Figura No. 165.	Perno regulador de caudal	132
Figura No. 166.	Verificación del caudal a 1000 rpm	133
Figura No. 167.	Caudal en todos los canales	133
Figura No. 168.	Caudal a 1100 rpm.....	134
Figura No. 169.	Calibración del caudal	134
Figura No. 170.	Presión de transferencia a 1100 rpm	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1.	Operacionalización de la variable independiente	7
Tabla No. 2.	Operacionalización de la variable dependiente	7
Tabla No. 3.	Análisis de la metodología.	9
Tabla No. 4.	Descripción de componentes.	40
Tabla No. 5.	Especificaciones para elegir el factor de diseño.....	42
Tabla No. 6.	Propiedades del acero AISI 1010	47
Tabla No. 7.	Propiedades del acero AISI 1010	58
Tabla No. 8.	Medidas de las cañerías.....	68
Tabla No. 9.	Datos técnicos del banco de pruebas EPS 815.....	98
Tabla No. 10.	Placa de identificación de la bomba DPA.....	100

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1.	Recursos Humanos.....	136
Cuadro No. 2.	Recursos tecnológicos	137
Cuadro No. 3.	Materiales.....	137
Cuadro No. 4.	Costos de los materiales empleados.....	138
Cuadro No. 5.	Costos indirectos.....	139

RESUMEN

La tecnología en los diferentes equipos de calibración de bombas de inyección diésel ha evolucionado de una manera impresionante, en la actualidad las bombas de inyección rotativas son desarrolladas para trabajar con valores de tolerancia cada vez más ajustados, por consiguiente su calibración debe ser exacta, entrega una variedad de ventajas en comparación a los equipos de medición manual, su principal ventaja es que el diseño del banco permite al técnico la comprobación de bombas de inyección diésel y de igual manera de bombas de alto rendimiento de última tecnología, así como inyectores common rail, todo esto es posible debido al conjunto de KMW, VPM 844/CRS 845/CRI 846, CP 1/2/3 y CRIN. Mediante todos estos componentes, el banco de pruebas Bosch EPS 815 cumple con las especificaciones de los especialistas que se dedican a los motores diésel. Las bombas de inyección rotativas en este caso las CAV de tipo DPA, el rotor distribuidor está dotado de un elemento de bombeo único, con dos émbolos de carrera opuesta, las zapatas y rodillos son accionados por el anillo de levas que se encuentra fijo en la carcasa de la bomba de inyección, el volumen de caudal actúa mediante el funcionamiento de los elementos, el combustible llega a los inyectores de manera eficaz por medio de orificios que se encuentran en el rotor y el cabezal hidráulico, de esa manera el combustible dosificado llega hacia el motor.

PALABRAS CLAVE:

- **ELEMENTOS DE BOMBEO**
- **VÁLVULAS DOSIFICADORAS**
- **ANÁLISIS CONTINUO DE CANTIDAD KMW**
- **BANCO DE PRUEBAS EPS**
- **BOMBAS DE INYECCIÓN DPA**

ABSTRACT

Technology in different calibration equipment injection pump diesel has evolved in an impressive way, today the type injection pumps are developed to work with tolerance values increasingly adjusted for subsequent calibration must be accurate, delivery a variety of advantages compared to teams of manual measurement, its main advantage is that the design of the bank allows the technician to check diesel injection pumps and likewise of high-performance pumps latest technology and common rail injectors all this is possible due to the set of KMW, VPM 844/845 CRS / CRI 846, CP 1/2/3 and CRIN. Through all these components, the test bench EPS 815 Bosch meets the specifications of specialists dedicated to diesel engines. The injection pumps in this case CAV DPA type, the distributor rotor is provided with an element of unique pump with two pistons opposite race shoes and rollers are driven by the cam ring which is fixed in the housing the injection pump, the volume flow acts by operating elements, the fuel reaches the injectors effectively through holes located on the rotor and the hydraulic head, thus the fuel metering arrives to the engine.

KEYWORDS:

- **PUMPING ELEMENT**
- **METERING VALVE**
- **ONGOING ANALYSIS OF QUANTITY KMW**
- **TEST BENCH EPS**
- **DPA INJECTION PUMP**

PRESENTACIÓN

El “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACOPLES Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815” se basa en el la investigación de los sistemas de calibración para las bombas inyección diésel.

El capítulo 1, se encuentra el objetivo del diseño determinando el problema y la justificación, la investigación de las consecuencias de la calibración de bombas de inyección.

El capítulo 2, consta del marco teórico siempre y cuando con la investigación de fuentes bibliográficas para dar realce, considerando las normas y los autores, se establece la investigación de las bombas de inyección, cada uno de los elementos que compone y su funcionamiento respectivo.

El capítulo 3, se encuentra la selección de materiales, el diseño y construcción de acoples y accesorios que servirá para la calibración de bombas de inyección diésel.

Capítulo 4, consta de una guía para el manejo del banco de pruebas que permite establecer la operación adecuada, y las calibraciones respectivas en cuanto a la bomba de inyección.

Capítulo 5, consta del marco administrativo que explica los diferentes recursos adquiridos para la elaboración del proyecto relacionado con bombas de inyección diésel.

Capítulo 6, finalmente se encuentra las conclusiones y recomendaciones con la finalidad que todos las prácticas lo realicen de una manera eficaz y cuidadosa.

CAPÍTULO I

1. ACOPLER Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815.

1.1. Antecedentes.

El parque automotriz en el Ecuador dispone de varios tipos de sistemas de alimentación de combustible, entre ellos el que está formado por la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA, mediante los progresos alcanzados en el desarrollo de los motores diésel y el aumento de su velocidad de rotación, han hecho evolucionar la técnica de la inyección.

(J.M.Alonso, 2001). Describe que: “A partir de 1960 aproximadamente, aparecieron en el mercado las bombas de inyección del tipo de distribuidor rotativo, destinadas fundamentalmente a equipar los motores de pequeña cilindrada con altos regímenes de rotación, que utilizan los vehículos de turismo y los industriales ligeros, los cuales requieren una instalación de inyección de poco peso y pequeño volumen” pág. 95.

Las bombas de inyección rotativas satisfacen ambas exigencias al reunir un grupo compacto y de reducido tamaño la bomba de alimentación, el regulador y el variador de avance de la inyección.

Lo característico de este tipo de bombas consiste en disponer de un sistema capaz de presurizar el combustible como un elemento único y posteriormente enviarlo a los diferentes cilindros, utilizando para ello un distribuidor rotativo. En el interior de la bomba se disponen, además, los correspondientes mecanismos de dosado, regulación, avance en la inyección y alimentación de combustible.

La característica fundamental de las bombas de inyección rotativas consiste en que abastecen a todos los cilindros con idéntico volumen de combustible, dado que utilizan un elemento de impulsión único, desde el que se envía combustible a presión para los diferentes inyectores por medio de un dispositivo de distribuidor rotativo.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE dispone del equipo de pruebas BOSCH EPS 815 el mismo que tiene una gran versatilidad para desarrollar el mantenimiento y calibración de varios tipos de bombas rotativas en este antecedente es propicio desarrollar una investigación referente al tipo de bombas rotativas CAV de tipo DPA para difundir la información que se genere en este conjunto mecánico.

1.2. Planteamiento del Problema.

El problema a investigar consiste en analizar los esfuerzos mecánicos que se ejercen en los acoples necesarios para el montaje y calibración de bombas de inyección rotativas a fin de lograr procesos precisos en el ajuste y puesta a punto de este tipo de sistemas de alimentación.

Teniendo en cuenta la necesidad de ejecutar un trabajo más sencillo con calidad, usando equipos y herramientas adecuadas, es necesario la construcción, de acoples , accesorios para la calibración y puesta a punto de la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA de inyección diésel.



Figura No. 1. Árbol de problemas

La investigación se origina debido a las nuevas tecnologías de calibración en los bancos de pruebas Bosch EPS 815, el cual se puede observar que existe poca precisión y confiabilidad en la calibración de sistemas de inyección diésel con bombas rotativas CAV de tipo DPA.

Considerando que existe un elevado número de vehículos con sistemas de inyección diésel, que permitan que los automotores estén en perfectas condiciones de trabajo.

Debido a la ausencia de personal que opere el banco de pruebas Bosch EPS 815 de bombas de inyección diésel de acuerdo a las nuevas tecnologías, se propone optimización tecnológica en este campo.

1.3. Descripción resumida de la investigación.

La investigación se desarrolló en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L Extensión Latacunga, Quijano y Ordoñez s/n y Hnas. Páez.

Todas las pruebas y mediciones se llevan a cabo en el Laboratorio de Motores de Combustión Interna, en donde se encuentra ubicado el banco de pruebas de inyección diésel Bosch EPS 815.

Se procede a diseñar y seleccionar los acoples accesorios como son: Brida, acople cónico, cañerías, bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA y sus respectivas herramientas.

Posteriormente se realiza el montaje de la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA en el banco de pruebas Bosch EPS 815 ubicando los acoples y accesorios en sus respectivos lugares.

A continuación se realizan pruebas de funcionamiento de la bomba de inyección diésel considerando la presión de los caudales y las revoluciones para las respectivas pruebas como son: arranque, ralentí, media carga, carga completa.

Al final de todas las pruebas de calibración se obtienen datos referentes a las bombas inyección rotativa CAV de tipo DPA, y posteriormente comparamos con las tablas de calibración que facilita el fabricante.

1.4. Justificación e importancia.

En el campo relacionado con la mecánica automotriz básicamente existen labores de mantenimiento a través de equipos de diagnóstico de alta tecnología que facilitan la comprobación de elementos que conforman el sistema de bombas rotativas CAV de tipo DPA de inyección diésel.

Por esta razón es necesario el aporte científico e investigativo de información técnica que ayude a los estudiantes de Ingeniería Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L a comprender más

ampliamente el manejo y aplicación del banco de pruebas Bosch EPS 815 para un proceso de análisis, averías en los sistemas de bombas de inyección.

Se logró ampliar los conocimientos relacionados con la calibración, puesta a punto de las bombas rotativas CAV de tipo DPA, y las prácticas fueron enfocadas a la utilización en el campo profesional.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivos General

- Diseñar acoples y accesorios para la calibración y puesta a punto de la bomba rotativa CAV de tipo DPA de inyección diésel, para el banco de pruebas Bosch EPS 815.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Consultar información bibliográfica confiable referida a las bombas rotativas CAV de tipo DPA.
- Diseñar acoples y accesorios para la calibración y puesta a punto de la bomba rotativa CAV de tipo DPA de inyección diésel.
- Seleccionar los materiales adecuados para la construcción de acoples y accesorios, los cuales serán utilizados en la calibración de la bomba rotativa CAV de tipo DPA.
- Realizar las pruebas de calibración de acuerdo con las especificaciones.
- Desarrollar el proceso para la utilización del banco de pruebas Bosch EPS 815 para la calibración de bombas de inyección CAV de tipo DPA.

1.6. Metas

Generar un documento de alta rugosidad académica que sirva como referencia para desarrollar el diagnóstico y puesta a punto de la bomba rotativa CAV de tipo DPA de inyección diésel para el banco de pruebas Bosch EPS 815.

1.7. Hipótesis

El diseño, construcción de acoples y accesorios permitirá en conjunto con el banco de pruebas EPS 815 calibrar y poner a punto las bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA con alta precisión.

1.8. Variables de Investigación

1.8.1. Variable Independiente

Acoples y accesorios para calibración de bombas inyección rotativas CAV de tipo DPA.

1.8.2. Variable Dependiente

Precisión y puesta a punto de bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA.

1.8.3. Operacionalización de variables

a. Variable independiente.

Acoples y accesorios para la calibración de bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA.

Tabla No. 1.

Operacionalización de la variable independiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Son dispositivos que ayudan a la adaptación de la bomba de inyección al banco de pruebas.	Académica	Bomba de inyección.	Unidad	Selección.	Hoja de características.
	Académica	Acople cónico. Brida.	Unidad	Diseño.	Hoja de características.
	Académica	Juego de cañerías.	Unidad	Selección.	Hoja de características.

b. Variable dependiente.

Precisión y puesta a punto de bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA.

Tabla No. 2.

Operacionalización de la variable dependiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	instrumentos
Ajuste a la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA para su correcto funcionamiento en el motor.	Académica.	Caudal	mm ³	Medición.	Hoja de características.
		Avance	Grados	Medición.	Hoja de características.
	Académica.	Corte de combustible	rpm	Medición.	Hoja de características.
	Académica.	presión	KPa	Medición.	Hoja de características.

1.9. Metodología

En el proyecto se utilizó los siguientes métodos de investigación: deductivo, inductivo, analítico, sintético, experimental, matemático y el método de la medición.

1.9.1. Método Deductivo.

Es que permite tener cuidado con los dispositivos, desde el punto de vista práctico, el cual ayuda a descubrir daños desconocidos a partir de los conocidos en las bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA, se considera la variación de revoluciones por minuto a partir de los datos

obtenidos, mediante la calibración de las bombas de inyección se analiza la variación de caudal mínimo y máximo que se puede obtener.

1.9.2. Método inductivo

Se partió de hechos particulares como, el desperfecto de la bomba rotativa CAV de tipo DPA de inyección diésel, mediante el cual la calibración será una de las maneras más eficientes para solucionar el desperfecto.

1.9.3. Método analítico.

Se observa los datos de calibración y se procede a comparar cuidadosamente en el banco de pruebas BOSCH EPS 815. Al variar los datos en el banco de pruebas, se puede realizar la respectiva calibración.

1.9.4. Método sintético.

El personal encargado del banco analiza las calibraciones correspondientes y realiza una explicación, la cual será analizada a comprobada con los diferentes datos estándares que existen.

En el momento que se realiza las calibraciones, de las bombas de inyección, se trata de modificar de manera adecuada, la cual es conveniente, por el motivo que coincide con las tablas que recomienda el fabricante.

1.9.5. Método experimental.

Es el más adecuado, que mediante el desarrollo de varias calibraciones en el banco de pruebas Bosch EPS 815 se obtuvo resultados de caudal, recorrido y revoluciones con el cual la bomba de inyección tendrá que trabajar adecuadamente.

1.9.6. Método matemático

Mediante el cual se puede aplicar en la investigación, de manera que se está trabajando con ecuaciones para los diferentes cálculos, se busca alternativas para operar las mejores opciones en el banco de pruebas, al escoger diferentes tipos de componentes el cual estará dispuesto a diferentes tipos de conexiones.

1.9.7. Método de la medición

Los resultados se puede expresar mediante la atribución de valores, en la investigación se adjunta los valores obtenidos de manera numérica en la calibración de la bomba rotativa CAV de tipo DPA, como manera practica con los instrumentos de medición para obtener algún tipo de variación.

1.9.8. Método de observación directa.

El método permite realizar una verificación visual de las variaciones que el dispositivo establece, como es la variación del caudal en el momento de la inyección.

Tabla No. 3.

Análisis de la metodología.

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Deductivo	Es que permite tener cuidado con los dispositivos, desde el punto de vista práctico, el cual ayuda a descubrir daños desconocidos a partir de los conocidos en las bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA. Sirve para modificar las revoluciones por minuto a partir de los datos obtenidos, mediante la calibración de las bombas de inyección se analiza la variación de caudal mínimo y	<ul style="list-style-type: none"> Banco de pruebas Bosch EPS 815. Bomba inyección rotativa CAV de tipo DPA. Acoples y accesorios. 	<ul style="list-style-type: none"> Laboratorio de motores de combustión interna

CONTINÚA →

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
	máximo que se puede obtener.		
Inductivo	Se partió de hechos particulares como, el desperfecto de la bomba rotativa CAV de tipo DPA de inyección diésel, mediante el cual la calibración será una de las maneras más eficientes para solucionar el desperfecto.	<ul style="list-style-type: none"> Bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA. 	<ul style="list-style-type: none"> Laboratorio de Motores de Combustión Interna
Analítico	Se observa los datos de calibración y se procede a comparar cuidadosamente en el banco de pruebas BOSCH EPS 815. Al variar los datos en el banco de pruebas, se puede realizar la respectiva calibración.	<ul style="list-style-type: none"> Banco de pruebas Bosch EPS 815. Hojas de calibración. 	<ul style="list-style-type: none"> Laboratorio de Motores de Combustión Interna
Sintético	El personal encargado del banco analiza las calibraciones correspondientes y realiza una explicación, la cual será comprobada con los diferentes datos que existen. En el momento que se realiza las calibraciones, de las bombas de inyección, se trata de modificar de manera adecuada, la cual es conveniente, por el motivo que tiene que coincidir con las tablas que recomienda el fabricante.	<ul style="list-style-type: none"> Banco de pruebas Bosch EPS 815. Bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA. Hojas de calibración. 	<ul style="list-style-type: none"> Laboratorio de motores de combustión interna
Experimental	Es el más adecuado, que mediante el desarrollo de varias calibraciones en el banco de pruebas Bosch EPS 815 se obtuvo resultados de caudal, recorrido y revoluciones con el cual la bomba de inyección tendrá que trabajar.	<ul style="list-style-type: none"> Banco de pruebas Bosch EPS 815. Bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA. 	<ul style="list-style-type: none"> Laboratorio de motores de combustión interna
Matemático	Mediante el cual se puede aplicar en la investigación, de manera que se está trabajando con ecuaciones para los diferentes cálculos, se busca alternativas para operar las mejores opciones en el banco de pruebas, al escoger diferentes tipos de componentes el cual estará dispuesto a diferentes tipos de conexiones.	<ul style="list-style-type: none"> Laptop. Tablas de calibración. 	

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Medición	Los resultados se puede expresar mediante la atribución de valores, en la investigación se adjunta los valores obtenidos de manera numérica en la calibración de la bomba rotativa CAV de tipo DPA, como manera practica con los instrumentos de medición para obtener algún tipo de variación.	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de pruebas Bosch EPS 815. • Tablas de calibración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Motores de Combustión Interna
Observación directa	El método permite realizar una verificación visual de las variaciones que el dispositivo establece, como es la variación del caudal en el momento de la inyección.	<ul style="list-style-type: none"> • Banco de pruebas Bosch EPS 815. • Bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de Motores de Combustión Interna.

CAPÍTULO II

2. BOMBA ROTATIVA CAV DE TIPO DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL.

2.1. Características Generales

(Escuela Industrial y Preparatoria Tecnica). Menciona que “La bomba inyectora DPA del tipo de distribuidor, incorpora un regulador sensitivo de todas velocidades, es una unidad compacta apropiada para motores diésel de alta velocidad y múltiples cilindros, de hasta 2 litros de capacidad por cilindro. Es de diseño relativamente sencillo y no monta cojinetes de bolas ni de rodillos, engranajes ni muelles excesivamente tensados. El número de piezas en funcionamiento es el mismo, independientemente del número de cilindros del motor a los que la bomba deba abastecer” pág. 3.

La bomba se monta en el motor por medio de una brida. Es hermética, y durante su funcionamiento, todas las piezas se lubrican convenientemente con el diésel a presión, de modo que no necesita lubricación adicional. La presión mantenida dentro del cuerpo de la bomba evita la formación de bolsas de aire así como la entrada de polvo, agua y otras materias extrañas.

(Escuela Industrial y Preparatoria Tecnica). Menciona que “el bombeo se efectúa por medio de un solo elemento, con pistones gemelos opuestos dentro de un orificio transversal en un elemento rotativo central que actúa como distribuidor y gira dentro de una pieza estacionaria conocida como cabezal hidráulico. Los elementos de la bomba son actuados por lóbulos en un aro de levas interno estacionario. El combustible se dosifica con presión al enviarlo al elemento de bombeo, y las cargas de alta presión se distribuyen a los cilindros del motor con los intervalos de sincronización necesarios a través de orificios en el rotor y en el cabezal hidráulico” pág. 3.

El regulador de la bomba es de tipo mecánico con contrapesos, o de tipo hidráulico, y da un control riguroso de la velocidad del motor bajo todas las condiciones de carga. La mayoría de las bombas tienen un dispositivo automático que hace variar el punto de comienzo de la inyección.

Un solo elemento de bombeo asegura la alimentación uniforme a cada cilindro del motor, y hace innecesario calibrar los suministros de cada uno de los tubos de suministro de alta presión.

2.2. Aplicaciones

Las bombas de inyección tipo distribuidor CAV de tipo DPA, se utilizan en la actualidad en todos los vehículos diésel ya que su funcionamiento es seguro y durable, incluyendo en las aplicaciones agrícolas, industriales y marinas, este tipo de bombas son versátiles y apropiadas para los motores de 2, 3, 4 y 6 cilindros en los cuales no excedan presiones de 500 bar, su mayor atributo es ser compactas, eficaces con poco consumo y robustas.

Estas bombas son utilizadas en los motores de macas. Ford, International.

2.3. Generalidades

A diferencia de la bomba de inyección en línea, las rotativas CAV de tipo DPA no dispone más que de un solo cilindro y un solo émbolo distribuidor, aunque el motor sea de varios cilindros. La lumbrera de distribución asegura el reparto, entre las diferentes salidas correspondientes al número de cilindros del motor, del combustible alimentado por el émbolo de la bomba.

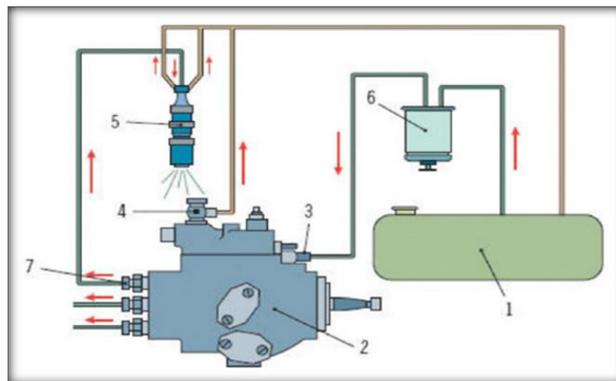


Figura No. 2. Circuito de alimentación con bomba rotativa

Fuente: (Ibañes, 2013)

1. Depósito
2. Bomba rotativa
3. Entrada de combustible
4. Retorno de combustible
5. Inyector
6. Filtro de combustible
7. Salida de combustible

2.4. Bomba rotativa CAV tipo DPA

De acuerdo con (Martínez, 2000). “Las bombas rotativas, como ya se ha anunciado llevan incorporadas la alimentación de combustible mediante una bomba de paletas, de tipo volumétrico, que aspira el combustible desde el depósito y lo envía al interior de la bomba de inyección bajo una determinada presión, llamada presión de transferencia. La bomba de transferencia suministra una presión y un caudal de combustible superior al que necesita la bomba para alimentar los diferentes inyectores, regulándose esta presión de transferencia por una válvula. La presión, una vez regulada es enviada a la válvula dosificadora de caudal y de allí al elemento de bombeo a través del cabezal hidráulico. En el conjunto que suministra el combustible al cabezal hidráulico, antes de llegar a este, se monta una electroválvula de paro que obstruirá este pasó de combustible al querer detener el motor” pág. 23.

En el cabezal hidráulico encontramos:

El elemento de bombeo (se encarga de crear la presión de inyección). El rotor o embolo distribuidor (en su giro solidario con el eje de la bomba, va encarando los conductos de carga de combustible a presión de transferencia regulada por la válvula dosificadora o de distribución a los cilindros en el momento en que el elemento de bombeo somete a presión el combustible).

El cuerpo o la cabeza del distribuidor (elemento que contiene los conductos de carga y de distribución del combustible a los cilindros).

Antes de llegar el combustible al inyector, en los motores rápidos modernos, se aloja a la salida de la bomba lo que llamamos válvula de respiración que cumple un doble cometido:

- Hace más precisos los principios y finales de la inyección.
- Evita los efectos de reducción de caudal en el circuito de alta presión del cabezal hidráulico.

Al igual que en la bomba lineal, la bomba rotativa incorpora diferentes dispositivos como mecanismos anti calados del motor de sobrecarga de arranque, limitador de rpm (cortando el suministro de combustible para que el motor no pueda “pasarse” de vueltas), variador de avance, regulador de velocidad, sistemas de desgasificación, hasta mecanismos que mantengan el ralentí acelerado.



Figura No. 3. Bomba rotativa CAV de tipo DPA

Fuente: (Ibañes, 2013)

2.4.1. Partes de la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA

Las bombas rotativas C.A.V de tipo DPA. Llevan a cabo la inyección de combustible directamente en las cámaras de los motores diésel. Las partes principales de las que consta una bomba rotativa son las siguientes:

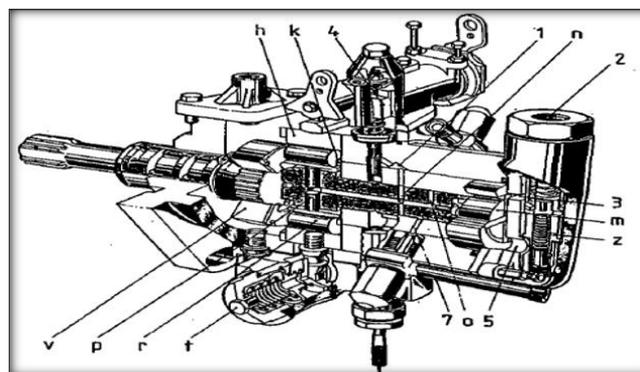


Figura No. 4. Vista seccionada de la bomba rotativa CAV de tipo DPA

Fuente: (Carlos Arroyo, 1990)

1. Lumbrera de admisión de combustible
2. Conducto de entrada del combustible
3. Lumbrera de carga
4. Regulador hidráulico
5. Lumbrera de cebado

- 6. Lumbrera de salida de la inyección
- h. Leva
- k. Guías
- m. Bomba de paletas de alimentación general
- n. Lumbrera de admisión en el rotor
- o. Lumbrera de distribución
- p. Pistones inyectoros
- r. Rodillo de empuje
- v. Regulador de avance
- t. Placa de transmisión
- z. Válvula reguladora de presión

2.4.2. Funcionamiento de la bomba rotativa CAV de tipo DPA

(Arnal Atares, Laguna Blanca, 2000) "El diésel llega a la bomba de transferencia impulsado por la bomba de alimentación, y después de pasar por el filtro. Esta bomba se encarga de aumentar la presión mandando el diésel a la válvula dosificadora. Pero dado que el caudal que manda es mayor que lo que puede pasar por la válvula dosificadora, el diésel ira por otro conducto hacia la válvula reguladora de presión, la cual es la que se encarga de mantener una presión en el circuito en función de la velocidad de giro del motor. Este diésel, que pasa por la válvula reguladora, completa su trayectoria derivada volviendo a entrar a la bomba de transferencia" págs. 115,116.

La válvula dosificadora, cuya regulación se acciona mediante el mando del acelerador y el regulador, abre más o menos el orificio de paso de diésel hacia el cabezal hidráulico con lo que pasara mayor o menor cantidad de combustible.

Una vez que el diésel llega al cabezal entra el rotor cuando coincide la perforación del cabezal con una las del rotor, pasando el combustible a la perforación longitudinal de este. En este momento el dedo distribuidor no coincide con ninguna de las salidas del cabezal, por tanto, el único camino

abierto que le queda al diésel es ir hacia los émbolos presionando sobre ellos con lo que les separa; esta separación será mayor o menor según la cantidad de gas-oíl que deje pasar la válvula dosificadora. Como se ve a continuación, los rodillos no coinciden con las levas, lo que permite la separación de los émbolos.

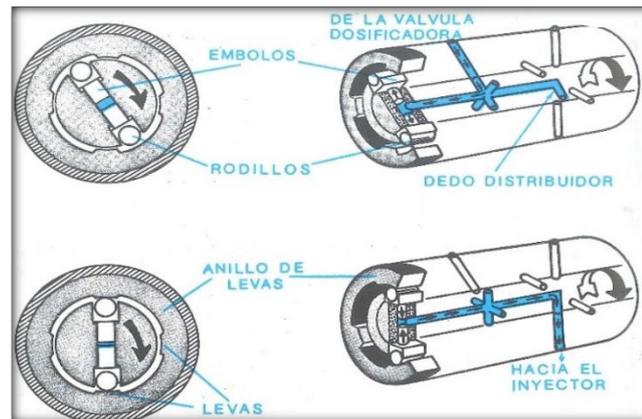


Figura No. 5. Funcionamiento del rotor, en posición de carga, arriba; en posición de inyección, abajo

Fuente: (Arnal Atares, Laguna Blanca, 2000)

Al girar el rotor dentro del cabezal, los rodillos se encontraran con las levas como se muestra en la figura inferior izquierda, presionando a las zapatas y estas a los émbolos que comprimirán el gas-oíl que hay entre ellas haciéndola salir por la perforación longitudinal del rotor. En este momento se visualiza en la figura inferior derecha, el dedo distribuidor coincide con una de las perforaciones de salida del cabezal a los inyectores, y el gas-oíl, comprimido por los émbolos, ira al inyector correspondiente.

El rotor seguirá girando, movido por el motor, y se repetirá el proceso descrito.

2.4.3. Funcionamiento de la bomba rotativa CAV de tipo DPA según sus elementos

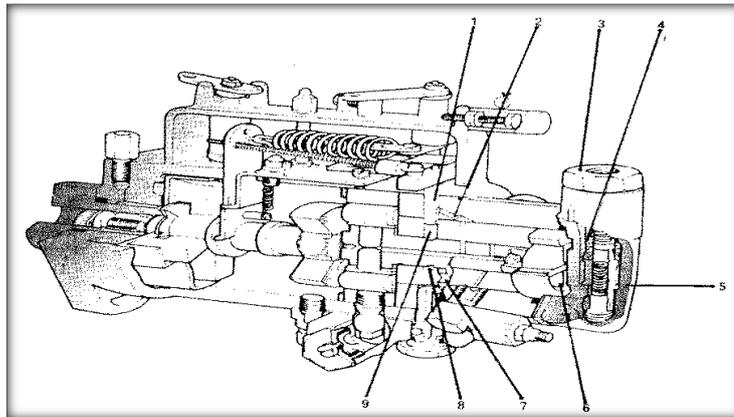


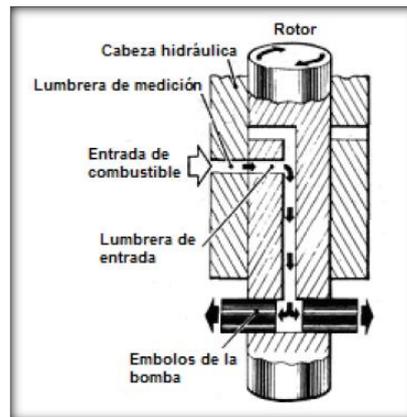
Figura No. 6. Dosificación de combustible

Fuente: (Martínez, 2000)

2.4.4. Ciclo de carga

(Martínez, 2000). "El combustible ingresa en la bomba de inyección a presión de alimentación a través del racor de entrada. Pasa a la bomba de transferencia a través del filtro. La bomba de transferencia eleva la presión del combustible a un nivel determinado, la presión de transferencia no permanece constante sino que aumenta con la velocidad de rotación del motor, y pasa a través del conducto de la cabeza hidráulica a la ranura anular del rotor y de ahí a la cámara que aloja la válvula dosificadora, la cual controla el caudal del combustible a través de la lumbrera de dosificación" pág. 26.

La zona efectiva de la lumbrera de dosificación está controlada por el movimiento de la válvula dosificadora, la cual está mandada por la palanca de aceleración y el regulador. Cuando el combustible pasa a través del orificio de dosificación, se produce una caída de presión, que se conoce con el nombre de presión de dosificación. Cuanto más pequeño sea el orificio de dosificación, mayor será la reducción de la presión y viceversa.



**Figura No. 7. Ciclo de carga del combustible en la bomba
CAV de tipo DPA**

Fuente: (Dagel, 1995)

(Dagel, 1995). " El combustible pasa por la conexión de entrada luego de haber sido succionado del tanque de combustible, a continuación por un filtro y es enviado a la parte superior de la bomba de transferencia, al girar la bomba, forzará 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 bloqueado) y entra al cilindro de bombeo. Lo anterior forzará a los cilindros de bombeo, así como a los rodillos y zapatas, hacia fuera, 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" págs. 336,337.

2.4.5. Ciclo de descarga

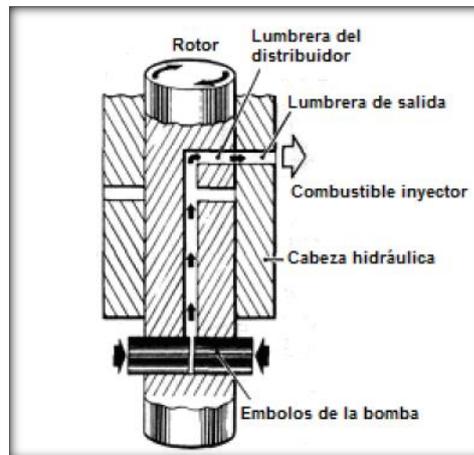


Figura No. 8. Ciclo de descarga de combustible de la bomba rotativa CAV de tipo DPA

Fuente: (Dagel, 1995)

(Dagel, 1995). "Cuando el rotor gira, la lumbra de carga se desalinea, quedando alineada solo una lumbra de descarga. Al mismo tiempo, los rodillos, las zapatas y los émbolos de bombeo son forzados hacia adentro al ponerse en contacto con las porciones 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 lumbra de carga, la cual se alinea en este momento. (Ahora, la lumbra de carga se bloquea). El combustible fluye a través de la cabeza hacia afuera y hacia la boquilla. (Recuerde que el combustible que sale del cilindro de bombeo durante la descarga no es inyectado por la boquilla en el mismo ciclo, si no que el combustible se desplaza hacia la salida de la cabeza, dando lugar a que la cantidad exacta sea forzada fuera de la boquilla)" pág. 337.

2.4.6. Operación de la placa terminal.

La placa terminal cumple 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.

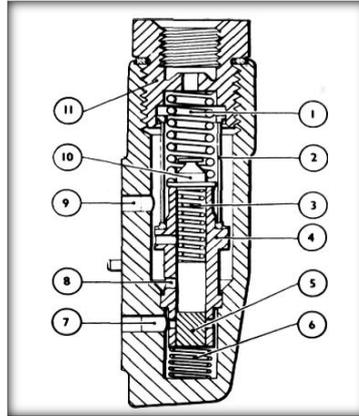


Figura No. 9. Operación de la placa terminal

Fuente: (Dagel, 1995)

Las partes principales de la placa terminal son:

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.

2.4.7. Válvula reguladora

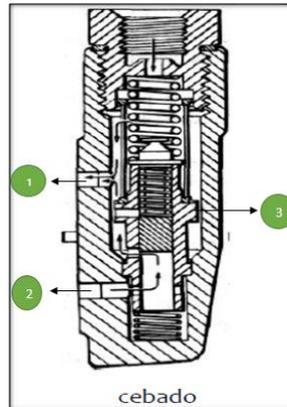


Figura No. 10. Sección transversal de la placa terminal

Fuente: (Dagel, 1995)

1. Paso del combustible a la entrada de la bomba de transferencia.
2. Paso de combustible a la salida de la bomba de transferencia.
3. Chumacera de la válvula.

Cuando se ceba (antes de 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.

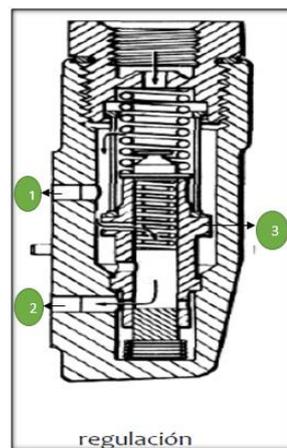


Figura No. 11. Sección transversal de la placa terminal

Fuente: (Dagel, 1995)

1. Paso del combustible a la entrada de la bomba de transferencia.
2. Paso de combustible a la salida de la bomba de transferencia.
3. Chumacera de la válvula.

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 y entra a la bomba de transferencia por la lumbrera.

Al girar la bomba de transferencia, fuerza al combustible hacia la cabeza hidráulica y también hacia la placa terminal.

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.

2.4.8. Bomba de transferencia

La presión con la que el diésel se encuentra en el interior de la bomba (presión de transferencia) es regulada por la válvula reguladora de presión, pasando hacia el cuerpo de bombeo, previo paso por la electroválvula de paro y en cantidad que permita la posición de la válvula dosificadora, que es accionada por el acelerador. De aquí el diésel pasara al grupo de bombeo, para que sea puesto en presión gracias a la posición de los pistones y al anillo de levas, dirigiéndose ya comprimido a la salida correspondiente y de aquí al inyector.



Figura No. 12. Bomba de transferencia

2.4.9. Operación de avance

(Dagel, 1995) "La bomba está equipada con un dispositivo de avance, 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 atornilla 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" pág. 339.

Se utilizan dos unidades de avance en las bombas de inyección CAV de tipo DPA:

1. Avance de velocidad
2. Avance de carga

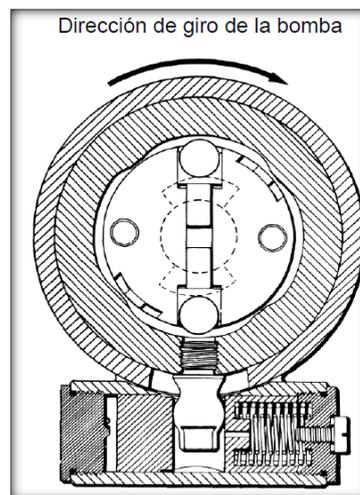


Figura No. 13. Dispositivo de avance automático

Fuente: (Dagel, 1995)

- a. 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.

Los cambios en la carga no tienen efecto en cuanto al avance si la velocidad se mantiene constante.

La velocidad de la unidad de avance se ajusta cambiando los resortes de avance y también mediante calzas.

- b. Avance de carga.- sin la unidad de avance y con cargas ligeras, la válvula de medición no permite el acceso a suficiente combustible hacia el cilindro de bombeo para empujar los pistones y rodillos totalmente hacia afuera. Al estar totalmente hacia afuera contra la leva, 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 los motores con cámara de pre combustión, esta inyección retardada ocasiona fallas. Para evitar tal situación, se utiliza un mecanismo de avance de carga, para avanzar la leva 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 el circuito de avance.

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 alineada 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.

Ciertas bombas con avance de carga o de velocidad, utilizan un dispositivo amortiguador para suavizar las pulsaciones de la presión de transferencia. Se trata simplemente de un diafragma conectado al tornillo de localización de la cabeza, el cual se encuentra en el circuito de la presión de transferencia.

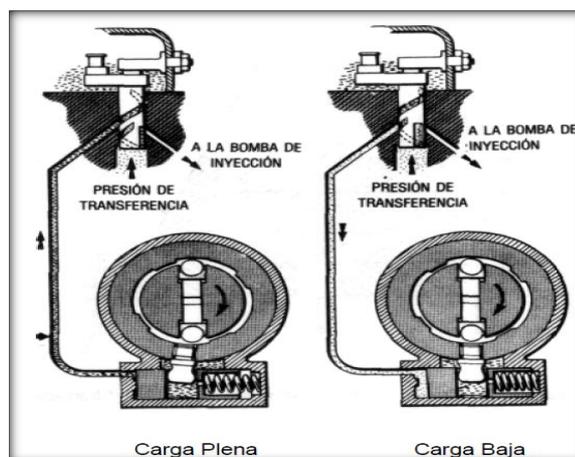


Figura No. 14. Mecanismo de avance de la carga

Fuente: (Dagel, 1995)

2.4.10. Operación del gobernador mecánico

El regulador mecánico de las bombas rotativas CAV de tipo DPA tiene el siguiente funcionamiento: existe un manguito de empuje sobre el que se apoyan los extremos de las masas centrifugas, las cuales, según la velocidad de giro a que están sometidas presionan sobre el manguito de empuje y lo

desplazan con más o menos fuerza sobre un extremo de una placa de mando que es, en definitiva una placa sujeta por un soporte y mantenida en su posición de reposo por medio de un muelle. Así pues, cuando el manguito es desplazado hacia la derecha, en virtud del empuje que le proporcionan las masas centrifugas, el extremo opuesto de la placa de mando señalado con el número se inclina hacia la izquierda atrayendo con ella todo el conjunto de palancas que forman la parte alta del regulador.

En este sentido la palanca más importante de todo este sistema es la palanca de control en cuyo centro se halla anclada la válvula dosificadora. Esta válvula no se desplaza si no que se limita a rotor, es decir, al girar sobre si misma de acuerdo con el movimiento que le proporcione la palanca de control de modo que según como se encare, en su rotación sobre la lumbrera de entrada del combustible a la bomba, permite el paso de un mayor o menor caudal de combustible.

Por otra parte se tiene la palanca del acelerador que se halla en comunicación con todo este mecanismo por medio de una plaquita de enganche a la que va sujeto a su vez un muelle calibrado que, como se observa en la figura, puede estar colocado en diferentes posiciones de la plaquita debido a que esta tiene varios agujeros de enganche que proporcionan diversos estados de presión al muelle. Por último, el muelle va a su vez sujeto a la llamada guía de marcha en vacío también provista de su correspondiente muelle para el control de la marcha lenta. A través de todos estos mecanismos elásticos la palanca de aceleración puede accionar sobre el extremo de la placa de mando y transmitir el movimiento a la palanca de control desde su extremo colocando la válvula dosificadora en las condiciones requeridas para permitidas que un determinado caudal de combustible penetre por la lumbrera de alimentación de la bomba inyectora propiamente dicha.

Como se observa, el movimiento de la palanca de control no depende solamente del mando de aceleración sino también de la posición que el manguito deslizante posea de acuerdo con el movimiento que le impriman las masas centrifugas de modo que entre este equilibrio de fuerzas se produce la regulación de la bomba y la posición precisa en cada momento de la válvula dosificadora.

Los diferentes estados de funcionamiento de este regulador se producen de la siguiente manera: en el momento del arranque, la palanca del acelerador puede estar en su posición de máxima abertura sin que investiguen las fuerzas antagonistas del manguito deslizante, de modo que la válvula dosificadora se encuentra en el máximo estado de suministro de combustible.

Una vez puesto en marcha el motor, la palanca del acelerador retrocede a su posición de reposo y entonces es el muelle, de un calibrado muy fino, el que se encarga de corregir las irregularidades del giro del rotor por medio del control muy preciso del suministro, sirviendo de freno a los deslizamientos excesivos del manguito en virtud de un embalamiento del motor.

Durante la marcha normal el equilibrio se establece entre el muelle y el manguito deslizante del modo que se deduce de la explicación dada con anterioridad. Así pues, a una determinada posición del pedal acelerador corresponde una determinada posición de la válvula dosificadora. Cuando el motor se embala, las masas centrifugas aceleran su giro y producen mayor presión sobre la placa de mando con lo que se reduce ligeramente la posición de la válvula dosificadora.

Si el motor pierde vueltas ocurre al contrario, es decir, que al ser las masas centrifugas las que giran más despacio gana posición la presión del muelle de modo que la válvula dosificadora tiende a proporcionar mayor cantidad de combustible. Este funcionamiento resulta permanente y bastante preciso durante todos los estados de marcha del motor.

Por último, en el caso de paro del motor se utiliza la palanca provista de un eje de cierre excéntrico.

Cuando esta palanca se hace girar en la posición de paro desde el puesto de mando del conductor del vehículo, la palanca, que se halla en contacto directo con la palanca de control, coloca a esta en una posición correspondiente al corte total del suministro de combustible, y lo hace independientemente de la posición a que se halle la palanca del acelerador, de modo que le motor se ve forzado a pararse.

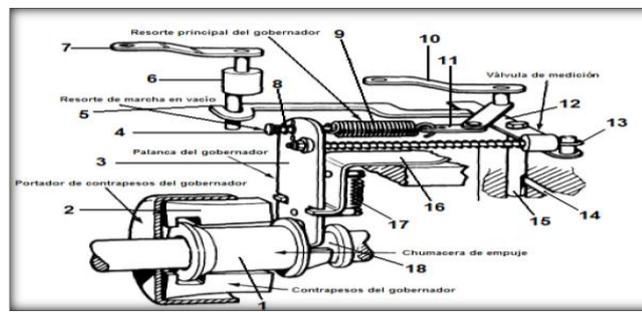


Figura No. 15. Mecanismo de control del gobernador mecánico de la bomba rotativa CAV de tipo DPA

Fuente: (Carlos Arroyo, 1990)

Partes del gobernador mecánico de la bomba rotativa CAV de tipo DPA

1. Manguito de empuje.
2. Masas centrifugas.
3. Placa de mando del regulador.
4. Guía del muelle de ralentí.
5. Barra de cierre.
6. Eje de cierre excéntrico.
7. Palanca de cierre.
8. Muelle de ralentí.
9. Muelle de carga del regulador.
10. Palanca del acelerador.

11. Bieleta de conexión.
12. Palanca de control.
13. Tope de fijación del muelle de carga.
14. Lumbrera de dosificación.
15. Válvula dosificadora.
16. Soporte de control.
17. Muelle.
18. Eje de transmisión.

2.4.11. Operación de válvulas de presurización.

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 combustible de la cabeza de la bomba. Además de dichas válvulas, el anillo de la leva esta esmerilado, de manera que brinda un alivio de presión en los tubos de inyección al final del ciclo de descarga. Tal alivio permite que baje la presión de 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.



Figura No. 16. Pernos de salida de combustible de la cabeza de la bomba rotativa CAV de tipo DPA

2.5. Análisis de esfuerzos

(Shigley, 1985). “Por tanto, uno de los problemas es relacionar la resistencia de un elemento con las cargas externas que se le apliquen. Tales cargas externas dan lugar a esfuerzos internos en el elemento. Para evitar todo riesgo en el uso del producto, el diseñador debe tener la plena certeza de que esos esfuerzos nunca excederán la resistencia calculada. Posteriormente se introducirá el concepto de resistencia y se estudiara el proceso de relacionarla con el esfuerzo para lograr la seguridad vale la pena observar que los esfuerzos que se calculen serán tan confiables como los valores de las cargas externas y de las medidas geométricas que se empleen para determinarlos. Una vez que un producto se ha manufacturado y puesto en manos del consumidor o usuario, el fabricante pierde todo control sobre el mismo y, en cierto grado, sobre las cargas externas a las que pueda someterse, por este motivo, entre otros, los ensayos y pruebas experimentales son tan importantes en el diseño y desarrollo de una nueva máquina o un nuevo dispositivo” pág. 31.

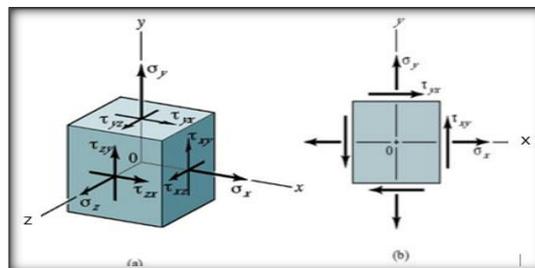


Figura No. 17. Esfuerzo tridimensional y esfuerzo plano o biaxial

Fuente: (Shigley, 1985)

2.5.1. Esfuerzo

A continuación podemos observar un elemento del estado general de esfuerzo tridimensional y se muestra tres esfuerzos normales σ_x, σ_y y σ_z , todos positivos; y seis esfuerzos cortantes $\tau_{xy}, \tau_{yx}, \tau_{yz}, \tau_{zy}, \tau_{zx}$, y τ_{xz} , también positivos. El elemento está en equilibrio estático y, por lo tanto

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} \quad \tau_{yz} = \tau_{zy} \quad \tau_{zx} = \tau_{xz}$$

(Shigley, 1985, pág. 32) Menciona que “Los esfuerzos normales dirigidos hacia afuera de elemento se consideran positivos y son de tensión. Los cortantes son positivos si actúan en la dirección positiva de un eje de referencia. El primer subíndice de una componente de esfuerzo cortante indica el eje coordenado, que es perpendicular a la cara del elemento; el segundo indica el eje de coordenadas paralelo a la dicha componente. Las caras negativas del elemento tendrán esfuerzos cortantes que actúan en dirección opuesta, pero también se les considera positivos”.

La figura 17b muestra un estado de esfuerzo plano o biaxial, que es lo más usual. En este caso solo los esfuerzos normales se trataran como positivos o negativos.

2.5.2. Esfuerzos directos.

(Robert L. Mott, 2006) Menciona que “Se puede definir el esfuerzo como l resistencia interna que ofrece una unidad de área de un material contra una carga externa aplicada. Los esfuerzos normales (σ) son de tensión (positivos) o de compresión (negativos). Para un elemento portátil en el que la carga externa esta uniformemente distribuida través de su área de sección transversal, se calcula la magnitud del esfuerzo” pág. 90.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

σ = Esfuerzo de tensión

F = Fuerza

A = Área

2.5.3. Torsión

(Norton, 2011). “Cuando los elementos se cargan con un momento respecto a su eje longitudinal, se dice que están en torsión y, por consiguiente, el momento aplicado se llama torque. Esta situación

es común en ejes de transmisión de potencia, en tornillos y en cualquier situación donde el vector del momento aplicado sea paralelo al eje largo de una pieza, en vez del transversal, como en el caso de la flexión. Muchas piezas de máquinas tienen cargas combinadas de torques y momentos de flexión” pág. 107.

2.5.4. Secciones circulares

Un elemento diferencial tomado de cualquier parte de la superficie exterior se cortara con una carga de torque. El esfuerzo es cortante puro, y varía desde cero en el centro hasta un máximo en el radio exterior, como se muestra en la figura 19b.

$$\tau = \frac{T\rho}{J} \quad \text{Ec. 2}$$

τ = Esfuerzo cortante puro

T = Torque aplicado

ρ = Radio en cualquier punto

J = Momento de inercia

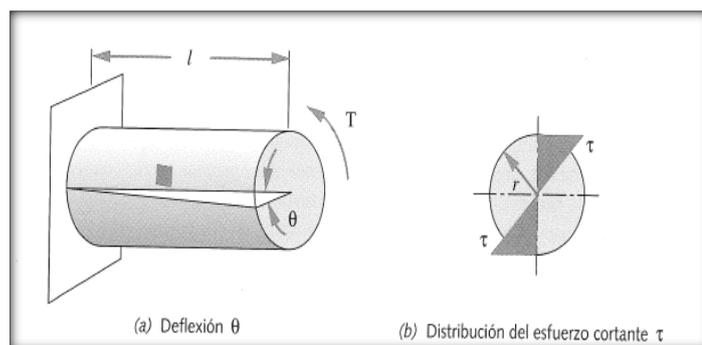


Figura No. 18. Diagramas de deflexión y distribución del esfuerzo cortante

Fuente: (Norton, 2011)

2.6. Pruebas que se realizan en el banco a la bomba rotativa CAV de tipo DPA.

El proceso de las pruebas y calibraciones de la bomba es efectuar los ajustes antes de instalar la bomba en el motor, lo cual asegura un rendimiento del motor dentro de las especificaciones. La calibración en el banco de pruebas nos ahorrara mucho tiempo.

Las bombas de inyección rotativa son sometidas a las siguientes pruebas:

2.6.1. Marcha inicial.

Suministrar combustible que servirá como lubricante para la calibración a la entrada de la bomba e iniciar la prueba.

Poner en marcha la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA a 100 rpm, hasta observar que el combustible empiece a salir por todas las cañerías por el extremo de las boquillas.

Apretar los pernos de las cañerías, constatar que exista una presión en la bomba de transferencia. Poner en marcha la bomba a una velocidad limite, en este caso puede ser 500 rpm, cuidadosamente revisar todas las fugas externas, podemos dejar a una cierta velocidad por unos minutos, motivo por el cual necesitamos que la bomba se caliente y de igual manera se purgue el aire del sistema.

2.6.2. Presión de la bomba de transferencia.

Instalar la cañería hacia el manómetro de presión de transferencia que se encuentra en el banco de pruebas, instalado en lugar del tornillo de cierre con cabeza perforada.

Poner en marcha la bomba a la velocidad señalada en el plan de pruebas (todas son velocidad de la bomba) para el ajuste de la presión de transferencia.

Si la presión es incorrecta, ajustar en ciertas bombas cambiando la tapa de la chumacera de la placa terminal. En otras bombas, girar el ajustador de la presión de transferencia hacia a dentro o hacia afuera como se requiera (hacia adentro mayor presión; hacia afuera menor presión.) es mejor ajustar la presión hacia los valores superiores d las especificaciones.

2.6.3. Variador e avance

Para verificar el avance, instalar el calibrador a la bomba, poner el indicador en cero y colocar en marcha la bomba a la velocidad de la posición de avance que aparece en las tablas de calibración. Si el avance es incorrecto, se debe ajustar de la siguiente manera.

El avance de velocidad se agrega o se quita calzas entre el pistón y la tapa del resorte. En cuanto a avance de carga se procede a manipular la palanca de cierre ajustada como se indica en la hoja de calibración, ajustar con el tornillo excéntrico colocado en la parte posterior de la tapa del gobernador.

2.6.4. Entrega máxima de combustible.

Poner en marcha la bomba a la velocidad indicada en la hoja de calibración, o en la placa.

Comprobar la entrega de combustible a estrangulador pleno.

Medir el volumen de combustible reunido durante 200 carreras con el contador del banco de pruebas Bosch EPS 815 en la verificación de entrega de combustible en el caso de las bombas de inyección CAV de tipo DPA son

con las carreras ya mencionadas, si la entrega de combustible es incorrecta ajustar de la siguiente manera.

En este caso como la bomba tiene el ajuste interno, quitar la tapa lateral de inspección. Girar la bomba hasta que la ranura de la placa de ajuste este visible, aflojar los dos tornillos de la placa impulsora. Mover la placa de ajuste hasta lograr la cantidad apropiada de combustible. La dirección en que se gira la placa impulsora para subir o bajar la salida depende del tipo de placa de ajuste utilizada.

2.6.5. Verificación de entrega de combustible en el arranque.

Esta prueba determina la condición del cabezal hidráulico, el rotor que es crítica para el funcionamiento de la bomba.

Poner en marcha la bomba con el estrangulador en la posición totalmente abierta a 100 rpm y comprobar la entrega. Si la cantidad de combustible es insuficiente, cambiar la cabeza hidráulica y el rotor. Cualquier entrega igual o superior a la cantidad requerida es aceptable.

2.6.6. Operación de corte.

Poner en marcha la bomba de inyección a la velocidad requerida y mover la palanca de corte a la posición "OFF". Detener la entrega de combustible.

2.6.7. Comprobación del resorte del gobernador.

Son tres las rpm indicadas para el ajuste de las pruebas en la tapa del gobernador.

Poner en marcha la bomba a las primeras rpm indicadas y anotar solo la entrega. A continuación, poner en marcha a las segundas rpm y ajustar el

tornillo de velocidad máxima para lograr una entrega promedio de 2.0 cc. Regresar a las primeras rpm y volver a revisar la entrega. Deberá ser la misma, o 0.4 cc por debajo de la entrega que se anotó en la prueba con las primeras rpm.

Si la entrega es demasiado baja, cambiar el resorte del gobernador.

2.6.8. Verificación de la velocidad máxima.

Es el momento que podemos abastecer el caudal suficiente para su óptimo desempeño, se ajusta mediante una palanca.

Poner en marcha la bomba a la mitad de la velocidad anotada en su placa (o revisar el plan de calibración) y ajustar el tornillo de velocidad máxima para que de 2.0 cc de entrega. Apretar el tornillo tope y el sello.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE ACOPLES Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815.

3.1. Introducción de la propuesta.

La propuesta a considerar luego del análisis e investigación de los materiales para la fabricación de los acoples que se van a utilizar en la calibración de bombas de inyección DPA debe ajustarse a ciertos parámetros de aplicación, los cuales son seleccionados según su condición de trabajo.

En la actualidad existe una demanda de vehículos a diésel, lo que hay que tomar en cuenta, el mantenimiento de los componentes auxiliares que depende el motor, en este caso las bombas de inyección.

El mantenimiento de las bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA solo lo realizan los laboratorios diésel con su respectivo personal calificado lo que origina que los costos sean elevados si se toma en cuenta que este trabajo de calibración se realiza con una precisión muy elevada.

Para realizar el mantenimiento de las bombas de inyección se requiere de herramientas especiales, que permitan un desarmado, armado, y la comprobación en el banco de pruebas Bosch EPS 815, el cual debe ajustar a diferentes parámetros de funcionalidad:

Facilitar los diferentes acoples y accesorios para las calibraciones respectivas que posee las bombas de inyección.

- Realizar pruebas de calibración en el banco como son: ajuste de la presión de transferencia, ajuste del variador de avance de la inyección, ajuste de la velocidad de corte, ajuste del suministro máximo, verificación del suministro en ralentí, verificación del caudal de arranque.
- El procedimiento de calibración de bombas de inyección, comandado por el banco de pruebas de forma automática con selección manual.
- Los acopes quedan establecidas en el diseño, considerando los factores críticos de operación, resistencia y calidad de los materiales empleados para asegurar su correcto desempeño y durabilidad.
- La aplicación del software para la fabricación de los acopes frente a las elevadas exigencias que mantiene el procedimiento de calibración de bombas de inyección.

3.2. Diseño Mecánico

Los acoples y accesorios para la calibración de bombas de inyección diésel es construida sobre las consideraciones mecánicas para la selección y diseño de los componentes que utilizaremos independientemente previo al trabajo a realizar.

3.3. Descripción de los Componentes

Los diferentes acoples y accesorios que utilizaremos se muestra a continuación con una pequeña descripción de su funcionamiento como datos previos para la aplicación de diseño.

Tabla No. 4.

Descripción de componentes.

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
Acople cónico	Trasmite el movimiento del banco de pruebas a la bomba de inyección, se coloca haciendo coincidir el estriado del acople con el estriado del eje de la

CONTINÚA →

COMPONENTES	DESCRIPCIÓN
	bomba. Considerando la potencia del motor de 10.2 kW y velocidad de giro de prueba de hasta 1500 rpm.
Brida	Se coloca en la bomba para comprimir las vibraciones y va soportado con tres pernos de ajuste.
Cañerías de alta presión	Estas cañerías son las que transmiten el fluido a los inyectores y soportan la presión máxima del sistema, ya que el paso del fluido puede alcanzar hasta 1200 bares.
Tuerca excéntrica	Para el despiece de cabezal y el rotor de alimentación.
Perno para el variador de avance	Permite retirar el perno con forma de rotula que sujeta el aro de levas.
Herramientas de ajuste	Las herramientas sirven para desarmar y armar la bomba en general de la bomba de inyección.
Herramienta de impacto	Esta herramienta sirve para sacar los acoples con pequeños golpes.

3.4. Parámetros de diseño

Partiendo de las especificaciones técnicas que tienen equipos semejantes existentes en el mercado y tomando en cuenta, que el banco de pruebas trabaja con un motor que tiene una potencia constante de 10.2 kW, o 13,68 Hp.

Potencia del motor de corriente alterna = 13.6 hp, 10200 W.

Velocidad nominal de giro del motor = 1500 rpm (157.08 rad/s)

Tipo de bomba rotativa de inyección = bomba rotativa tipo DPA.

3.4.1. Coeficiente de confianza o factores de diseño.

(Robert L. Mott, 2006) “El termino factor de diseño, N, es un medida de la seguridad relativa de un componente bajo la acción de una carga. En la mayor parte de los casos, la resistencia del material con que se fabricara el componente se divide entre el factor de diseño para determinar un esfuerzo de diseño, que a veces se llama esfuerzo admisible o esfuerzo permisible. Entonces el esfuerzo real que se desarrolla en el componente debe ser menor que el esfuerzo de diseño” pág. 185.

Tabla No. 5.**Especificaciones para elegir el factor de diseño**

Factor de diseño (N)	Aplicación
1.25 a 2.0	El diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.
2.0 a 2.5	Diseño de elementos de maquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño.
2.5 a 4.0	Diseño de estructuras estáticas o elementos de maquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.
4.0 o mas	Diseño de estructuras estáticas o elementos de maquina bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos.
3.0 a 4.0	Diseño de estructuras bajo cargas estáticas donde haya un alto grado de confianza en todo los datos de diseño.
4.0 a 8.0	Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre acerca de cargas.

El valor del factor de seguridad se toma en función de la tabla, donde se indica el trabajo al que van a estar sometidos los elementos de la máquina, En función de estos parámetros y del fundamento teórico, se procede con el diseño y la selección de los diferentes componentes y accesorios del banco de pruebas.

Factor de seguridad mínimo requerido= 1.25

3.4.2. Determinación de las cargas.

Bajo la primera condición de ralentí, el banco de pruebas gira a una velocidad de 590 rpm, y genera un torque constante de 164 Nm, y en la condición más crítica con una velocidad de giro de 2500 rpm, genera un torque de 38 Nm.

3.5. Torque transmitido por el motor.

El torque que transmite el motor viene dado por:

$$Tm = \frac{Pot M}{\omega_m}$$

Ec. 3

Pot M = Potencia del motor

W = Velocidad nominal de giro

$$Tm = \frac{10200 Nm/s}{157.08 rad/s}$$

$$Tm = 64.93 N * m$$

Para estos valores se toma en cuenta la masa de cada elemento, que multiplicado por la gravedad se obtiene el peso del elemento.

3.6 Diseño y función de acoples.

3.6.1. Diseño del acople mandril – bomba.

Su función es transmitir el movimiento del banco de pruebas a la bomba de inyección, se coloca haciendo coincidir el estriado del acople con el estriado del eje de la bomba ya que los mismos solo pueden ser acoplados en una sola posición.

La mejor elección para maquinar el acople cónico que une la bomba de inyección con el mandril es utilizar Acero, disponible en el mercado y se ajusta a la geometría de la base de la bomba, el acero, consta de una aleación AISI 1010, barra de acero laminado en caliente.

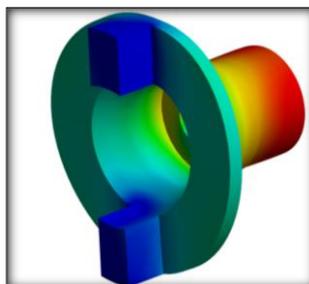


Figura No. 19. Acople cónico

3.6.2. Modelado del acople mandril- bomba

Tomando en cuenta la función que desempeña el acople en el banco de pruebas en la unión del mandril con la base de la bomba se trata de tomar una condición cónica que se une a una brida, la misma debe ajustarse los diferentes diámetros que tengan las bombas de inyección Rotativa CAV de tipo DPA, se modela en SolidWorks el acople Motor – Bomba con la geometría mostrada anteriormente.

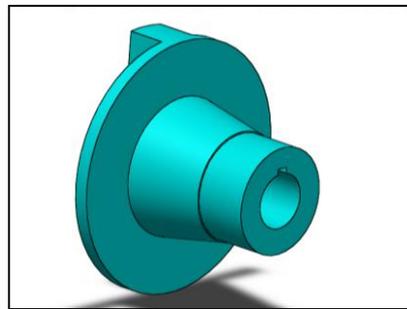


Figura No. 20. Modelado acople bomba- mandril

Fuente: Solid Works 2014.

Una vez modelado el acople bomba- mandril, en el programa se ejecuta el análisis de esfuerzos, siguiendo la secuencia para la comprobación por elementos finitos, en el módulo SolidWorks Simulation.

3.6.3. Simulación del análisis - acople con solid works - simulation.

A continuación, el acople debe ser sometido a situaciones de esfuerzos y cargas a las que está establecida en una realidad para lo cual se realiza un estudio previo de las consideraciones a tomar.

3.6.4. Tipo de estudio y consideraciones a realizar

Para el caso se procede con un estudio de tipo cuasi-estático que significa que la unidad en estudio es estable.

a. Procedimiento

Activamos en los complemento la opción SIMULATION, para el análisis de esfuerzos y cargas.

Seleccionamos la opción de ASESOR DE ESTUDIO, nuevo estudio y de tipo Estático.

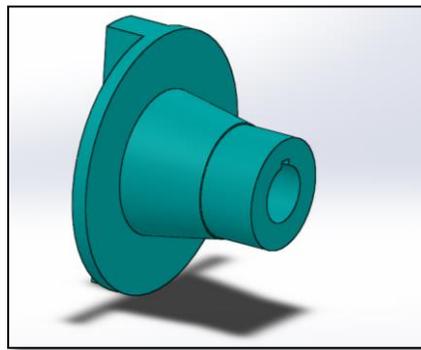


Figura No. 21. Simulación estudio de tipo estático

3.6.5. Tipos de juntas, uniones.

Consideración.

Se refieren al tipo de unión entre los elementos de máquinas deben ser compactos, no debe existir ningún tipo de abertura, ya que esto no permitiría el mallado del acople, el programa considera la unión como soldada.

a. Procedimiento.

En la ventana del nuevo estudio seleccionar la opción GRUPO DE JUNTAS opción editar y escoger CALCULAR.

b.1 Sujeciones.

Consideraciones.

Tomando en cuenta que el acople es de forma rígida los apoyos serán considerados como fijos tanto en traslación como en rotación, con los seis grados de libertad restringidos, con la finalidad simular la condición de empotramiento perfecto.

3.6.6. Asignación de cargas en el acople.

Consideración.

Para el diseño del acople, se han tomado en cuenta las cargas de carácter dinámico, que es torque que genera el motor para el movimiento del mandril del banco de pruebas, Carga de Giro con un valor de 64.93 N-m.

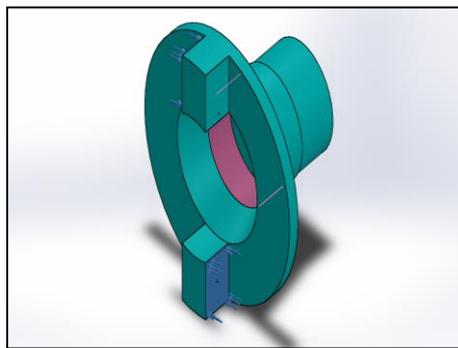


Figura No. 22. Asignación de cargas en el acople

3.6.7. Materiales:

Tomando en cuenta el torque que transmite el motor, este elemento se fabricara con un material de acero AISI 1010 cuyas propiedades mecánicas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla No. 6.**Propiedades del acero AISI 1010**

Propiedades Aleación de ACERO	RESISTENCIA A LA FLUENCIA	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	DENSIDAD
ACERO AISI 1010.	180 MPa	325 Mpa	7870 kg/m ³

Ya ejecutado el estudio por defecto el programa permite visualizar el análisis de tensiones y flexión más alta, el cual se encuentra bajo el criterio de fallo de Von Mises, también se puede visualizar el análisis de desplazamientos (URES), y el análisis del factor de seguridad.

3.6.8. Filosofía de un diseño seguro.

Se debe comprender las diversas y eventuales fallas de los componentes bajo las cargas, para determinar un diseño que garantice que no va a fallar.

Los factores que intervienen son: la naturaleza de la carga, (estática, repetida, invertida o fluctuante), el tipo de material (dúctil o frágil) y la cantidad de actividad de diseño y análisis que se puede justificar con la naturaleza del componente o producto que se diseñe.

3.6.9. Métodos de predicción de fallas.

Esfuerzo normal máximo: empleado en esfuerzo estático uniaxial en materiales frágiles.

Resistencia de fluencia: empleado en esfuerzo estático uniaxial en materiales dúctiles.

Esfuerzo cortante máximo: empleado en esfuerzo estático biaxial en materiales dúctiles (moderadamente conservador).

Energía de distorsión: empleado en esfuerzo biaxial o triaxial en materiales dúctiles (buen método).

Gerber: empleado en esfuerzo fluctuante en materiales dúctiles (buen método).

3.6.10. Resultados del análisis.

Mediante el cálculo computacional se determina el tipo de carga a que se encuentra sometido el cuerpo, sea de tipo normal, cortante o combinado, en que se muestra el valor del punto que tiene mayor esfuerzo es decir tiene la condición más crítica dando un valor mínimo de 0 y un máximo de 0,042687 (mm).

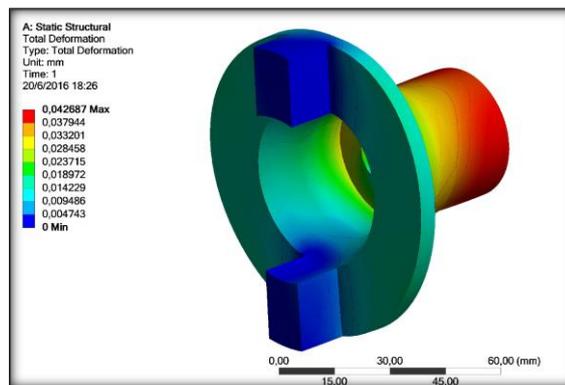


Figura No. 23. Esfuerzo de corte

En el siguiente análisis se muestra el valor de la deformación total que presenta la figura estructural bajo la situación de cargas establecidas con un mínimo de -93,79 y un máximo de 521,46 (Mpa).

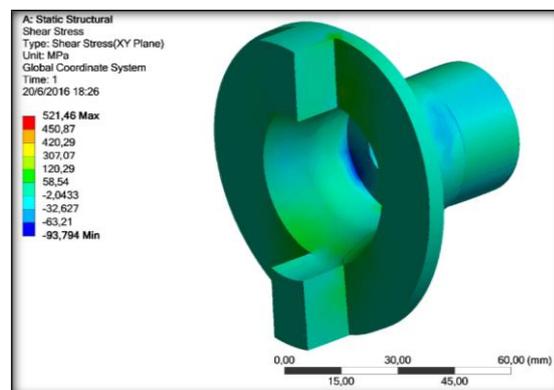


Figura No. 24. Deformación total

Mediante el análisis permite visualizar el factor de diseño (factor de seguridad) que representa la medida de la seguridad relativa del elemento bajo la acción de una carga el cual no da un mínimo de 2,6614 y un máximo de 15.

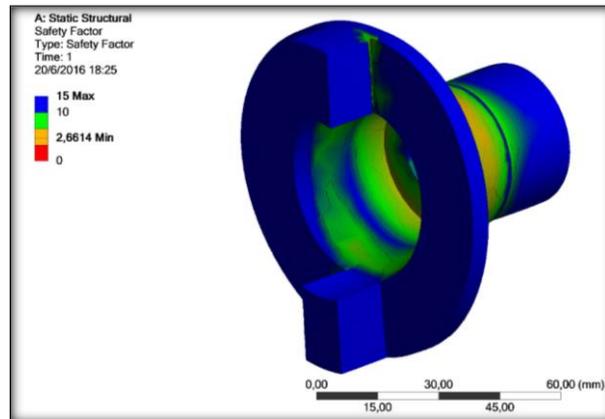


Figura No. 25. Base cónica factor de seguridad

Bajo estos resultados, se establece que el acople no se deforma, en la acción de la carga, y su factor de diseño satisface la condición establecida es de un valor de 2.66, que indica que el diseño del acople es aceptable.

3.7. Cálculos para el diseño del acople cónico.

En este caso se determina que el acople cónico se encuentra sometido a cortante puro por la acción de una componente de carga que actúa sobre los dientes acopladores, también a cortante por efecto de la carga de torsión.

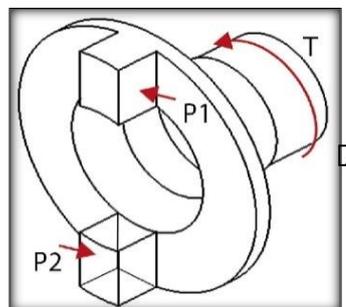


Figura No. 26. Análisis de cargas

Dónde:

$$T_1 = 580 \text{ (Nm)}$$

Los puntos de aplicación de la carga se encuentran ubicado según el diámetro indicado en el gráfico.

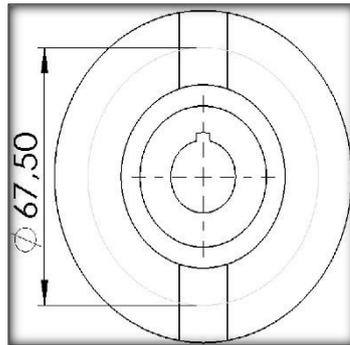


Figura No. 27. Radio entre los puntos de cargas

Los valores se encuentran de la siguiente manera:

$$r = \frac{67.50}{2} \text{ (mm)}$$

$$rm = \frac{r}{1000} \text{ (m)}$$

En donde:

T = Torsión

P = peso

r = radio

A = área

τ = torsion de corte

J = inercia

Rmax= radio máximo

Rmin= radio mínimo

n =factor de seguridad

$$T1, P1 * rm, P1$$

El valor de P1:

$$P1 = 17185,2 \text{ (N)}$$

El área correspondiente a la acción de la carga P será:

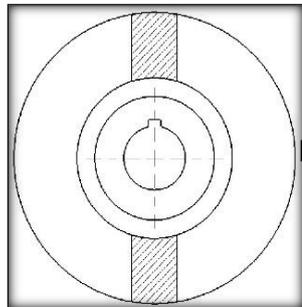


Figura No. 28. Área entre la acción de las cargas

Las propiedades de la sección de las caras seleccionadas de la base cónica son:

$$Area = 275,19 \text{ (mm}^2\text{)}$$

El centro de gravedad con relación al origen del sistema de coordenadas de salida: (milímetros).

$$X = 0.00$$

$$Y = 33.48$$

$$Z = 14.00$$

Los momentos de inercia, del área en el centro de gravedad: (mm^4).

$$\begin{array}{lll}
 L_{xx} = 8877,58 & L_{xy} = 0.00 & L_{xz} = 0.00 \\
 L_{yx} = 0.00 & L_{yy} = 4523,63 & L_{yz} = 0.00 \\
 L_{zx} = 0.00 & L_{zy} = 0.00 & L_{zz} = 13401,21
 \end{array}$$

El momento polar de inercia del área en el centro de gravedad = $13401,21 \text{ mm}^4$

El ángulo entre los ejes principales y ejes de pieza = 90.00°

Los momentos principales de inercia del área en el centro de gravedad: (mm^4)

$$\begin{array}{l}
 I_x = 4523,63 \\
 I_y = 8877,58
 \end{array}$$

Los momentos de inercia del área en el sistema de coordenadas de salida:
(mm^4)

$$\begin{array}{lll}
 L_{xx} = 371306,09 & L_{xy} = 0.00 & L_{xz} = 0.00 \\
 L_{yx} = 0.00 & L_{yy} = 58460,46 & L_{yz} = 128992,50 \\
 L_{zx} = 0.00 & L_{zy} = 128992,50 & L_{zz} = 321892,88
 \end{array}$$

$$A = 275,19 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$A_m = \frac{A}{(1000)^2} \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\tau = \frac{P1}{A_m} * \frac{1}{1000000} \text{ (Pa)}$$

$$\tau = 62,44 \text{ Pa}$$

En el caso de la carga por torsión se tomaran dos ejemplos de aplicación, una en la sección mayor de la pieza y otra en la sección menor, siendo esta ultima la más crítica al momento del trabajo de la pieza, sin embargo resulta interesante establecer la diferencia entre las dos áreas mencionadas.

Área grande del acople cónico:

$$R_{max1} = 43,50 * \left(\frac{1}{1000}\right) (m)$$

$$R_{min1} = 24 * \left(\frac{1}{1000}\right) (m)$$

$$J1 = \left(\frac{\pi I}{2}\right) (R_{max}^4 - R_{min}^4) m^4$$

$$J1 = 5,10326 * 10^{-6} m^4$$

$$C1 = 43,50 * \left(\frac{1}{1000}\right) (m)$$

$$\tau1 = \left(\frac{T1 * C1}{J1}\right)$$

$$\tau1 = 4.9439 * 10^6 MPa$$

$$\tau1 MPa = \left(\frac{\tau1}{1000000}\right) (MPa)$$

$$\tau1 = 4,69 MPa$$

Área pequeña del acople cónico.

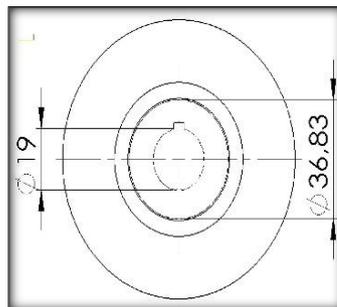


Figura No. 29. Análisis del área pequeña

$$R_{max2} = \frac{36,83}{2} * \left(\frac{1}{1000}\right) (m)$$

$$R_{min2} = \frac{19}{2} * \left(\frac{1}{1000}\right) (m)$$

$$C2 = \frac{36,83}{2} * \left(\frac{1}{1000}\right) (m)$$

$$J2 = \left(\frac{Pi}{2}\right) (Rmax^4 - Rmin^4) N (m^4)$$

$$J = 1,67843 * 10^{-7} m^4$$

$$\tau2 = \left(\frac{T1 * C2}{J2}\right)$$

$$\tau2 = 6,36351 * 10^7 MPa$$

$$\tau2MPa = \left(\frac{\tau2}{1000000}\right) (MPa)$$

$$\tau2 = 63,6351MPa$$

Aplique la teoría del esfuerzo cortante:

$$Sy = 180 ; (MPa)$$

$$n = \left(\frac{Sy}{\tau2MPa}\right)$$

$$n = 2.82863$$

El valor numérico n representa el factor de seguridad el cual se encuentra en el rango con el elemento comprobado en el programa.

3.8. Diseño de acople brida.

3.8.1. Diseño de acople brida

La función principal es soportar la bomba de inyección con el banco de pruebas EPS 815, la cual va sujeta en el soporte del banco.

Como se define anteriormente, la mejor elección para maquinarse la brida que une la bomba de inyección es utilizar acero, disponible en el mercado,

consta de una aleación AISI 1010, de una barra de acero laminado en caliente.

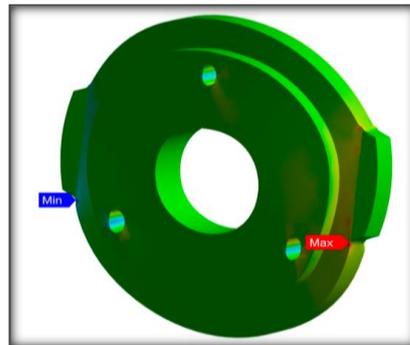


Figura No. 30. Acople brida

3.8.2. Modelado del Acople brida.

Tomando en cuenta la función que desempeña la brida en el banco de pruebas, se definió, la geometría utilizando para unir al banco, y adaptando en sus tres esquinas ranuras en las cuales, se puede desplazar la bomba para ajustar, a la medida requerida, como se trata de una brida que servirá para alojar a varias bombas rotativas de este tipo.

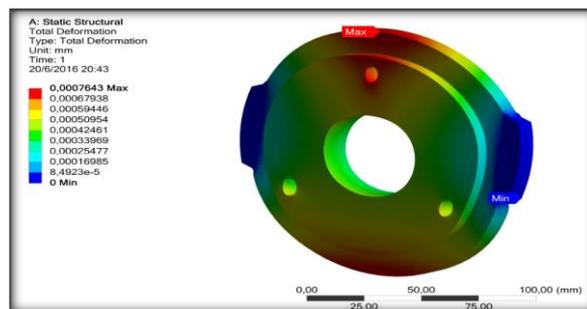


Figura No. 31. Modelado acople brida

Una vez modelado el acople BRIDA, en SolidWorks y analizado en ANSYS se ejecuta el análisis de esfuerzos, siguiendo la secuencia para la comprobación por elementos finitos.

3.8.3. Simulación del análisis - acople con solid works - simulation.

A continuación, el acople debe ser sometido a situaciones de esfuerzos y cargas a las que está establecida en una realidad para lo cual se realiza un estudio previo de las consideraciones a tomar.

3.8.4. Tipo de estudio y consideraciones a realizar.

Para el caso se procede con un estudio de tipo cuasi-estático que significa que la unidad en estudio es estable.

b. Procedimiento

Activamos en los complemento la opción SIMULATION, para el análisis de esfuerzos y cargas.

Seleccionamos la opción de ASESOR DE ESTUDIO, nuevo estudio y de tipo Estático.

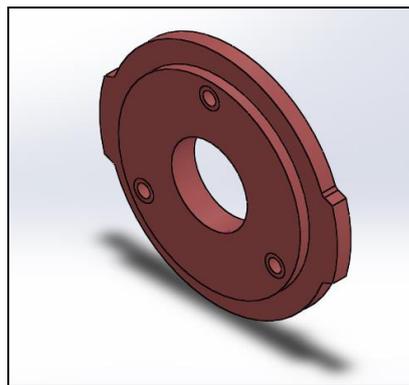


Figura No. 32. Simulación, estudio de tipo estático

3.8.5. Tipos de juntas, uniones.

Consideración.

Se refieren al tipo de unión entre los elementos de máquinas deben ser compactos, no debe existir ningún tipo de abertura, ya que esto no permitiría el mallado del acople, el programa considera la unión como soldada.

c. Procedimiento.

En la ventana del nuevo estudio seleccionamos la opción GRUPO DE JUNTAS escogemos la opción editar y escogemos CALCULAR.

b.1 Sujeciones.

Consideraciones.

Tomando en cuenta que el acople es de forma rígida los apoyos serán considerados como fijos tanto en traslación como en rotación, con los seis grados de libertad restringidos, con la finalidad de simular la condición de empotramiento perfecto. En el caso se considera como fijos a las perforaciones donde se alojan los pernos que unen la brida con la bomba rotativa CV de tipo DPA.

3.8.6. Asignación de cargas en el acople.

Consideración.

Para el diseño de la Brida se han tomado en cuenta las cargas de carácter dinámico, es decir el torque generado por el motor para el movimiento del mandril del banco de pruebas, la carga de Giro con un valor de 64.93 N-m.

Y además se toma en consideración el torque de apriete en cada uno de los pernos con un valor de 120 N. en cada cara respectivamente.

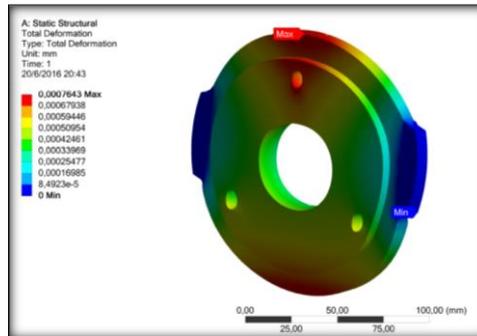


Figura No. 33. Asignación de cargas en la brida

Materiales:

Tomando en cuenta el torque que transmite el motor, este elemento se fabricara con un material de acero AISI 1010 cuyas propiedades mecánicas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla No. 7,

Propiedades del acero AISI 1010

Propiedades Aleación de ACERO	RESISTENCIA A LA FLUENCIA	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	DENSIDAD
ACERO AISI 1010.	180 Mpa	325 Mpa	7870 kg/m3

Ya ejecutado el estudio por defecto el programa permite visualizar el análisis de tensiones y flexión más alta, el cual se encuentra bajo el criterio de fallo de Von Mises, también se puede visualizar el análisis de desplazamientos (URES), y el análisis del factor de seguridad.

3.8.7. Filosofía de un diseño seguro.

Se debe comprender las diversas y eventuales fallas de los componentes bajo las cargas, para determinar un diseño que garantice que no va a fallar.

Los factores que intervienen son: la naturaleza de la carga, (estática, repetida, invertida o fluctuante), el tipo de material (dúctil o frágil) y la cantidad de actividad de diseño y análisis que se puede justificar con la naturaleza del componente o producto que se diseña.

3.8.8. Métodos de predicción de fallas.

Esfuerzo normal máximo: empleado en esfuerzo estático uniaxial en materiales frágiles.

Resistencia de fluencia: empleado en esfuerzo estático uniaxial en materiales dúctiles.

Esfuerzo cortante máximo: empleado en esfuerzo estático biaxial en materiales dúctiles (moderadamente conservador).

Energía de distorsión: empleado en esfuerzo biaxial o triaxial en materiales dúctiles (buen método).

Gerber: empleado en esfuerzo fluctuante en materiales dúctiles (buen método).

3.8.9. Resultados del análisis.

Permite ver el tipo de carga que está sometido el cuerpo, sea esta de tipo normal, cortante o combinado, en que se muestra el valor del punto que tiene mayor esfuerzo es decir tiene la condición más crítica.

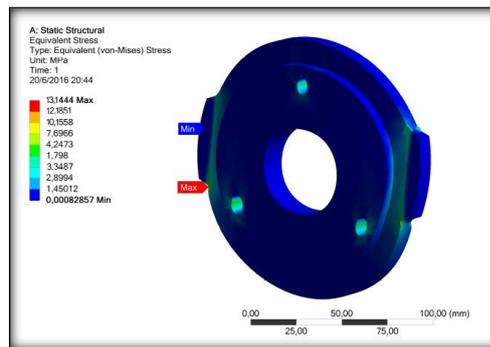


Figura No. 34. Criterio de fallo - Tensión de Von Mises

Con el análisis se muestra el valor de la deformación máxima que presenta el miembro estructural bajo la situación de cargas establecidas.

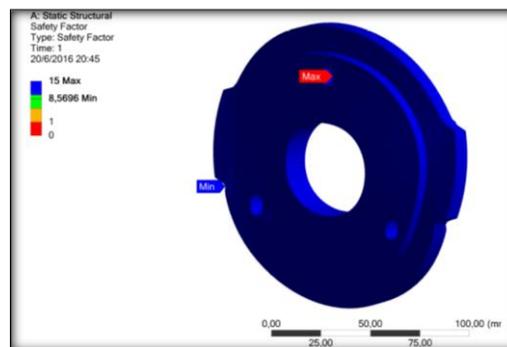


Figura No. 35. Brida - desplazamientos

Mediante el análisis permite visualizar el factor de seguridad que representa la medida de la seguridad relativa de un componente bajo la acción de una carga.

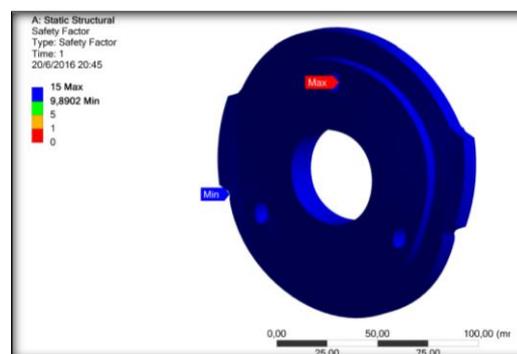


Figura No. 36. Brida - Factor de seguridad

Bajo estos resultados, se establece que la Brida no se deforma, bajo la acción de la carga, y su factor de diseño satisface la condición establecida es de un valor de 8.5696, que indica que el diseño del acople es aceptable.

Se requiere validar el diseño de la brida a vibración, dado que en su trabajo normal puede generarse este fenómeno físico. Mediante el software ANSYS permite con sus dos módulos de estudio: MODAL Y HARMONIC RESPONSE, determinar el factor de diseño a carga de vibración.

A continuación se representa el peor caso del estudio modal.

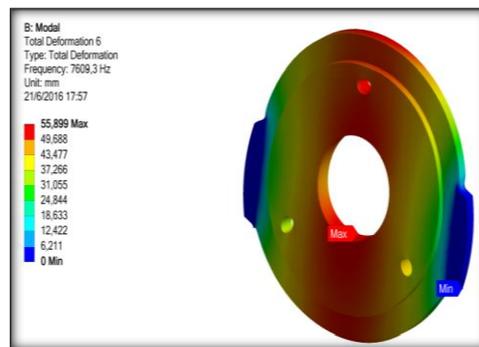


Figura No. 37. Simulación mediante deformación

La respuesta del esfuerzo de von mises obtenida a través del módulo armónico el cual se basa a su vez en los resultados del anterior estudio modal es:

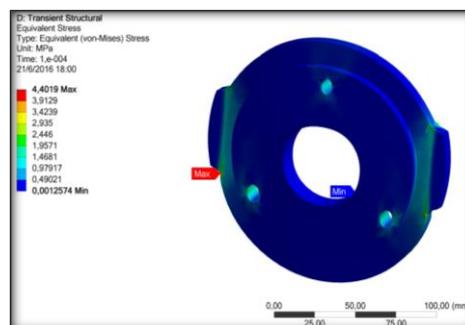


Figura No. 38. Simulación a vibración

Por tanto:

$$\sigma_{vibracional} = 4,40 * 10^6 \text{ (MPa)}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{vibracional}}$$

$$n = 2,72727$$

El factor de seguridad después del análisis de vibración se observa que es de 2,7272, el cual se encuentra entre el rango.

3.9. Cálculos teóricos para el diseño del acople-brida.

Se conoce el peor caso de carga de soporte esto se da cuando la bomba montada tiene un peso de 40 Kg.

En donde:

P_b = peso de la bomba

σ = Esfuerzo principal

τ = esfuerzo de corte

$$P_b = 40 \text{ (Kg)}$$

$$P_b N = P_b * 9.8 \text{ (N)}$$

$$P_b N = 392 \text{ N}$$

El planteamiento del diagrama de carga es el siguiente:

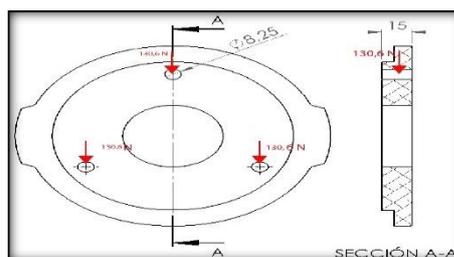


Figura No. 39. Diagrama de carga en la brida

Dónde:

$$a = 8,25 * \frac{1}{1000} \text{ (m)}$$

$$b = 15 * \frac{1}{1000} \text{ (m)}$$

$$PbN1 = \frac{PbN}{3} \text{ (N)}$$

$$PbN1 = 130,667 \text{ N}$$

$$\sigma_b = \frac{PbN1}{b*a} \text{ (Pa)}$$

$$\sigma = 1.05589 * 10^6 \text{ Pa}$$

El esfuerzo de corte en las secciones sujetas del soporte será los datos siguientes:

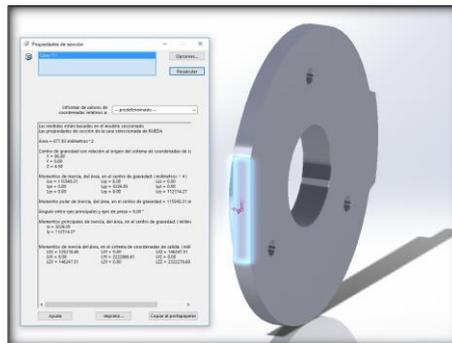


Figura No. 40. Datos para el esfuerzo de corte

$$PbN2 = \frac{PbN}{2}$$

$$PbN2 = 196 \text{ N}$$

$$A_o = 477,93 * \frac{1}{(1000)^2} \text{ (m)}^2$$

$$A_o = 0,00047793 \text{ (m)}^2$$

$$\tau = \frac{PbN2}{A_o} \text{ (Pa)}$$

$$\tau = 410102 \text{ Pa}$$

El esfuerzo principal será:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_b}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_b}{2}\right)^2 + r^2}$$

$$\sigma_1 = 1,19646 * 10^6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_b}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_b}{2}\right)^2 + r^2}$$

$$\sigma_1 = -140568 \text{ N/mm}^2$$

Aplicando la teoría de von mises:

$$S_y = 1,2 * 10^7 ; (\text{los datos escogidos se refieren al material})$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_1}$$

$$n = 10,0296$$

Mediante los cálculos podemos observar que el factor de seguridad para el acople-brida se encuentra en el rango motivo por el cual se puede diseñar el elemento.

3.10. Diseño de cañerías de alta presión.

3.10.1. Diseño de cañerías de alta presión.

Este elemento es el encargado de transportar el diésel ya presurizado por la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA hacia los inyectores.

Como se definió en la sección anterior, la operación de las válvulas de presurización, es la de mantener los tubos de la inyección llenos de combustible para la siguiente inyección con una presión de 285 – 450 lb/pul².

Bajo esta condición de presión constante, que se tiene a lo largo de la cañería, de alta presión se realiza el análisis de presión y el torque aplicado en las tuercas que se acoplan a cada sección respectivamente en la parte inicial a la salida de la bomba de inyección, en un extremo y el otro al acople del inyector.



Figura No. 41. Cañerías de alta presión

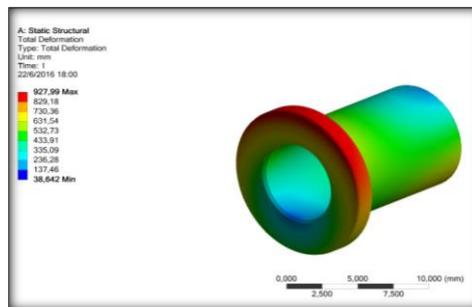


Figura No. 42. Pernos de sujeción en las cañerías

3.10.2. Modelado de cañerías.

Tomando en cuenta la función que desempeña las cañerías en el banco de pruebas, se definió, la geometría utilizando la base de la bomba, y adaptando en los acoples las cañerías y los acoples con un torque especificado, para que el combustible se distribuya a lo largo de los conductos hacia los inyectores.

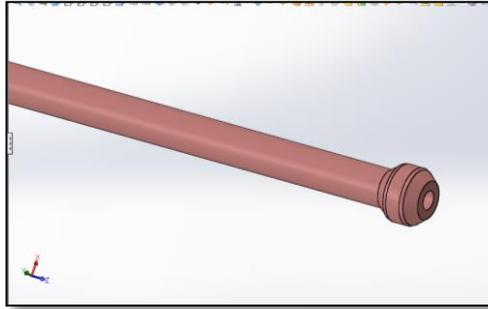


Figura No. 43. Modelado - cañería

Una vez modelado el acople CAÑERÍA, en SolidWorks se ejecuta el análisis de esfuerzos, siguiendo la secuencia para la comprobación por elementos finitos, en el módulo SolidWorks Simulation, y analizar en una situación de análisis cuasi estático.

3.10.3. Simulación del análisis - cañerías con solid works - simulation.

A continuación, el acople debe ser sometido a situaciones de esfuerzos y cargas a las que está establecida en una realidad para lo cual se realiza un estudio previo de las consideraciones a tomar.

3.10.4. Tipo de estudio y consideraciones a realizar.

Para el caso se procede con un estudio de tipo cuasi-estático que significa que la unidad en estudio es estable.

d. Procedimiento

Activamos en los complemento la opción SIMULATION, para el análisis de esfuerzos y cargas.

Seleccionamos la opción de ASESOR DE ESTUDIO, nuevo estudio y de tipo estático.

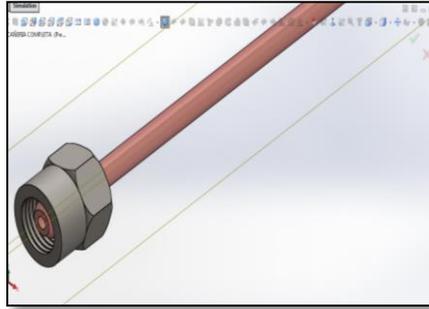


Figura No. 44. Simulación, estudio de tipo estático

3.10.5. Tipos de juntas, uniones.

Consideración.

Se refieren al tipo de unión entre los elementos de máquinas deben ser compactos, no debe existir ningún tipo de abertura, ya que esto no permitiría el mallado del acople, el programa considera la unión como soldada.

e. Procedimiento.

En la ventana del nuevo estudio seleccionamos la opción GRUPO DE JUNTAS escogemos la opción editar y escogemos CALCULAR.

b.1 Sujeciones.

Consideraciones.

Tomando en cuenta que las cañerías son de forma rígida, serán considerados como fijos tanto en traslación como en rotación, con los seis grados de libertad restringidos, con la finalidad de simular la condición de empotramiento perfecto. En el caso se considera como fijos a las cañerías ya que van empotrados entre la bomba de inyección y los inyectores

3.10.6. Asignación de cargas a las cañerías.

Consideración.

Para el diseño de las cañerías se debe tomar en cuenta que el valor de la presión con que debe transportar el fluido desde la bomba de inyección hacia los inyectores.

Las cañerías deben soportar la presión máxima del sistema, ya que el paso del fluido en el interior puede alcanzar hasta 1200 bar, por esta razón se seleccionó tubos de alta presión.

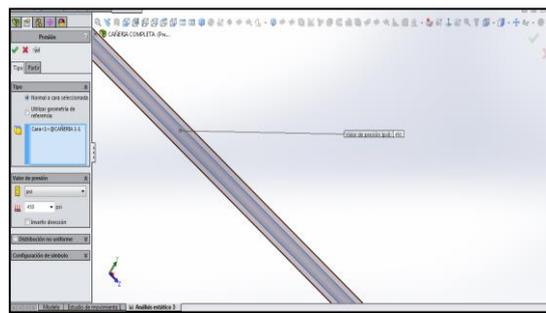


Figura No. 45. Asignación de cargas en las cañerías

Según las tablas de calibración para equipos de inyección diésel al realizar los ajustes de la bomba inyectora es fundamental seleccionar las cañerías correctas y de la misma longitud ya que llegaría a unos inyectores más rápido que a otros y el comienzo de la inyección sería diferente, las características de las cañerías vienen detalladas en la siguiente tabla.

Tabla No. 8.

Medidas de las cañerías

Diámetro interior (mm)	Diámetro exterior (mm)	Longitud (mm)	Rosca bomba	Rosca inyector
2	6	1.10	M 12 x 1.5	M 14 x 1.5

3.10.7. Filosofía de un diseño seguro.

Se debe comprender las diversas y eventuales fallas de los componentes bajo las cargas, para determinar un diseño que garantice que no va a fallar.

Los factores que intervienen son: la naturaleza de la carga, (estática, repetida, invertida o fluctuante), el tipo de material (dúctil o frágil) y la cantidad de actividad de diseño y análisis que se puede justificar con la naturaleza del componente o producto que se diseñe.

3.10.8. Métodos de predicción de fallas.

Esfuerzo normal máximo: empleado en esfuerzo estático uniaxial en materiales frágiles.

Resistencia de fluencia: empleado en esfuerzo estático uniaxial en materiales dúctiles.

Esfuerzo cortante máximo: empleado en esfuerzo estático biaxial en materiales dúctiles (moderadamente conservador).

Energía de distorsión: empleado en esfuerzo biaxial o triaxial en materiales dúctiles (buen método).

Gerber: empleado en esfuerzo fluctuante en materiales dúctiles (buen método).

3.10.9. Resultados del análisis.

Permite ver el tipo de carga que está sometido el cuerpo, sea esta de tipo normal, cortante o combinado, en que se muestra el valor del punto que tiene mayor esfuerzo es decir tiene la condición más crítica.

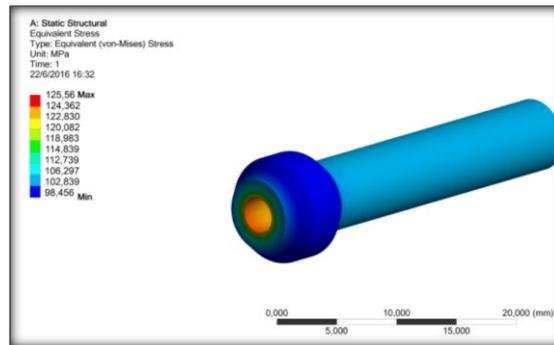


Figura No. 46, Criterio de fallo - Tensión de Von Mises

Se analiza la deformación máxima que presenta el miembro estructural bajo la situación de cargas establecidas.

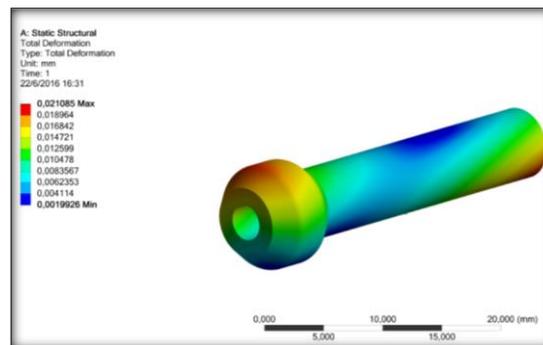


Figura No. 47. Cañería - desplazamientos.

Permite visualizar el factor de seguridad que representa la medida de la seguridad relativa de un componente bajo la acción de una carga.

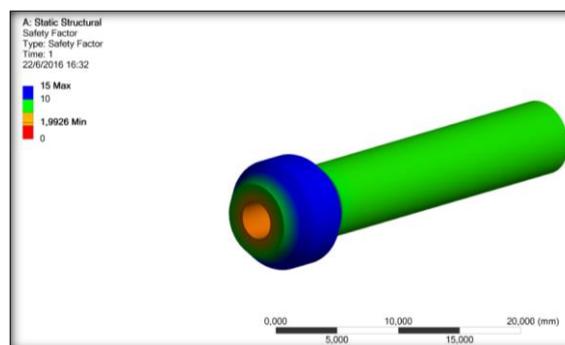


Figura No. 48. Cañería - Factor de seguridad

Bajo estos resultados, se establece que las cañerías no se deforma, bajo la acción de la carga, y su factor de diseño satisface la condición establecida es de un valor de 1.99 como mínimo y un máximo de 15, que indica que el diseño de las cañerías son aceptables.

3.11. Cálculos para el diseño de las cañerías.

Se efectúa el análisis de la cañería que según el manual de la bomba está sometida a una carga de presión de 6 Mpa.

La cañería se considera como un recipiente a presión de pared delgada en virtud de la siguiente relación.

$$\frac{D}{t} > 10$$

Donde:

D = Diámetro de la cañería.

t= espesor de la cañería.

$$D1 = 6 ; (mm)$$

$$d = 3 ; (mm)$$

$$t = \frac{(D1 - d)}{2}$$

$$t = 1,5 \text{ mm}$$

$$\frac{D1}{t} > 10$$

$$4 < 10$$

Siendo 4 menor que 10 se considera un recipiente a presión de pared delgada.

Del siguiente fundamento se justifica el uso de las ecuaciones del cálculo.

Un recipiente cilíndrico y esférico sometido a presión interna el cual genera el fluido que circula.

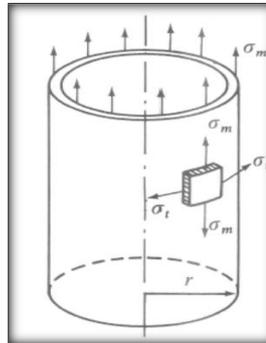


Figura No. 49. Representación de cargas en la cañería

Se determina que $\rho m = \infty$ y $\rho t = r$ por lo que la ecuación de Laplace se reduce como se muestra a continuación.

$$\frac{\sigma t}{r} = \frac{\rho}{e} \rightarrow \sigma t = \frac{\rho r}{e}$$

En donde encontramos σm la ecuación de equilibrio observamos a continuación.

$$\sigma m \cdot 2\pi r \cdot e = P2 = p \cdot \pi r^2$$

En donde:

$$\sigma m = \frac{pr}{2e}$$

A continuación en el siguiente cálculo no se aplicó la masa del envoltente.

De la misma manera consideramos la presión interna es ejercida por un gas, motivo por la cual despreciamos el peso del mismo.

$$P^o = 6 \times 10^6, (MPa, \text{siendo esta la presión del fluido})$$

$r = 3$; (mm, siendo el radio de la cañería)

$t = 4$; (mm; es el espesor de la cañería)

$$\sigma m = \frac{P^{\circ} * r}{2 * t}$$

$$\sigma m = 2250000$$

$$S_y = 2,8 \times 10^6 (pa)$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma m}$$

$$n = 1,24$$

3.12. Descripción y ubicación de acoples diseñados

A continuación se muestra los principales componentes que deben ser parte del banco de pruebas EPS 815 para la calibración de bombas de inyección rotativa CAV de tipo DPA.

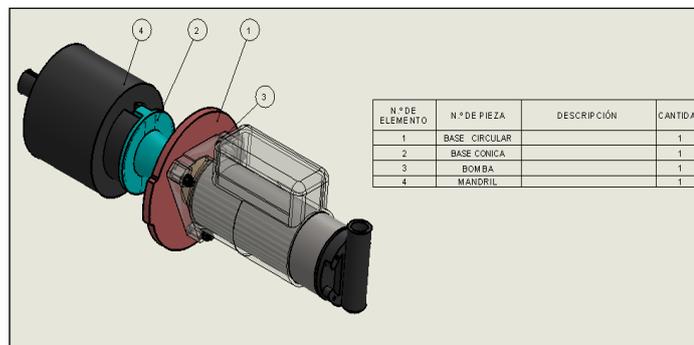


Figura No. 50. Ubicación de acoples

3.13. Herramientas.

Para la calibración de este tipo de bombas se ha visto en la necesidad de la fabricación y adquisición de herramientas para la utilización del banco de pruebas Bosch EPS 815.

La base del siguiente proyecto es la construcción de herramientas especiales para el armado y desarmado de las bombas de inyección rotativa

CAV de tipo DPA, así como también de accesorios para la utilización del banco de pruebas con las bombas ya mencionadas.

3.13.1. Llave de pico o llave inglesa.

Esta llave es ajustable, ya que posee una mordaza compuesta por una parte fija y otra móvil comandada por un tornillo sinfín ubicado en la base de la boca, lo cual permite que se adapte a las distintas medidas de las tuercas y tornillos, a diferencia de las otras llaves que son fijas. La parte interior de la boca es lisa para que no produzca melladuras en las tuercas o cabezas de tornillos.

Nos permite sujetar el acople cónico con la bomba de inyección para realizar su perfecto ajuste.



Figura No. 51. Llave de pico

3.13.2. Llave mixta o llaves de boca fija.

Las llaves de apriete son las herramientas manuales que se utilizan para apretar elementos atornillados mediante tornillos o tuercas con cabezas hexagonales principalmente. En las industrias y para grandes producciones estas llaves son sustituidas por pistolas neumáticas o por atornilladores eléctricos portátiles.

Se utiliza para aflojar o ajustar la bomba de inyección en el banco de pruebas, de igual manera para realizar el respectivo mantenimiento cuando sea necesario.



Figura No. 52. Llave mixta

3.13.3. Entenalla o tornillo de banco.

El tornillo de banco es una herramienta que sirve para dar una eficaz sujeción, a la vez que ágil y fácil de manejar, a las piezas para que puedan ser sometidas a diferentes operaciones mecánicas como aserrado, perforado, fresado, limado o marcado.

Nos permite sujetar la bomba de inyección para realizar el trabajo correspondiente, como es el desarmado y el armado, para el mantenimiento correspondiente.



Figura No. 53. Entenalla

3.13.4. Pinzas de punta o alicate puntiagudo.

Son útiles para alcanzar objetos en cavidades donde los cables u otro material se han atorado o son inalcanzables para los dedos y otros medios.

Se utiliza para poder sacar el seguro que se encuentra en el interior de la bomba de inyección entre el anillo de levas.

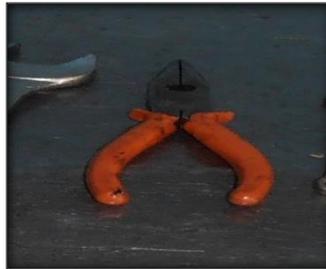


Figura No. 54. Pinza

3.13.5. Desarmadores.

Se utiliza para sacar los diferentes dispositivos del interior de la bomba de inyección.



Figura No. 55. Desarmadores

3.13.6. Llaves hexagonales.

Nos sirve para ajustar el acople cónico con el mandril para obtener el movimiento correcto hacia la bomba de inyección.



Figura No. 56. Llaves hexagonales

3.13.7. Martillo.

Se utiliza para expulsar el acople cónico, debido a que se encuentra presionado después del trajo de calibración que se realiza.



Figura No. 57. Martillo

3.13.8. Extractor del rotor de alimentación.

Como su nombre lo indica sirve para sacar el rotor de alimentación, se embona la herramienta en las estrías del rotor y se lo hace girar dependiendo del tipo de rosca que tenga el mismo, a derecha o izquierda.



Figura No. 58. Extractores del rotor de alimentación

3.13.9. Dado para perno de variador de avance.

El acople sirve para desenroscar el perno con forma de rotula que sujeta el aro de levas, se lo coloca y se afloja junto con una llave 19, luego se da unos golpes en el mismo para poder destrabar el eje de levas.

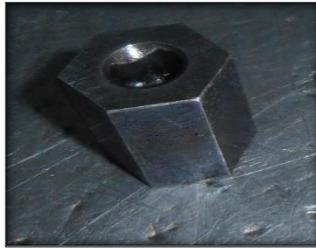


Figura No. 59. Dado para perno del variador de avance

3.13.10. Acople para medir la presión.

Con el dispositivo ubicado en un extremo de la bomba de inyección, y ajustando cuidadosamente se coloca la cañería para para observar la presión de la bomba en el tacómetro que se encuentra el banco de pruebas.



Figura No. 60. Dispositivo de acople para medir la presión de la bomba de inyección

3.13.11. Herramienta para medir el avance.

Mediante el siguiente dispositivo podemos medir el avance que requiere la bomba de inyección en el momento del funcionamiento.



Figura No. 61. Dispositivo para medir el avance

3.14. Desarmado y armado de la bomba rotativa CAV de tipo DPA

El desarmado y armado, prueba y ajuste de la bomba CAV de tipo DPA debe efectuarse por personal especializado, empleando herramientas y aparatos de pruebas especiales.

Se debe observar condiciones de limpieza muy exigentes en el laboratorio en el que se revisa la bomba de inyección. Incluso las partículas más pequeñas de polvo abrasivo pueden ocasionar daños a la bomba, perjudicar su funcionamiento y acortar considerablemente su vida de trabajo.

Las piezas desmontadas deben protegerse del polvo, suciedad y humedad hasta que se vayan a utilizar para su montaje. Para hacerlo con eficacia, debemos sumergirlo en diésel. Antes de su montaje todas las piezas deben enjuagarse con diésel o cualquier otro líquido limpiador.

3.14.1. Inspección de servicio.

A menudo se advertirá que es más conveniente y se ahorra tiempo inspeccionando las piezas individualmente durante su desmontaje, de modo que se realice los cambios de una manera eficaz.

El procedimiento siguiente cubre los posibles defectos y las principales piezas que pueden precisar reparación o cambio. La extensión de la reparación necesaria depende de las condiciones de servicio y de la vida de la bomba.

3.14.2. Inspecciones.

Inspeccione si existen daños en las roscas internas y externas, especialmente en los espárragos, conexiones interiores y exteriores, y en todas las conexiones y pernos susceptibles de quitarse o de torsión cuando la bomba está en el motor.

Marcas, desgaste, corrosión o cualquier otro daño en las superficies mecanizadas, incluyendo el cuerpo de la bomba, orificio del cabezal hidráulico, alojamiento del dispositivo de avance, y cara de fijación de la placa de extremo.

Muelles destensados o rotos. Compruebe que todos los muelles relacionados en los repuestos para el tipo de bomba partículas se encuentren en su respectivo lugar. En caso de rose o mal funcionamiento, asegúrese de que estén montados los muelles correctos.

Aros y otros retenes. Aunque estas piezas se debe reemplazar al efectuar el montaje, se debe tener cuidado para emplear capuchones protectores, para evitar daños en los retenes que se reemplazó, se recomienda la inspección de todos los retenes después del montaje.

3.14.3. Inspección de piezas individuales.

Muecas, arañazos, corrosión y otros daños que puedan haberse producido en los elementos de la bomba y orificios superpuestos.

Debe tenerse mucho cuidado con los émbolos de la bomba y los taladros. Los émbolos únicamente deben sacarse de su alojamiento en caso de que haya necesidad de inspeccionarlos y solamente durante el corto espacio de tiempo necesario para verlos. Anote el extremo del taladro en que los émbolos están montados, y cuide de que cada embolo sea montado en el mismo sitio del que salió. Los émbolos y sus alojamientos deben limpiarse con diésel y montarse húmedos. Cuando los émbolos están en su alojamiento en el rotor, deben retenerse mediante corchos. El rotor debe montarse en el cabezal hidráulico y el conjunto completo debe sumergirse completamente en un baño de diésel hasta que sean necesarios para su montaje.

3.14.4. Recomendaciones

Antes de realizar el desmontaje y el ajuste, verifique que todos los elementos se encuentren en perfecto estado y en su debido sitio.

Limpiar todas las impurezas que se encuentren obstruyendo a la bomba de inyección.

Limpiar la mesa de trabajo completamente, quitando todo material que pueda dificultar el trabajo a realizar.

Provisionarse de aquellas herramientas de servicio necesario para desarmar y volver armar la bomba de inyección.

Tener cuidado de no doblar o rayar las piezas que se obtenga de la bomba de inyección.

3.15. Procedimiento para el desmontaje de la bomba rotativa CAV de tipo DPA.

Antes de empezar el desmontaje de la bomba de inyección, limpiar cuidadosamente el exterior con disolvente y secarlo con aire. Tener en cuenta la placa de la bomba.



Figura No. 62. Bombas de inyección CAV de tipo DPA

1. Montar la bomba de inyección en el dispositivo de sujeción para para empezar el trabajo.



Figura No. 63. Bomba de inyección CAV de tipo DPA montado en el dispositivo

2. Extraer los pernos que se utilizan para enviar el combustible hacia los inyectores por medio de las cañerías.



Figura No. 64. Pernos de salida de combustible en la bomba de inyección

3. Aflojar la tapa superior, en donde se encuentran las palancas de mando, soltar el resorte del gobernador de la palanca del estrangulador y desmontar la tapa, desechar el empaque.



Figura No. 65. Desmontaje de la tapa superior

4. Retirar la barra de corte o apagado del motor.



Figura No. 66. Desmontaje de la barra de corte

5. Aflojar y extraer los tres tornillos que sujetan el soporte del gobernador al alojamiento de la bomba.



Figura No. 67. Extracción de los pernos que soportan el gobernador

6. Desmontar el soporte en forma recta y hacia arriba, con la articulación, el brazo del gobernador y la válvula de medición.



Figura No. 68. Desmontaje del gobernador

7. Elegir la herramienta respectiva, para quitar las tuercas que soportan el dispositivo del avance.



Figura No. 69. Desmontaje del dispositivo de avance

8. Aflojar los dos pernos de los extremos de la bomba, y sacamos cuidadosamente el cabezal hidráulico.



Figura No. 70. Desmontaje del cabezal hidráulico

9. Desmontaje de la bomba de transferencia, retiramos los cuatro tornillos con la llave número ocho y lo extraemos.



Figura No. 71. Desmontaje de la bomba de transferencia

10. Retirar el perno de entrada de combustible y saque todos los elementos como son, los resortes de alta y baja, filtro, pulverizador de combustible.



Figura No. 72. Despiece de la bomba de transferencia

11. Con la ayuda de una pinza, extraer los carbones conjuntamente con la excéntrica.



Figura No. 73. Desmontaje de la excéntrica y los carbones

12. Con la tuerca excéntrica aflojar el perno para desalojarnos del cuerpo del cabezal hidráulico.



Figura No. 74. Desmontaje del perno excéntrico

13. Cuidadosamente retirar todos los elementos que compone el cabezal hidráulico.



Figura No. 75. Desmontaje de los elementos del cabezal hidráulico

14. Con la herramienta especial para aflojar el perno que soporta el anillo de levas, aflojar cuidadosamente.



Figura No. 76. Desmontaje del perno que soporta al anillo de levas

15. Cuidadosamente extraer el anillo de levas, verificar su estado y el sentido de giro del cual depende el mismo.



Figura No. 77. Desmontaje del anillo de levas

16. Con la ayuda de un alicate puntiagudo sacar cuidadosamente el anillo de sincronización.



Figura No. 78. Desmontaje del anillo de sincronización

17. Desmontaje del eje de accionamiento con sus respectivos contrapesos, el cual se extrae cuidadosamente después de desprender del seguro que se encuentra soportado contra el cuerpo de la bomba de inyección.



Figura No. 79. Desmontaje del eje de accionamiento

3.16. Procedimiento para el montaje de la bomba rotativa CAV de tipo DPA.

Antes de poner todas las piezas en su lugar debemos revisar todas las partes, observando si presentan señales de desgaste, ralladuras o rebabas. Cambie cualquier parte de la que se tenga duda, así como todos los empaques y sellos.

Limpiar las piezas a fondo y aplicar una capa fina de aceite de motor a las partes que reciban más esfuerzos en el momento del trabajo en el motor.

Montar la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA en el orden inverso al de desmontaje.



Figura No. 80. Bomba de inyección desmontada en su totalidad

18. Después de una inspección minuciosa en los elementos de la bomba de inyección, realizar la ubicación del retén del buje de transmisión en la carcasa de la bomba.



Figura No. 81. Montaje del retén del buje de transmisión

19. Instalar el conjunto del eje impulsor con sus respectivos elementos, debido a que se encuentran en perfecto estado, el cual no necesitamos desarmar para reemplazar.



Figura No. 82. Montaje del eje impulsor con sus elementos

20. Colocar el anillo de sincronización contra el reborde del alojamiento de la bomba, con el extremo plano del anillo situado como se indica a continuación.



Figura No. 83. Ubicación del anillo de sincronización

21. Deslizar el anillo de levas en el alojamiento y contra el anillo de sincronización. La flecha del anillo de la leva debe quedar en la misma dirección que la flecha de la placa.



Figura No. 84. Anillo de levas y su sentido de giro

22. Asegurar la bomba de inyección CAV de tipo DPA e instalar el tornillo de avance de la leva en el anillo de la leva y apretar con el adaptador correspondiente.



Figura No. 85. Ubicación del tornillo del avance de la leva

23. Asegurar de que los émbolos de bombeo estén libres en sus orificios. Colocar la placa inferior de los rodillos, de ajuste sobre el rotor, e insertar el rotor en la cabeza hidráulica. Girar la placa inferior hasta que las colas queden alineadas con las ranuras de zapatas del rotor.



Figura No. 86. Montaje de los émbolos de bombeo o elementos de bombeo

24. Instalar los rodillos y zapatas, asegurándose que la inclinación de la zapatas coincidan con la inclinación de la placa inferior.



Figura No. 87. Instalación de los rodillos y zapatas en su lugar

25. Cuidadosamente después de haber armado los elementos, rodillos y zapatas ubicamos cuidadosamente en el cuerpo del cabezal y verificamos que tenga un juego muy ligero.



Figura No. 88. Montaje del cabezal y sus elementos

26. Ubicar la tuerca del estriado, para asegurar el cabezal hidráulico.



Figura No. 89. Tuerca del estriado

27. Montaje del anillo excéntrico y los carbones en el cabezal hidráulico.



Figura No. 90. Ubicación del anillo excéntrico y los carbones

28. Instalar todos los elementos de la bomba de transferencia en su respectivo lugar.



Figura No. 91. Bomba de transferencia con sus elementos

29. Instalar la tapa de la bomba de transferencia con la muesca de ubicación en la posición de las 3 de un reloj, en el caso de una bomba con giro en el sentido de las manecillas del reloj y en la posición de las 9 de un reloj si la bomba gira en dirección contraria, asegurar los cuatro tornillos de la bomba.



Figura No. 92. Ubicación de la bomba de transferencia en el cabezal hidráulico

30. Lubricar el aro sello de la cabeza hidráulica y deslizar la cabeza dentro del alojamiento de la bomba, introduciendo la ranura en el eje impulsor. Girar la cabeza al insertar para evitar cortar el anillo de sellado.



Figura No. 93. Montaje del cabezal hidráulico dentro del alojamiento de la bomba

31. Ajuste de los pernos para asegurar el cabezal hidráulico y dejar fijo.



Figura No. 94. Ajuste de los pernos para asegurar el cabezal hidráulico

32. Ensamblar la unidad de avance, asegurándose de que el extremo sólido del pistón de avance este en el mismo extremo que la lumbrera que suministra el avance de combustible. Usando un empaque nuevo, ajustar la unidad de avance sobre el tornillo de avance. Asegurarlo con la tapa de cierre y el tornillo de localización de la cabeza. Apretar los tornillos de sujeción de la cabeza, el tornillo de localización y la tuerca ciega.



Figura No. 95. Ensamble del dispositivo de avance

33. Ensamblar el brazo del gobernador a la articulación de control y unir el resorte al brazo, colocar el retén del resorte en el gancho de la articulación, a continuación el resorte largo, la arandela de fibra, el brazo del gobernador, la bola pivote, la arandela de la bola, la tuerca de la articulación y la arandela de cierre. Insertar la válvula de medición al gancho de la articulación.

Colocar este ensamble en el alojamiento de la bomba, colocando las puntas del brazo del gobernador en los escalones de la chumacera de empuje y la válvula de medición del arranque en su orificio.

Instalar la paca de retención, las arandelas de lengüeta y los pernos largos de la tapa de control, apretándolos con la mano.

Colocar el tornillo del soporte con una arandela de lengüeta nueva, apretar los tornillos de la tapa y el tornillo del soporte.

Ensamblar el gancho de ajuste de la articulación a la palanca del gobernador, con la arandela y el tornillo de la tuerca de ajuste en el gancho.

Deslizar hacia abajo la palanca del gobernador, introduciéndola en la bomba sobre la chumacera de empuje mientras que, al mismo tiempo, se inserta la válvula de medición en el cabezal hidráulico.



Figura No. 96. Armado del mecanismo de control del gobernador

34. Instalar un empaque nuevo en el alojamiento, e instalar la barra tope. Colocar el eje de corte en la tapa del gobernador. Introducir el resorte

de marcha en vacío y el retén en el orificio correcto del brazo del gobernador. Unir el resorte principal del gobernador y el gancho al otro extremo de la articulación del estrangulador. Colocar la tapa y el eje del estrangulador en los pernos de la tapa.



Figura No. 97. Instalación de la tapa del gobernador

35. Asegurar la tapa del gobernador con arandelas de sellado y tuercas con el ajuste correspondiente.



Figura No. 98. Ajuste final de la tapa del gobernador

36. Instalación de los pernos de salida de combustible en el lugar específico.



Figura No. 99. Ajuste de los pernos de salida de combustible

37. Ubicar los tapones en los orificios para evitar la entrada de polvo o partículas pequeñas.



Figura No. 100. Bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA

CAPÍTULO IV

4. CALIBRACIÓN DE LA BOMBA ROTATIVA CAV DE TIPO DPA, EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815.

4.1. Banco de pruebas Bosch EPS 815.

Después de toda reparación, la bomba de inyección rotativa CAV de tipo DPA debe ser instalada en un banco de pruebas para verificar su funcionamiento.

4.1.1. Características principales del banco de pruebas Bosch EPS 815.

Según la (BOSCH EPS 815), sugiere que “Son equipos fabricados especialmente para calibración de las bombas de inyección tanto lineal como rotativa o tipo distribuidor tanto de émbolos axiales como de émbolos radiales. Existen bancos de diferentes marcas, todos realizan las mismas funciones del mismo modo también se puede decir que en fabricación se ha dado un avance tecnológico importante, adecuándose a las nuevas tecnologías automotrices. En el caso de Bosch ha implementado un banco de pruebas de tecnología muy avanzada que en el tiempo no va a quedar desfasado con las nuevas tecnologías. El banco EPS 815 fue creado para atender las necesidades de comprobación de sistemas convencionales y electrónicos.”



Figura No. 101. Banco de pruebas Bosch EPS 815

Fuente: (Tecnova)

El banco de pruebas EPS 815, Banco de pruebas universal con 15 kW de potencia, permite al especialista diésel la comprobación de bombas de alto rendimiento de última generación, así como inyectores common rail, todo esto es posible en conjunto con:

- Amigable con el usuario y el medio ambiente.
- Excelente operación y estabilidad que aseguran alta precisión en repetición de pruebas, especialmente durante la inyección
- Transmisión directa.
- Volante de mayor masa.
- Control electrónico de velocidad.
- Control de posición angular.

Motor libre de mantenimiento.

Tres niveles de altura.

Prolongada vida útil.

4.1.2. Datos técnicos del banco de pruebas.

Tabla No. 9.

Datos técnicos del banco de pruebas EPS 815

Dimensiones L x Al x An en mm	2260 x 1588 x 860	
Peso aproximado	1000 Kg	
Accionamiento:		
Motor especial con protección total (térmica y sobrecarga), modelo básico		
Salida de potencia (permanente)	KW	10,2
Salida de potencia (20 min)	KW	15
Salida de potencia (60 s)	KW	17,5
Fusible de seguridad	A	35
Protección FI	mA	300
Torque de acoplamiento (permanente):		
0 a 590 rpm	Nm	164
0 a 850 rpm	Nm	-
A 1500 rpm	Nm	65
A 2500 rpm	Nm	38
Torque del acoplamiento (60 s):		
0 a 590 rpm	Nm	280
0 a 850 rpm	Nm	-
A 1500 rpm	Nm	111

CONTINÚA →

A 2500 rpm	Nm	67
Rango de velocidad	min ⁻¹	0-4000
Precisión del control de velocidad	min ⁻¹	<± -1
Tiempo de reacción del control de velocidad	Us	250
Velocidad del controlador	Mm	125
Sentido de rotación: izq./der		
Precisión de posición (reg. De posición)	<)0	0,1
Momento de inercia del volante graduado	Kgm ²	1,5
Altura del eje (desde la bancada hasta el centro del volante)	Mm	125

Acoplamiento de accionamiento (embrague):		
Acoplamiento multi-disco sin juego, según ISO	Nm/°	2600
Alimentación de 12/24 V para arranque /parada de solenoide	A	7
Capacidad de la bomba de alimentación:		
Presión de aceite de comprobación (baja)	KPa	0 – 600
	l/min	0 – 22
Presión de aceite de comprobación (alta)	KPa	0 – 6
	l/min	0 – 1,4
Presión del kit de aceite de lubricación (accesorio especial)	KPa	0 – 600
Manómetros:		l/min
Baja presión	KPa	0 – 600
Alta presión	MPa	0 – 6
Vacío/presión interna de la bomba	KPa	-100 – 0-2500
Presión de entrada de la bomba	MPa	0 – 1,6
Presión del kit de aceite de lubricación	MPa	0 – 1
Enfriamiento / calentamiento:		
Calefactor de aceite de comprobación: aprox	KW	2,2
Enfriamiento de aceite de comprobación: conexión	ISO 288	G ¹ / ₂
Consumo de agua de enfriamiento	l/min	9
Temperatura máxima del agua (entrada)	°C	17
Volúmenes de llenado:		
Aceite de comprobación: aprox	l	50
Almacenaje de aceite residual: aprox	l	6
Kit de aceite de lubricación: aprox	l	12

4.2. Proceso de calibración en las bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA.

Normas generales:

El banco de pruebas debe configurarse para trabajar en el sentido de rotación correcto de la bomba que se va a probar, en este caso una DPA.

No se debe hacer funcionar la bomba en altas revoluciones durante largos periodos de tiempo con poca alimentación de combustible.

No se debe hacer funcionar la bomba durante mucho tiempo con el control de posición cerrado.

Cebado la bomba completamente antes de calibrar y también siempre que lo indique el fabricante.

Entre las pruebas podemos incluir: entrega correcta de corte de combustible, operación del gobernador, presión de la bomba de transferencia y movimiento del avance.

Las bombas de inyección rotativas CAV de tipo DPA. Pueden ser probadas en distintos bancos de pruebas, en este caso utilizaremos el banco EPS 815 de Bosch. El montaje y las instrucciones de operación varían de una marca a otra, por lo que debe consultar el manual del banco de pruebas antes de montar la bomba.

4.2.1. Características de la bomba de inyección.

Tabla No. 10.

Placa de identificación de la bomba DPA

Tipo de bomba	Rotativa
Sentido de giro	Izquierdo
Fijación	Brida frontal
Orden de inyección	1-3-4-2
País	Inglaterra
Type	57/800/0/3130
Bomba DPA	326426B
Serie	R20472 RH

4.2.2. Procedimiento para montar la bomba en el banco de pruebas.

Después de verificar el ajuste exacto de los pernos, cuidadosamente manipulamos la bomba de inyección y seguimos los siguientes pasos para ubicar los acoples y proceder a instalar en el banco de pruebas.

- Verificación de la bomba de inyección CAV de tipo DPA, conjuntamente con los acoples y accesorios.

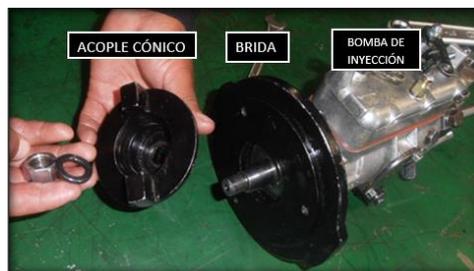


Figura No. 102. Bomba de inyección CAV de tipo DPA, brida y acople cónico

1. Cuidadosamente sujetar la brida en la bomba de inyección, con los pernos específicos. La cual no ayudara a soportar en el banco de pruebas.

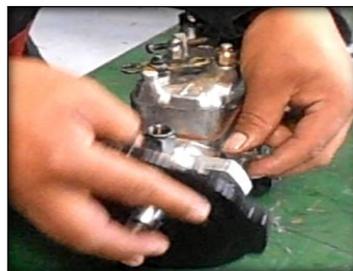


Figura No. 103. Instalación de la brida en la bomba de inyección

2. Instalación del acople cónico, en el eje de transferencia de la bomba de inyección con el perno respectivo y el ajuste normal, el acople será adaptado al mandril para transmitir el movimiento a la bomba de inyección.



Figura No. 104. Ubicación del acople cónico en la bomba de inyección

3. Acoplamiento al banco de pruebas, verificando que los acoples estén completamente ubicados (mandril).

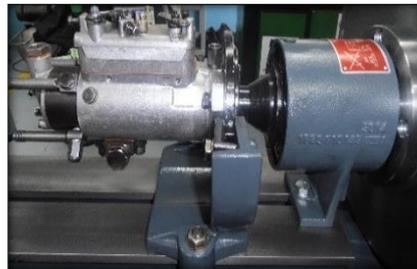


Figura No. 105. Instalación en el banco de pruebas

4. Ajustar todos los pernos para que la bomba se encuentre completamente alineada para su respectivo trabajo.



Figura No. 106. Ajuste de los pernos que aseguran la bomba de inyección en el bnco de pruebas

5. Conectar las mangueras flexibles de alimentación y retorno de combustible del banco hacia la bomba de inyección CAV de tipo DPA.

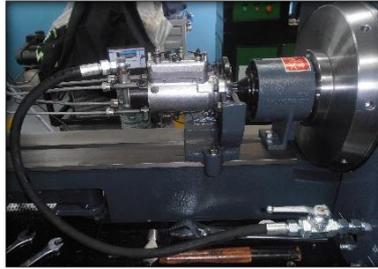


Figura No. 107. Instalación de las cañerías flexibles en la bomba de inyección

6. Instalación de cañerías de alta presión desde los pernos de impulsión hacia los inyectores del banco de pruebas.



Figura No. 108. Instalación de las cañerías de alta presión

7. Bomba de inyección CAV de tipo DPA ubicada en el banco de pruebas con todos los elementos.



Figura No. 109. Bomba de inyección el banco de pruebas

4.3. Calibración de la bomba rotativa CAV de tipo DPA en el banco Bosch EPS 815.

Verificar cuidadosamente todas las fuentes de energía para asegurar que el banco de pruebas tenga la respectiva alimentación.

Según la (BOSCH EPS 815), considera que; “ Para elegir el tipo de tabla que corresponda a la bomba de inyección debemos dirigirnos a la placa e identificación de la bomba de inyección, la misma que nos indica el lugar de fabricación, numero de tabla a buscar, regímenes de funcionamiento de la bomba de inyección, sentido de giro y el número de serie o de fabricación.”

4.3.1. Operación del banco de pruebas Bosch EPS 815

1. Accionar el banco de pruebas Bosch EPS 815, girar la perilla indicada en sentido horario, en el mismo instante será accionado de manera automática la computadora.



Figura No. 110. Reconocimiento de la perilla de encendido

2. Verificar el funcionamiento de la computadora, seleccionar el programa EPS 945-PE/VE/CR.



Figura No. 111. Programa EPS 945-PE/VE/CR

3. En el momento que seleccionamos el programa en el banco bosch EPS 815 en la pantalla aparece “Prueba componentes inyeccion”. El software realiza automticamente la actualisacion. La cual se debe asegurar que todos los componentes instalos se encuentren en sus respectivos lugares, durante la inicialisacion el mando F12 >> se encuentra bloqueada y se libera si la actuaisacion finalisa con éxito.



Figura No. 112. Ventana de inicio de programa

4. Si el software detecta todos los componentes de hardware consultados, las indicaciones de estado cambian su color de rojo a verde en caso de una deteccion del hardware con éxito.

Comp.	Visualiz.	Significado
KMA 802	[Icono]	Rojos: Inicialización fallida, Aparato desconocido Verde: Inicialización con éxito.
DZE 800	[Icono]	Rojos: Inicialización fallida, Aparato desconocido Verde: Inicialización con éxito.
CRE 800	[Icono]	Rojos: Inicialización fallida, Aparato desconocido Verde: Inicialización con éxito. Amarillo: Vigilancia de seguridad inactiva. Activar mediante F5 (CRE800 arranq).
CRI 800	[Icono]	Rojos: Inicialización fallida, Aparato desconocido Verde: Inicialización con éxito. Amarillo: Juego de comprobación CRI desactivado. Activas mediante F4 (CRI800 arranq).

Figura No. 113. Indicadores de estado

7. Pulsando la tecla F12 >> (banco de datos) se activa un menu de opciones.

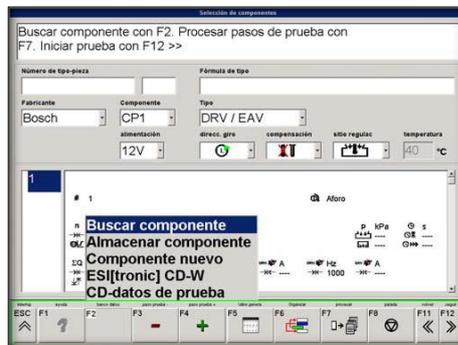


Figura No. 116. Pestaña de opciones de F2

- Se puede elegir entre las siguientes funciones:

Introduciendo los criterios de búsqueda en las filas de entrada tipo-pieza-numero y/o tpo-formula, se puede delimitar la búsqueda de un componente determinando en la base de datos local o en la base de datos CD-TestData.

- **Buscar componente**

Se activa la base de datos local con sus componentes. En la base de datos local solo hay componentes creados por usted y guardados allí por medio de la función Almacenar componente.

- **Almacenar componente**

La componente de inyección actual con el proceso de comprobación se guarda tras la selección de esta función en la base de datos local. Para guardar un componente, se debe introducir el número de tipo de pieza en la línea de introducción de datos correspondiente.

Si se ha seleccionado un componente de la base de datos ESI[tronic]CD-W o CD-TestData, no se puede seleccionar la función Almacenar componente.

- **Componente nuevo**

Se borran todas las entradas en la mascara "selección de componentes".

Se puede activar o crear un componente nuevo.

- **ESI[tronic] CD-W**

Según la (BOSCH EPS 815), indica que "Tras la selección de esta función, se borra el último componente del registro de bombas sin aviso previo. Antes de seleccionar esta función debe guardarse el componente en la base de datos. Tras la selección de esta función se llama un componente con un proceso de comprobación. El componente se ha seleccionado previamente en la base de datos de componentes de ESI[tronic]CD W."

Con las teclas F3 (paso prueba -) o F4 (paso prueba +) pueden visualizarse los pasos de prueba. Con la tecla F5 (Valor.genera.) se visualiza la ventana "valores generales". En "valores generales" puede programar parámetros básicos independientes de los pasos de verificación para nuevos componentes (p. ej. para procesos de activación de inyectores) e introducir información de soporte para la preparación de la prueba (p. ej. adaptadores para pruebas etc.).

En los componentes de la base de datos CD-TestData, sólo se muestran los parámetros básicos que sirven como información de soporte para la preparación de la prueba (p.ej. accesorios para pruebas, número de inyectores, tensión de las baterías, etc.).

Con la tecla F6 (organizar) se visualiza un menú de selección, mediante el cual se introducen, copian y eliminan los pasos de comprobación. Tras la visualización de un componente del banco de datos CD-TestData la tecla F6 se resalta en gris y deja de ser seleccionable.

4.3.2. Proceso para crear pasos de prueba (componente nuevo).

- En este proceso se describe cómo pueden generarse pasos de prueba con valores de ajuste y de comprobación para una nueva bomba de inyección. A tal fin, debe encontrarse en la ventana "Selección de componentes".
- Entradas erróneas o una selección errónea de los valores de ajuste pueden originar daños en la componente. En las hojas de comprobación figuran todos los datos para la introducción de pasos de prueba.



Figura No. 117. Ventana de selección de componentes

- Introducir el No.tipo/pieza y fórmul.tipo/piez en el grupo de entradas para la identificación de componentes. Al introducir la fórmula tipo/pieza debe prestarse atención a las mayúsculas/minúsculas. En caso de una búsqueda de componente desde la base de datos se tienen en cuenta las mayúsculas/minúsculas. Resulta imprescindible la introducción del No.tipo/pieza para guardar la componente de inyección en la base de datos. En caso de bombas Zexel, el No.tipo/pieza debe introducirse sin guion.



Figura No. 118. Ventana para ingresar datos

- Cerciórese de que el sentido de giro del componente o del equipo de comprobación (CAMBox) sea correcto. Si se selecciona un sentido de giro incorrecto, se puede dañar el componente o el equipo de comprobación (CAMBox).

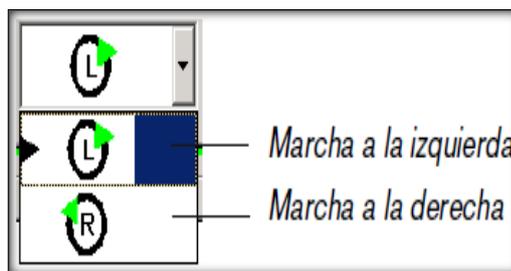


Figura No. 119. Sentido de giro que tiene la bomba

- Compensación



Figura No. 120. Compensación de la bomba de inyección

- Punto de regulación

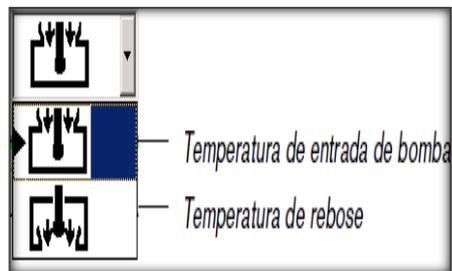


Figura No. 121. Punto de regulación de la bomba de inyección

- Tras la selección del punto de regulación aparece en una ventana resaltada en gris a la derecha junto al campo de selección "Punto de regulación" la temperatura de regulación en °C. Este valor es un valor estándar y puede modificarse en la máscara "Menú principal de comprobación de componentes de inyección" en Configuración/calibración/valores prefij.temperat. (p. ej. una temperatura de rebose de 55° en lugar de 45°).
- Una vez introducidos los datos y ajustes de los componentes y activada la tecla Enter, el programa pasa a la vista general de los pasos de verificación.



Figura No. 122. Datos ingresados de la bomba de inyección

- En la vista general de pasos de prueba se dispone de todas las informaciones (cantidad de pasos de prueba, entradas de valores teóricos y valores reales) mediante el paso de comprobación actual. Con las teclas F3 (paso prueba -) o F4 (paso prueba +) se selecciona un paso de prueba. Tras la selección de un nuevo paso de

comprobación, se actualiza automáticamente la vista de conjunto de pasos de comprobación.

- Con la tecla F6 (Organizar) se visualiza un menú de selección para el procesamiento de pasos de comprobación. Las siguientes funciones le ofrecen la siguiente selección:
- Crear nuevo paso de prueba

Se crea un nuevo paso de comprobación.

- Copiar paso de prueba

Se copia el actual paso de comprobación.

- Ins. Copia d. paso d. prueba

Esta función aparece cuando se copia el paso de comprobación.

Tras la selección, se introduce el paso de comprobación copiado.

- Borrar paso de prueba

Se borra el actual paso de comprobación.

4.3.3. Introducción de valores de comprobación y ajuste en pasos de prueba

- Con la tecla F7 (procesar) en la ventana "Selección de componentes" se visualiza la ventana "Selección de componentes - Entrada del paso de prueba". La descripción de iconos para los grupos de introducciones individuales se encuentra en la página desplegable de la segunda página.



Figura No. 123. Entrada del paso de prueba

Pulsando la tecla F2 se llama el menú de selección. Pueden seleccionar las siguientes funciones.

- Almacenar paso de prueba

Después de la llamada se guarda el actual paso de prueba.

- Vaciar paso de prueba

Después de la llamada se borra todas las entradas de este paso de prueba. Con las teclas F3. (Paso de prueba -) o F4 (paso de prueba +) pueden visualizar los pasos de prueba.

Según la (BOSCH EPS 815) propone que “Con la tecla F5 (valor. Genera.) Se visualiza la máscara “valores generales”. En esta máscara se puede introducir o leer la información relativa a los accesorios de comprobación (adaptador de comprobación, soporte de tobera de comprobación, etc.) y los parámetros básicos no dependientes de la comprobación para la misma. Al cargar los procesos de comprobación del banco de datos CD-TestData se indica únicamente los parámetros básicos que resultan relevantes para la comprobación. “

Con la tecla F6 (organizar) se visualiza en menú de selección para el procedimiento de pasos de comprobación. Las siguientes funciones le ofrecen la siguiente selección:

- Crear nuevo paso de prueba

Se crea un nuevo paso de comprobación.

- Copiar paso de prueba

Se copia el actual paso de comprobación.

- Ins.copia d.paso d.prieb

Esta función aparece cuando se copia el paso de comprobación. Tras la selección, se introduce el paso de comprobación copiado.

- Borrar paso de prueba

Se borra el actual paso de comprobación. Pulsando la tecla F7 (vista general) se vuelve a la máscara “selección de componentes”. Con la tecla F8 (parada) se desconecta la regulación del número de revoluciones del EPS. Pulsando la tecla F12 V se accede a la figura de medición de caudal.

Todas las entradas del campo Nombre. Paso prueba y del campo comentario aparecen en la figura de medición en la barra de título del programa. Una vez creado un proceso de verificación para un componente, guarde el componente en la pantalla “selección de componentes” con F2 (banco datos) almacenar componente en la base de datos.

4.3.4. Buscar y seleccionar una nueva componente de la base de datos local

Existe la posibilidad de escoger en la selección de componentes unos datos concretos mediante la entrada de criterios de búsqueda en las filas de entrada de número de tipo-pieza y de formula. Tipo/piez.



Figura No. 124. Ventana selección de componentes

Si no se introducen criterios de búsqueda, es decir, se dejan vacías las filas de entrada, el programa enumera todas las componentes de la base de datos local.

Introducir los criterios de búsqueda en las filas de entrada, pulsar la tecla F2 (banco datos) en el teclado y seleccionar buscar componente. Al momento de realizar introducciones de textos en la fila de entrada de la Formul.tipo/piez. Debe prestarse atención a las mayúsculas/minúsculas.

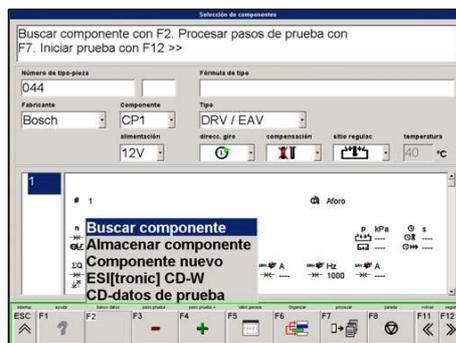


Figura No. 125. Pestaña de opción F2

Después de seleccionar la función “buscar componente” se enumeran todas las componentes, clasificadas / por el número de pieza de tipo, que coincidan con los criterios de búsqueda en las filas de entrada. El primer componente en l lista aparece con una barra azul como fondo.

No. tipo/pieza	fecha banc.datos	fórmula.tipo/piez
0445020006	04.11.2005	CR/CP1S3R75/10-16S
0445020006	00 04.11.2005	PES6A95D410/3RS298
0445020006	01 19.08.2005	CR/CP1S3R75/10-16S
0445020039	C0 19.08.2005	Rail pressure calibration Creation
0445020039	01 02.09.2005	Rail pressure calibration Verify
0445020039	-- 02.09.2005	Rail pressure calibration Creation
0445020039	C2 19.08.2005	Pump test CRI
0445020039	C1 19.08.2005	Rail pressure calibration Verify

Figura No. 126. Lista de componentes

Con la tecla F2 (banco datos) y con la función mostrar todos los componentes se vuelven a mostrar todas las componentes de la base de datos local. Con la función borrar componente se borra la componente que aparece con una barra azul como fondo.

Con las teclas F5 (No. tipo/pieza), F6 (formul.pieza) y F7 (fecha) se clasifican las componentes como sigue:

- Numero de pieza del modelo
- Formula de la pieza del modelo
- Fecha

Seleccionar la componente con la tecla del cursor hasta que aparezca con. Una barra azul como fondo y pulsar la tecla F12 V. Los pasos de prueba y los datos de ajuste de la componente seleccionada se visualizan desde la base de datos y se encuentran disponibles en la selección de componentes.

#	TEMP	KOND	Alto
1			
2			
3	n	mm	°C
4	04C 40	ΔT 2.0	ΔT 1.0
5	ΔQ	Uh	p MPa
6	ΔT	ΔT	ΔT

Figura No. 127. Selección de componentes

Para arrancar la prueba se debe presionar F8. Se despliega la ventana de advertencia en el cual indica que todo debe estar en orden ya que el motor va a comenzar a girar. Y finalmente presionar las dos teclas Shift como indica la figura.

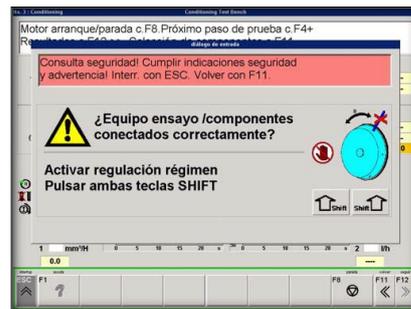


Figura No. 128. Ventana de advertencia

4.4. Pruebas a realizar en la bomba rotativa CAV de tipo DPA en el banco de pruebas Bosch EPS 815.

No existe un procedimiento estándar de prueba aplicable a todas las bombas de inyección DPA. Una hoja distinta de datos de prueba se produce para cada tipo de bombas, recogiendo en ella los números de despacho correspondientes. Para el tipo de bomba de inyección en estudio se darán los pasos de elección del tipo de tabla correcta, además de la interpretación de la misma.

En el momento que ingrese todos los datos, debemos tomar en cuenta las siguientes precauciones.

- No se debe hacer funcionar la bomba de inyección a altas velocidades durante mucho tiempo con poca alimentación de combustible.
- No debe hacer funcionar la bomba durante mucho tiempo con el control de cierre en la posición de cerrado.
- Cebe la bomba completamente antes de probarla y también siempre que indique el plan de ensayo.

4.4.1. Presión del banco de pruebas.

Para iniciar la calibración se debe controlar la presión del banco de pruebas Bosch EPS 815 por motivo de seguridad. El control se realiza mediante los diversos pasos.

1. Haga funcionar el banco de pruebas a determinadas rpm, luego verifique la presión en el manómetro indicado.

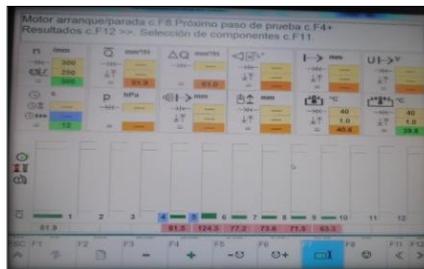


Figura No. 129. Ventana de reconocimiento de canales

2. Con la presión obtenida, realizamos la calibración para que el banco de pruebas funcione en perfecto estado.



Figura No. 130. Presión del banco de pruebas Bosch EPS 815

3. Mediante la perilla ubicada en la parte delantera, gire cuidadosamente y observe como se va regulando la presión en el manómetro, sentido horario la presión se eleva, y sentido anti horario disminuye la presión.



Figura No. 131. Perilla para regular la presión del banco

4. Una vez realizado el movimiento de la perilla. se obtiene la presión que necesita el banco de pruebas Bosch EPS 815, en este caso se ajusta en un rango de 0 a 100 KPa.



Figura No. 132. Presión de trabajo el banco de pruebas

Las pruebas 1,2 y 3 respectivamente que se muestran en la hoja guía de calibración, son para comprobar el buen estado de la bomba de alta presión, con sus respectivos componentes.

4.4.2. Cebado – purga

Para cebar la bomba de inyección proceda como sigue:

1. Afloje la llave de paso de combustible para que la bomba de inyección DPA se llene completamente.



Figura No. 133. Llave de paso de combustible

2. Haga funcionar el banco de pruebas a 100 rpm, y observe el reconocimiento de los canales en todos los inyectores.

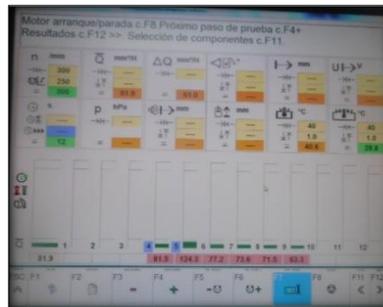


Figura No. 134. Reconocimiento de canales

3. Aflojando los pernos de las cañerías en la entrada a los inyectores verificamos el paso de combustible en todos los inyectores, apriete las conexiones nuevamente con el ajuste respectivo.



Figura No. 135. Pernos de verificación, pasó de combustible a los inyectores

4.4.3. Presión de transferencia a 100 rpm.

Realice una inspección minuciosa para verificar el buen funcionamiento de la bomba de transferencia.

1. Haga funcionar la bomba de inyección a 100 rpm y verifique la presión en el manómetro respectivo.

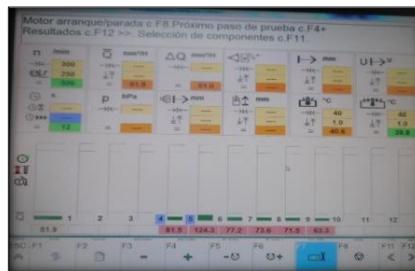


Figura No. 136. Pantalla de funcionamiento de la bomba

2. Mediante los datos obtenidos verificamos si la presión se encuentra en el rango o necesita de calibración.



Figura No. 137. Manómetro que verifica la presión de la bomba

3. Para realizar la calibración procedemos a desarmar en su totalidad la bomba de transferencia.



Figura No. 138. Desarmado de la bomba de transferencia

4. Reconocimiento de los componentes y análisis del resorte de calibración, el resorte de alta y el resorte de baja el cual se manipula para la calibración, reducimos si tenemos demasiada presión y alargamos si tenemos poca presión.



Figura No. 139. Resorte de calibración

5. Después de realizar la calibración proceda el armado y realice el ajuste correspondiente.



Figura No. 140. Ajuste de la bomba de transferencia

6. Nuevamente haga funcionar la bomba de inyección a 100 rpm, y verifique la presión de transferencia de la bomba de inyección, en el



Figura No. 143. Manómetro para medir la presión

3. Mediante el desarmado de la bomba de alta presión realizamos el reconocimiento de los componentes.



Figura No. 144. Desarmado de la bomba de presión

4. Realice el reconocimiento del resorte y realice la calibración correspondiente, con el resorte alargado tenemos más presión y con el resorte reducido vamos a recibir menos presión.



Figura No. 145. Resorte de calibración

5. Ubique todos los elementos en su respectivo lugar, ajuste la cañería de entrada de combustible.

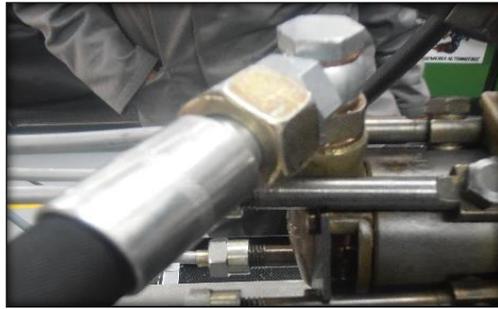


Figura No. 146. Ubicación de la cañería de combustible

6. Cuidadosamente haga funcionar la bomba de inyección CAV de tipo DPA a 800 rpm, por lo cual debe calibrarse de forma automática enviando un valor mínimo de 3.06 a un valor máximo de 4.4 bares.



Figura No. 147. Manómetro indicador de la presión a 800 rpm

En las pruebas 4 y 5 observamos que se realizan para verificar el buen estado del variador de avance.

4.4.5. Avance a 850 rpm.

Para calibrar el avance verificar todos los dispositivos proceda como sigue.

1. Afloje y retire el perno con la llave mixta 8, verifique la rodela que se encuentra en el perno.



Figura No. 148. Ubicación del perno para colocar el avance

2. Localice los elementos que serán utilizados para realizar la calibración del avance.



Figura No. 149. Dispositivos para medir el avance

3. Cuidadosamente y haciendo coincidir la rosca ubique el dispositivo con la respectiva rodela, de esa manera evitara la fuga de combustible.



Figura No. 150. Acoplamiento del dispositivo

4. Verifique el ajuste de todos los pernos especialmente del dispositivo del avance, proceda a dar movimiento a la bomba de inyección, se recomienda empezar con revoluciones bajas.

- Nuevamente ubique los dispositivos y todos los elementos, con el ajuste respectivo y proceda a dar movimiento a la bomba de inyección en este caso 850 rpm cuidadosamente para observar 2.75° mínimo y un máximo de 3.25° . En el instante que observamos esos valores la calibración esta correcta.



Figura No. 154. Valor calibración a 850 rpm

4.4.6. Avance 1450.

Para calibrar el avance a 1450 rpm realizar una inspección completa a la bomba de inyección y a los componentes de calibración.

- Cuidadosamente haga funcionar la bomba de inyección CAV de tipo DPA desde 100 rpm hasta llegar a 1450 rpm, no es recomendable hacer funcionar por mucho tiempo.

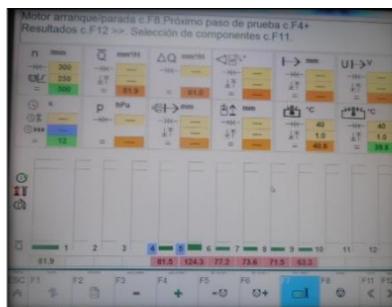


Figura No. 155. Reconocimiento de canales a 1450 rpm

- Verificar los grados de avance que se obtiene a 1450 rpm y luego proceda a calibrar si los datos no coinciden con los que nos da la tabla.

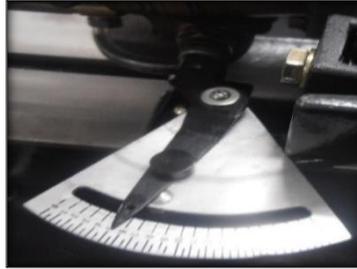


Figura No. 156. Análisis de los grados de avance

3. Después de verificar que los datos no coinciden con los de la hoja guía proceda a calibrar, desarmando el variador de avance en la parte delantera con una llave mixta 24, y agregue laines de calibración si necesita avance, para disminuir el avance proceda a retirar laines de calibración, todo este trabajo se realiza de acuerdo con la hoja guía que se encuentra anexada.



Figura No. 157. Calibración del avance

4. Ubique el dispositivo para medir el avance y de movimiento a la bomba de inyección CAV de tipo DPA hasta llegar a 1459 rpm, seguidamente observe el valor del avance $4,75^\circ$ mínimo y un máximo de 5.25° . si recibe esos valores la calibración es correcta.



Figura No. 158. Valor de calibración a 1450 rpm

Una de las pruebas que se utiliza para verificar el retorno es la numero 6, el cual observaremos en la hoja de calibración, pero en este caso no se puede verificar por el motivo que la cañería de retorno va conectado directamente al tanque.

Las pruebas 7,8 y 9 son las que utilizamos exclusivamente para verificar el caudal de combustible que llega a los respectivos inyectores, de la misma manera vamos verificando el estado del cabeza hidráulico, rotor de distribución y el conjunto de alta presión.

4.4.7. Máximo rescate de combustible.

En las bombas de inyección CAV de tipo DPA podemos comprobar el máximo rescate de combustible a una velocidad determinada, con los pernos de abastecimiento de combustible completamente flojo.

1. A una velocidad determinada haga funcionar la bomba de inyección y observe el abastecimiento de combustible que lo entrega.

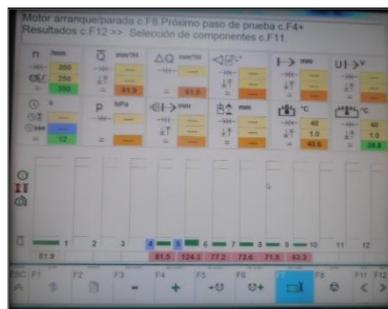


Figura No. 159. Abastecimiento de combustible

2. Después de observar la entrega de combustible y analizar cuidadosamente, con un destornillador aflojamos el perno de abastecimiento de combustible o ajustamos para reducir.



Figura No. 160. Perno para controlar el caudal

4.4.8. Ralentí a 200 rpm.

Una de las calibraciones importantes es la de ralentí, se procede como se muestra a continuación.

1. Haga funcionar a la bomba de inyección a 100 rpm hasta llegar a 200 rpm, verificar el paso de caudal.

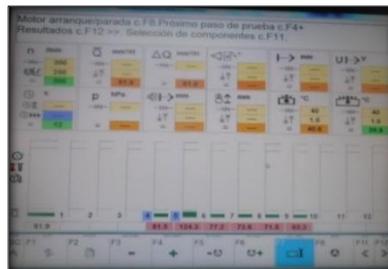


Figura No. 161. Reconocimiento de canales

2. Después que la bomba de inyección se encuentre funcionando 200 rpm, con la palanca de encendido y apaga en la posición encendido como muestra la figura.

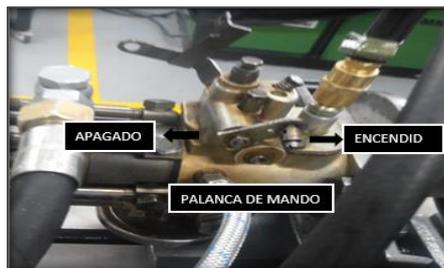


Figura No. 162. Palanca de mando, encendido y apagado

- Reconozca la palanca del acelerador, y luego manipule a la posición desacelerada para que realice la calibración correspondiente.

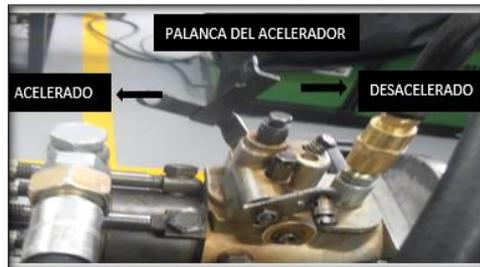


Figura No. 163. Palanca del acelerador

- Una vez ubicado las dos palancas proceda a la calibración, a 200 rpm con la palanca de mando encendido y el acelerador apagado tenemos que obtener un caudal de 0.8 cm³.

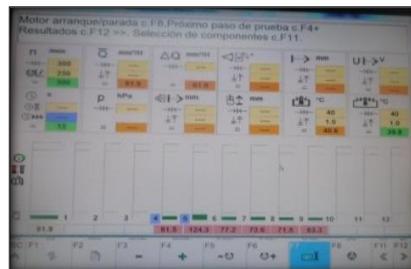


Figura No. 164. Datos de caudal después de la calibración

- En el caso que no llegamos a obtener lo que nos indica la hoja guía, tenemos que mover el perno de regulación de caudal, ajustamos y nos reduce el caudal de la misma manera aflojamos y aumentamos el caudal.



Figura No. 165. Perno regulador de caudal

4.4.9. Refuerzo a 1000 rpm.

Entre las pruebas de calibración también tenemos la prueba que nos ayuda a reforzar el paso del caudal.

1. Cuidadosamente vamos elevando la velocidad y llegamos a 1000 rpm, verifique el caudal.

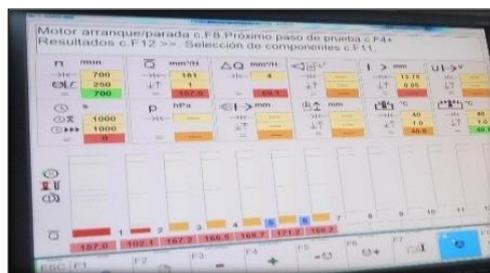


Figura No. 166. Verificación del caudal a 1000 rpm

2. El caudal que llegemos a obtener será el que nos de la computadora por motivo que la prueba se realiza para verificar el paso de combustible pero con revoluciones altas.

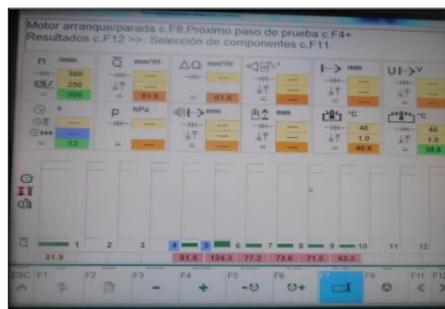


Figura No. 167. Caudal en todos los canales

Entre las pruebas que se realizan para probar el corte de la bomba a altas revoluciones, son las que se encuentran al final de la hoja de calibración, en donde se comprueba el regulador hidráulico.

4.4.10. Gobernador a 1100 rpm.

En las pruebas del gobernador lo realizamos para verificar las palancas de aceleración y apagado y encendido respectivamente.

1. Analice las revoluciones para que la bomba de inyección empiece a funcionar, ajuste el caudal a 1100 rpm.

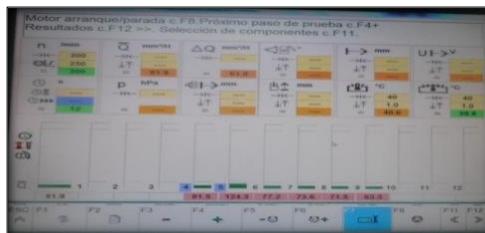


Figura No. 168. Caudal a 1100 rpm

2. Manipule el perno que abastece o reduce el caudal según lo requiera para calibrar.



Figura No. 169. Calibración del caudal

3. Posteriormente haga funcionar la bomba de inyección a 1100 rpm, y tenemos que obtener 1.6 cm³ a 2 cm³.

4.4.11. Presión de transferencia a 1100 rpm.

Una vez que realicemos todas las calibraciones nuevamente vamos a comprobar la presión de transferencia, pero en este caso lo realizaremos con diferente revolución.

1. Ingresar los datos y llegar a 1100 rpm para realizar el análisis, y observar la presión.



Figura No. 170. Presión de transferencia a 1100 rpm

Verificar los datos de la tabla de calibración, el cual nos indica 5 PSI. La prueba que realizamos es únicamente de comprobación, en este caso no podremos realizar por el motivo que la bomba de inyección CAV de tipo DPA se encuentra en buen estado y el cabezal no puede trabajar a velocidades muy elevadas.

CAPÍTULO V

5. MARCO ADMINISTRATIVO

5.1. Recursos

Es importante llevar a cabo el proyecto de manera eficiente y responsable, para así de esta manera comprender la factibilidad de la investigación, teniendo en cuenta los recursos humanos, tecnológicos y materiales; que son aspectos fundamentales para la ejecución e incidencia del proyecto.

5.1.1. Recursos humanos.

En los recursos humanos encontramos a las personas que aportaron con el desarrollo del proyecto de investigación con el título “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACOPLES Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815” lo relevante que se pudo obtener fue, encontrar información eficaz, establecer los métodos de investigación y la capacidad del señor: Byron Orlando Guala Pillo, quien tuvo la ardua labor de investigar, diseñar y construir acoples para la calibración de bombas de inyección.

Como director del proyecto el Ing. Germán Erazo apporto con el asesoramiento a la investigación, así como los demás docentes que han participado de forma directa e indirecta en el desarrollo del mismo.

Cuadro No. 1.

Recursos Humanos

Recursos Humanos	
Director	Germán Erazo
Autor	Byron Orlando Guala Pillo

5.1.2. Recursos tecnológicos.

Para el cumplimiento de las metas propuestas, fue imprescindible el uso de materiales y equipos tecnológicos tales como: el banco de pruebas Bosch EPS 815, cámara fotográfica, internet, computadora, libros, etc., todos los recursos fueron herramientas esenciales para poder realizar el proyecto en el área de la investigación científica.

Cuadro No. 2.

Recursos tecnológicos

RECURSOS TECNOLÓGICOS	
Parte práctica y teórica	Internet
	Computadora portátil
	Cámara digital
	Impresora
	Software del sistema de diseño
	Banco de pruebas Bosch EPS 815

5.1.3. Recursos materiales

Comprende todos los elementos tangibles que se utilizaron para materializar el proyecto como son: brida, acople cónico, cañerías, herramientas, bomba de inyección CAV de tipo DPA, banco de pruebas entre otros.

Cuadro No. 3.

Materiales

Parte práctica y teórica	Brida de acero
	Acople cónico
	Cañerías
	Llaves mixtas
	Llave de pico
	Martillo
	Desarmadores
	Playo puntiagudos
	Bomba de inyección rotativa DPA
	Banco de pruebas
	Hojas
	Esferos
	Cuaderno
	Computadora
	Impresora

5.1.4. Análisis de costos directos materiales.

En la ejecución del proyecto se debe considerar, el costo total del mismo conformado de una bomba de inyección, acople cónico, brida, cañerías, etc. De acuerdo a esto se determina la rentabilidad de la ejecución del proyecto, si se representara un material de aporte frente a otros laboratorios de calibración de bombas de inyección diésel. Además el siguiente análisis sirve como parámetro para determinar un costo frente a la competencia.

Cuadro No. 4.

Costos de los materiales empleados.

CANTIDAD	COMPONENTE	PRECIO / U	COSTO \$
1	Bomba de inyección	300	300
1	Brida	25	25
1	Acople cónico	25	25
4	Cañerías	20	80
10	Llaves mixtas	3	30
2	desarmadores	2	4
1	Playo puntiagudo	4	4
1	Martillo	3	3
1	Llave de pico	5	5
2	Herramientas especiales	20	40
1	Removedor de pintura	5	5
2	Penetrante	5	10
4	Galones de diésel	5	5
1	Juego de empaques	80	80
	TOTAL		616

5.1.5. Costos indirectos.

Al ser una investigación compleja en cuanto a la calibración de bombas de inyección, y la aplicación práctica en el banco de pruebas, es necesario una valoración del costo real frente al costo de referencia, dicho esto, es preciso un desglose de los costos que correspondan.

Cuadro No. 5.**Costos indirectos**

Descripción	Cantidad	Valor unitario (USD)	Costo total (USD)
Asesoría técnica diésel	1	200	200
Documentación e investigación	1	100	100
Transporte	1	100	100
TOTAL			400

5.1.6. Análisis del costo – beneficio.

Al analizar el balance entre el costo económico junto con los avances del trabajo, se puede observar que el proyecto “ DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACOPLEROS Y ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN Y PUESTA A PUNTO DE LA BOMBA ROTATIVA DPA DE INYECCIÓN DIÉSEL PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815” cumple con los requerimientos, ya que representa un beneficio para los estudiantes de ingeniería automotriz, mediante el proyecto de investigación podremos manipular el banco de pruebas que se encuentra en el laboratorio de motores de combustión interna de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.

Se obtuvo una capacitación de calibración de bombas de inyección en un bajo costo pese a que se realizó en un taller con todos los equipos, ya que al existir pocos laboratorios del mismo los precios son elevados en el mercado competente.

5.1.7. Financiamiento.

El financiamiento será afrontado en su totalidad, por el autor del proyecto, debido a que se lo realizó por el requerimiento del mismo, por motivo de adquirir conocimientos en el área, y de esa manera servir al personal que lo necesita.

5.2. Cronograma.

El cronograma muestra en detalle cada una de las fases para la culminación total del proyecto de investigación.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

Terminado el trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

- Se diseñó acoples y accesorios para la calibración y puesta a punto de la bomba rotativa CAV de tipo DPA mediante el uso del banco de pruebas Bosch EPS 815.
- Se realizó la investigación bibliográfica, mostrando una orientación de los elementos, y se buscó el conocimiento de expertos para el análisis y diseño de acoples y accesorios.
- Se diseñó los accesorios necesarios para el montaje de la bomba de inyección, analizando los parámetros de seguridad mediante el software para garantizar su confiabilidad en las condiciones de trabajo.
- Se realizó pruebas de calibración como son cebado, presión de transferencia, avance y alimentación de combustible a diferentes revoluciones y se analizó el correcto funcionamiento de la bomba de inyección.
- Se elaboró la guía de manejo y calibraciones, para garantizar el buen uso del banco de pruebas y la óptima operación en todos los trabajos a realizar.
- Se realizó un análisis de vibración a la brida, usando el software de diseño para verificar el correcto desempeño en cuanto al soporte de la bomba de inyección, obteniendo un factor de diseño de 2,72 garantizando la confiabilidad.
- Se realizó el análisis de las cañerías tomando en cuenta una presión del fluido de 6 Mpa al máximo, obtenemos un factor de seguridad de 1,24 el cual demuestra que se puede utilizar en el bancó de pruebas.

- La calibración de la bomba de inyección se realiza con una efectividad del 80 % debido a que sus componentes se encuentran en constante funcionamiento.

6.2. Recomendaciones.

- Incentivar este tipo de prácticas a los estudiantes ya que constituye un aprendizaje eficaz en el manejo del banco de pruebas para bombas de inyección diésel.
- Para realizar los trabajos se tiene guiar en las tablas de calibración según el tipo de bomba de inyección.
- Antes de manipular el banco de pruebas leer cuidadosamente la guía y aplicar la seguridad respectiva para evitar accidentes.
- Al ubicar la bomba de inyección en el banco de pruebas, verificar los diferentes accesorios para evitar daños en la bomba de inyección.
- Antes que el banco de pruebas funcione a altas revoluciones verificar todas las cañerías para que no exista fugas.
- Verificar la presión del banco de pruebas según realice las calibraciones correspondientes.
- Se debe realizar las calibraciones de la presión de transferencia con el equipo apagado, para que realizar el desarmado de la bomba de transferencia.
- Para prolongar la vida útil del banco de pruebas Bosch EPS 815 se debe manipular con total cuidado.
- Verificar el buen estado del fluido para que no exista daños en las bombas de inyección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnal Atares, Laguna Blanca. (2000). *Tractores y motores agrícolas*. Barcelona, España: Aedos, s.a.
- BOSCH EPS 815. (s.f.). Manual del Banco de Operación de Pruebas. *BOSCH EPS 815*.
- Carlos Arroyo, S. (1990). *Motores diesel para automoviles*. Barcelona, España: EDICIONES CEAC, S.A.
- Dagel, J. (1995). *Motores diesel y sistemas de inyeccion*. México, D.F.: LIMUSA, S.A.
- Escuela Industrial y Preparatoria Tecnica, A. O. (s.f.). *Manual de practicas para taller y laboratorio diesel de las bombas de inyeccion CAV - DPA*.
- Ibañes, S. P. (2013). *mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo diesel*.
- J.M.Alonso. (2001). *Tecnicas del automovil*. Madrid, España: PARANINFO.
- Martínez, H. G. (2000). *Manual del automovil reparacion y mantenimiento*. Madrid, España: CULTURAL, S.A.
- Norton, R. L. (2011). *Diseño de maquinas*. Naucalpan, México, D.F.: PEARSON.
- Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de elementos de maquinas*. Naucalpan, México, D.F.: PEARSON EDUCACION.
- Shigley, J. E. (1985). *Diseño en ingenieria mecanica*. Madrid, España: McGraw-Hill.
- Tecnova. (s.f.). *Equipos de prueba y Diagnóstico Diesel EPS 815 - PDF*. Recuperado el 24 de 06 de 2016, de [http://www.boschecuador.com/Portal/html/gallery/Tecnova/Equipos-Prueba-EPS815\(espanol\).pdf](http://www.boschecuador.com/Portal/html/gallery/Tecnova/Equipos-Prueba-EPS815(espanol).pdf)
- Universidad Atonoma de Nuevo Leon. (s.f.). *Manual de practicas para taller y laboratorio diesel de las bombas de inyeccion CAV - DPA*.

ANEXOS

Anexo No. 1.

Cronograma de actividades

		MES																			
		diciembre			enero			febrero			marzo			abril			mayo		junio		
ORD	ACTIVIDAD	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3
1	Elaboración del perfil del proyecto	■	■																		
2	Aprobación del perfil del proyecto			■	■																
3	Presentación del borrador del capítulo dos				■	■	■														
4	Presentación de la correcciones del segundo capítulo							■	■												
5	Obtención de la bomba de inyección diésel				■	■	■														
6	Diseño y construcción de acoples y accesorios								■	■	■										
7	Construcción de acoples y accesorios											■	■	■							

Anexo No. 2.
Tablas de calibración



DPA TEST DATA

DPA 1137

(FOR SERVICE USE ONLY)

SHEET 1

ISSUE 1

Estas tablas de servicios solo deben ser utilizadas en una máquina de pruebas Hartridge 1100 y también validas para bancos de pruebas Hartridge 800 y 875.

Tipo de bomba: 3266426B - 3266D428 (Con la codificación en la placa de nombre).
Emisión No: 1
Tipo de motor: Perkins 6.354
Aplicación: Tractor

Para especificaciones del equipo de prueba y datos de prueba generales salvo los siguientes cambios: Temperatura del aceite de prueba 38°C a 42°C
Conexiones de la toma de alta presión deben adaptarse como originalmente fueron usadas

ESPECIFICACIONES BASICAS DE LA BOMBA

Rotación en contra del sentido del reloj
Gobernador hidráulico de alta velocidad
Diámetro del elemento 9.5mm
Distancia de rodillo a rodillo 49.72 mm
Avance de velocidad automático
Presión de transferencia ajustable en la placa de extremo
OEM Code 36665 ISO Code: ER52L800/0/3130 Pre-ISO/ER57/800

NOTAS ANTES DE LA PRUEBA

Screw transfer pressure adjuster fully out, then 1.5 turns in.
Minimum piston spring cap shim thickness 0.5 mm
Additional shimming of (0 to 3.0 mm) may be required.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

Prueba No.	Descripción	RPM	Requerimientos
1	Primero	100	Purgar el sistema hacia los inyectores. No aire en la bomba ni en el retorno.
2	Presión de transferencia	100	Mínimo 0.6 bar, (9 lb/in ²).
3	Presión de transferencia	800	3.06 a 4.4 bar (46 a 66 lb/in ²).
Para la prueba (2 & 3) cambiar la manga de la placa de extremo de ser necesario.			
4	Avance	850	2.75° a 3.25°. Shim as Required.
5	Avance	1450	4.75° a 5.25°
6	Retorno	800	5 a 70 cm ³ por 100 emboladas. (cadencia del flujo 40 a 560 cm ³ /min.)
7	Máximo rescate de comb (CODIGO DE LA BOMBA)	Ver	valor codificado +0 -1.0 mm ³ /st código del cobertor 5.0 mm ³ /st
8	Ralentí	200	Máximo. 0.8cm ³ . Palanca cerrada
9	Refuerzo	1000	Anotar valor cm ³ .

DPA TEST DATA

Al final los valores de presión de transferencia y del gobernador son:
Desatornille al máximo el tornillo de velocidad antes de la próxima prueba.

10	Gobernor	1100	1.6cm ³ . Máximo 2.0 cm ³ .
11	Presión de transferencia	1000	5 PSI Mas que la prueba (3)
12	Gobernor	1100	1.6 a 2.0 cm ³
13	Cronometrar		Outlet'X (presión 55 bar) herramienta de posicionamiento a 144°

NOTE: THE GOVERNOR SETTING SPEED QUOTED IN THIS TEST DATA SHEET IS FOR TEST PURPOSES ONLY. THE GOVERNOR MAXIMUM SPEED SCREW MUST BE FINALLY SET ON ENGINE ACCORDING TO THE MANUFACTURER'S INSTRUCTIONS FOR THE PARTICULAR APPLICATION.

THE MAXIMUM FUEL DELIVERY SETTING FIGURE QUOTED ON THIS TEST DATA SHEET HAS BEEN ESTABLISHED WITH THE ENGINE MANUFACTURER.

EVERY EFFORT HAS BEEN MADE TO ENSURE THAT THE DATA GIVEN ABOVE IS ACCURATE BUT CAV CANNOT GUARANTEE THAT PUMPS SET TO THESE FIGURES WILL REPEAT ORIGINAL ENGINE PERFORMANCE AS THIS IS DEPENDENT ON MANY FACTORS IN ADDITION TO THE FIE.

Anexo No. 3.
Planos

Anexo No. 4.
Descripción de
herramientas

ACOPLE	DESCRIPCIÓN	FOTO
<p>ACOPLE CÓNICO</p>	<p>Se ubica el estriado del acople con el estriado del eje de la bomba en una sola posición.</p>	
<p>BRIDA</p>	<p>Se coloca en la bancada del banco de pruebas, el cual sujeta la bomba de inyección.</p>	
<p>CAÑERÍAS</p>	<p>Va conectado en la bomba de inyección hacia los inyectores que se encuentra en el banco de pruebas.</p>	
<p>MEDIDOR DEL ANGULO DE AVANCE</p>	<p>Sirve para verificar el valor en grados de avance en que se encuentra el aro de levas.</p>	
<p>EXTRACTOR DEL ROTOR DE ALIMENTACIÓN</p>	<p>Sirve para aflojar el rotor de alimentación.</p>	
<p>DADO PARA PERNO DEL VARIADOR DE AVANCE</p>	<p>Sirve para sacar el perno con formula de rotula que sujeta el anillo de levas.</p>	



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor: **BYRON ORLANDO GUALA PILLO**

En la ciudad de Latacunga, a los 08 días del mes de julio del 2016.

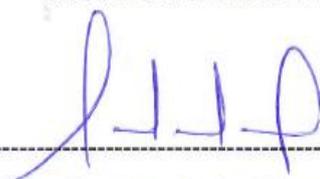


Ing. Germán Erazo
DIRECTOR DEL PROYECTO

Aprobado por:



Ing. Danilo Zambrano
DIRECTOR DE CARRERA



Dr. Juan Carlos Díaz
SECRETARIO ACADÉMICO

