



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ACCESORIOS PARA LA CALIBRACIÓN DE BOMBAS LINEALES TIPO A-P PARA EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS-815

**AUTORES: CARLOS DANIEL ARÉVALO ROCHA
JOSÉ RAÚL TEJADA CRUZ**

DIRECTOR: ING. GERMÁN ERAZO

LATACUNGA

2016



Objetivo general

- Diseñar y construir accesorios que permitan realizar con precisión la calibración de bombas lineales tipo A-P mediante el uso del banco de pruebas Bosch EPS-815.

Objetivos específicos

- Investigar fuentes de información confiable en bases digitales, bibliotecas virtuales, artículos científicos.
- Analizar los requerimientos de trabajo de los bancos de prueba para la calibración de las bombas lineales tipo A y P.
- Diseñar y construir herramientas que permitan el uso eficaz del banco de pruebas Bosch EPS 815 para la precisión en el proceso de calibración de las bombas lineales A y P.
- Realizar pruebas de funcionamiento de las herramientas, en el banco de pruebas y verificar el correcto accionamiento de las mismas.
- Desarrollar un manual de uso del banco de pruebas Bosch EPS 815 para la precisión en la calibración de bombas lineales tipo A y P.



Introducción

Características de las bombas de inyección

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

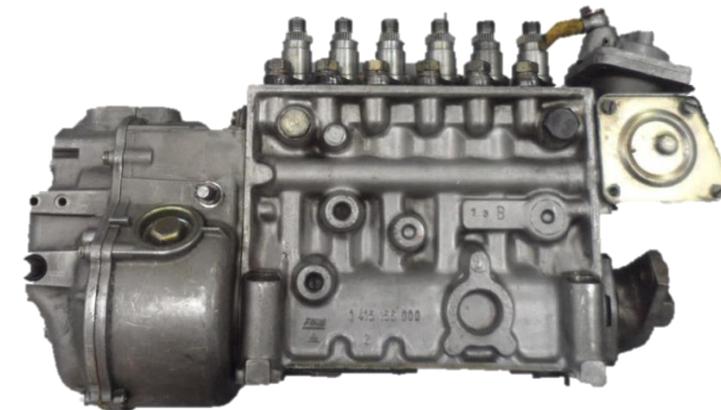
Fuente: (BOSCH , 2015)

Ajustar reglajes de caudal y presión de combustible a diferentes revoluciones.



Bomba de inyección en línea tipo A

Bomba de inyección en línea tipo P



1. Diseño de Herramientas

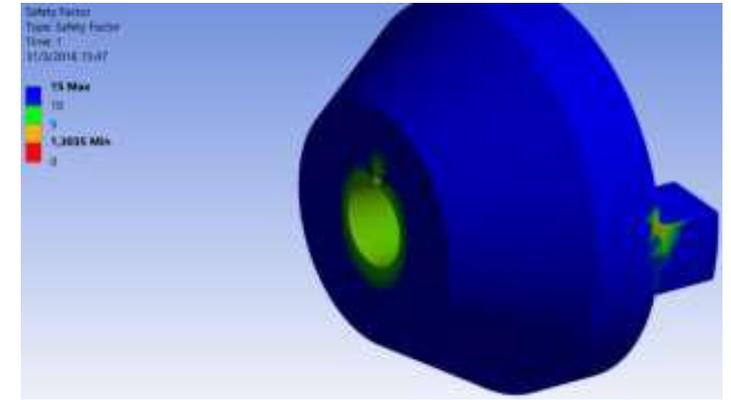
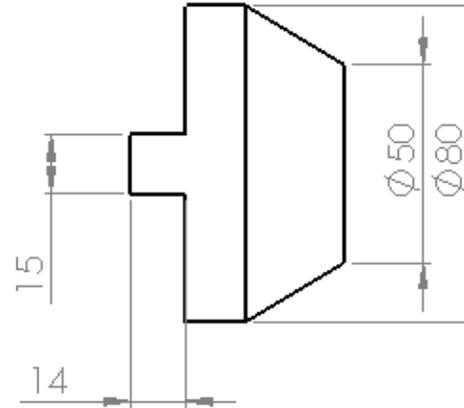
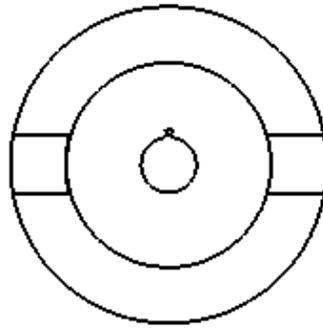
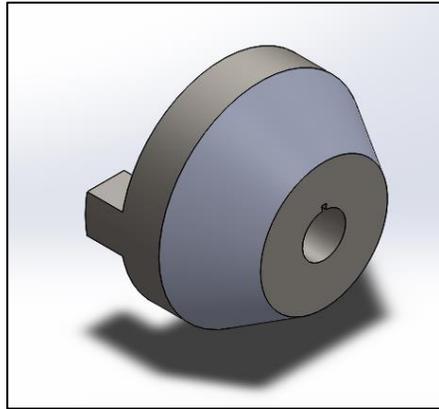


Diseño de acople:

Características técnicas del motor de banco EPS 815.

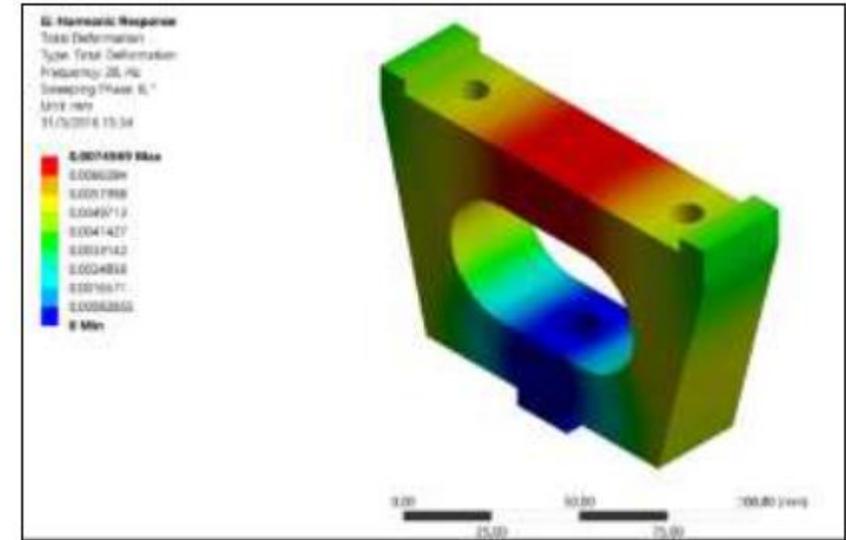
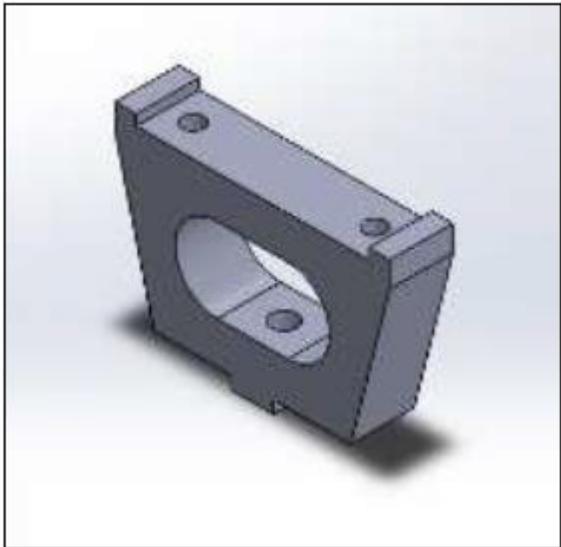
Especificaciones técnicas	
Potencia liberada	10.2 (kW)
0 a 590 (rpm)	164 (N-m)
0 a 1500 (rpm)	65 (N-m)
A 2500 (rpm)	38 (N-m)

H1: se asume un factor de 1.5



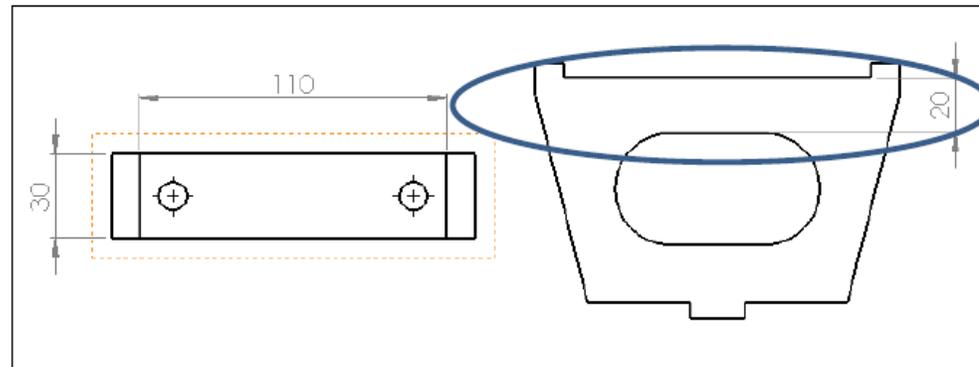
$$n = 1.51$$

Base para bancacada

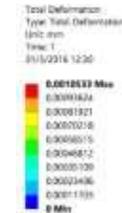
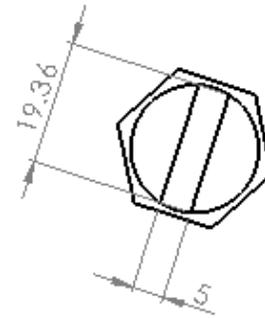
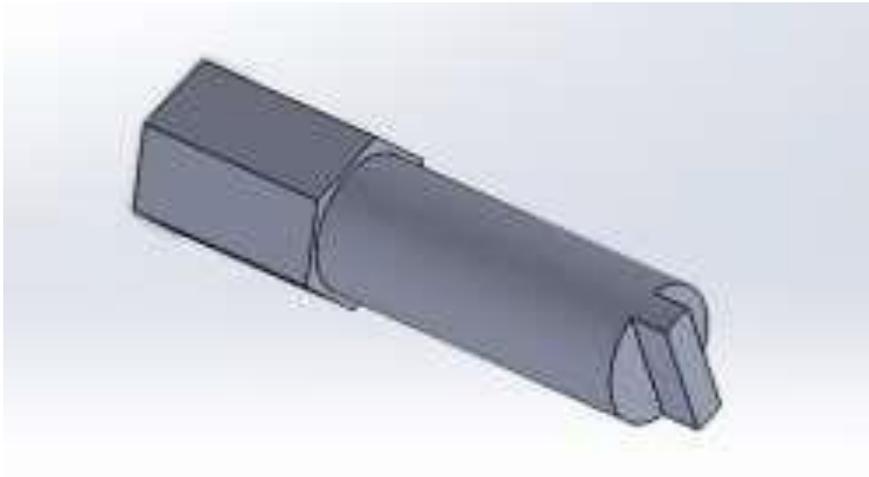


$$\omega n = 6202.5 \text{ rad/s}$$
$$\omega = 55 \text{ rad/s}$$
$$0 < \omega/\omega n < 1.$$

$$X_{max} = 8.23 \times 10^{-6} \text{ m}$$



Copa para tuerca cilíndrica de masas



$$n = 1.96$$

Copa para tuerca cilíndrica de
masas

100N-m

Diámetro de 20mm con
destaje de 5mm de ancho



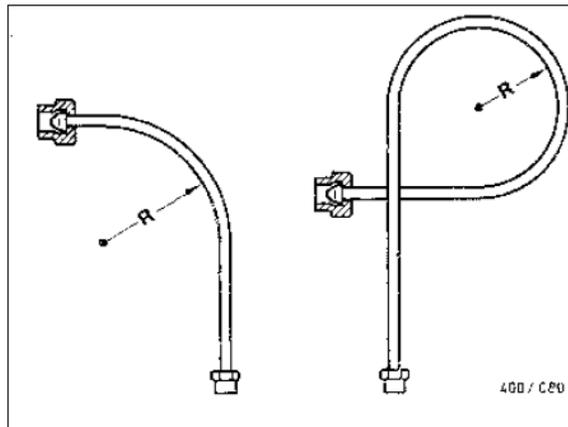
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Cañerías.

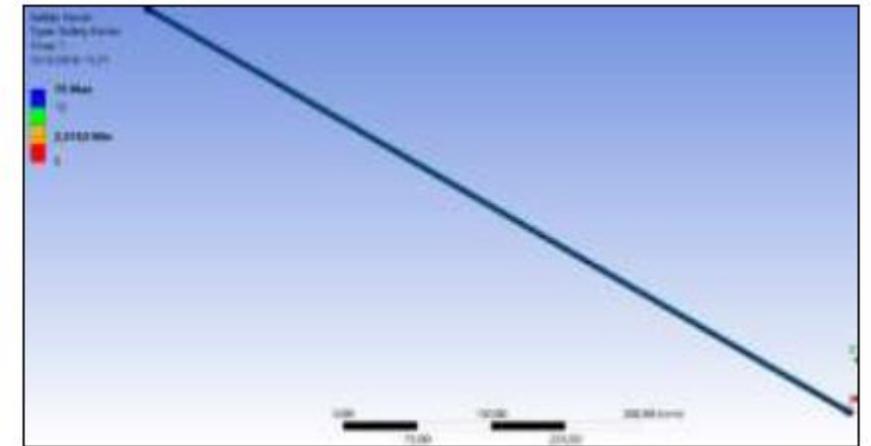
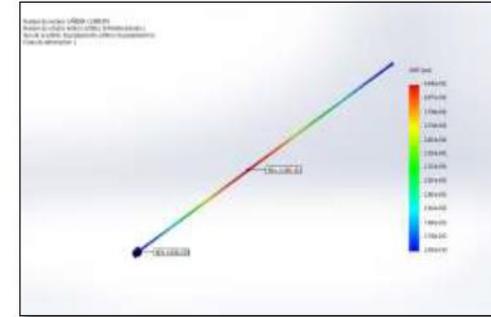
Propiedades mecánicas del ACERO ASTM A53.

	Grado A	Grado B
Resistencia a la tracción, min:	48,000 psi [330 MPa]	60,000 psi [415 MPa]
Fluencia, min:	30,000 psi [205 MPa]	35,000 psi [240 MPa]

Fuente: (Sunny Steel Enterprise Ltd.)



600 mm



$n = 2.51$

Accesorios y herramientas para la bomba de inyección tipo P

Empujadores



Llave de dado para racor



Llave para extraer la tuerca del regulador



Accesorios y herramientas para la bomba de inyección tipo A

Brida para acoplamiento



Herramienta para sujetar los muelles



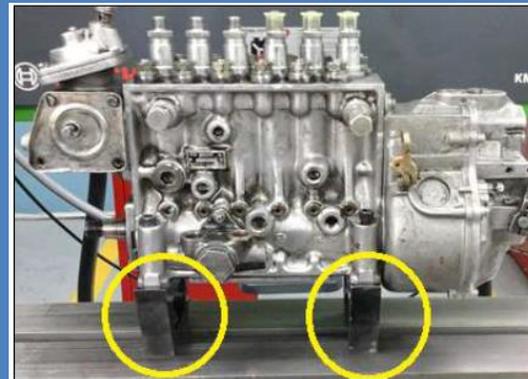
Extractor



Acople cónico



Bases para bancada

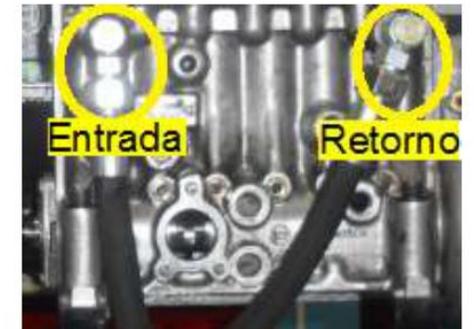


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

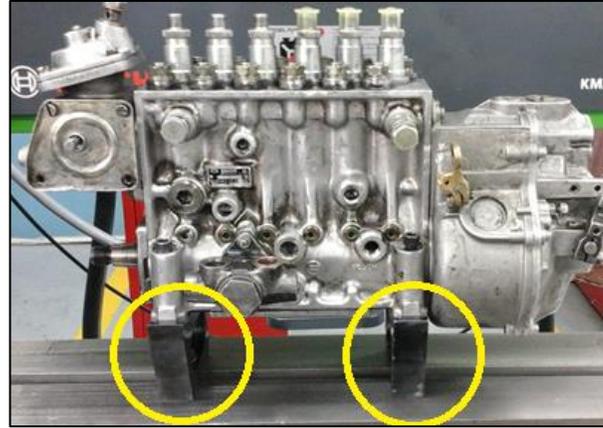
Partes del banco EPS 815



Comp.	Visuali
 KMA 802	Rojo Verde
 DZE 800	Rojo Verde
 CRE 800	Rojo Verde Amarillo
 CRI 800	Rojo Verde Amarillo



MONTAJE DE LA BOMBA DE INYECCIÓN LINEAL TIPO P EN EL BANCO BOSCH EPS 815



Montaje de las bases

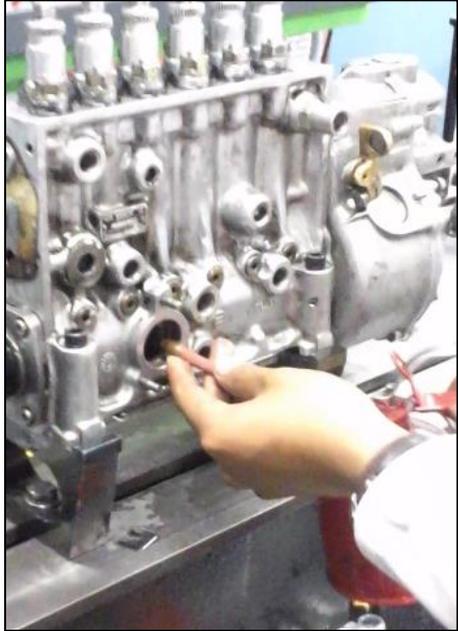
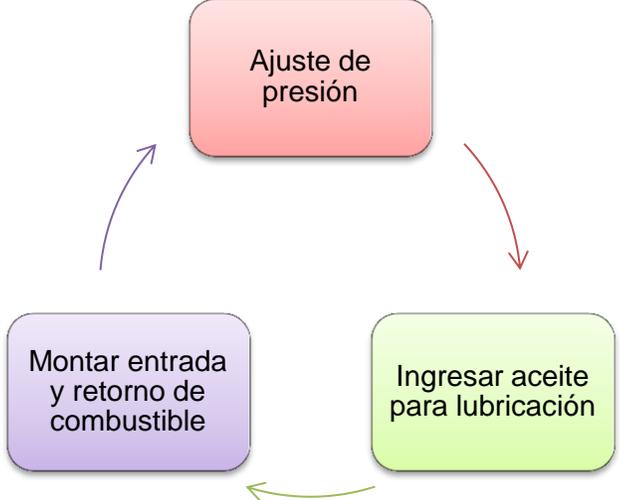
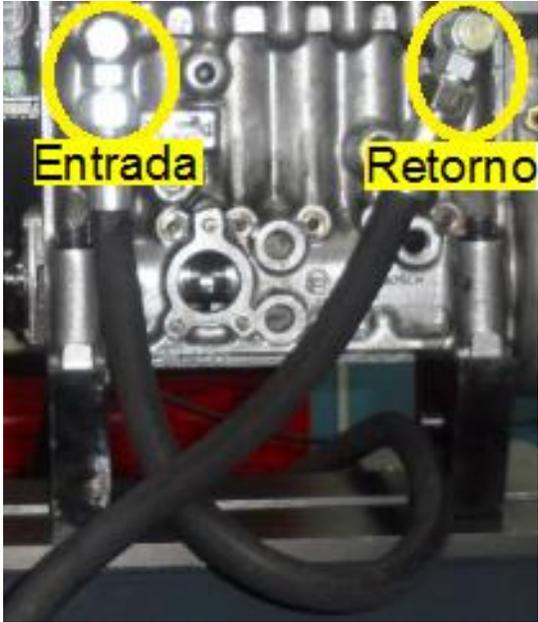
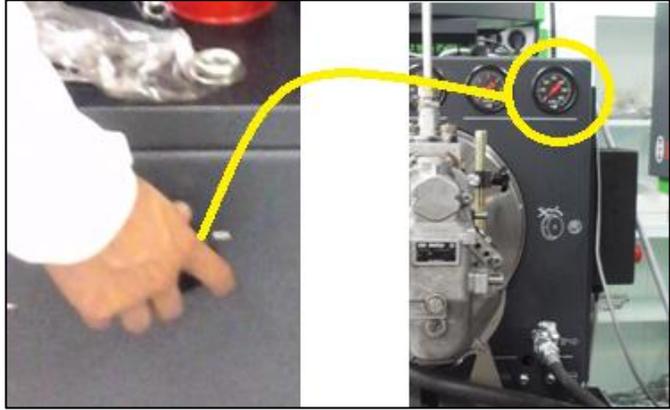


Ajuste del acople cónico

Colocar y ajustar las cañerías



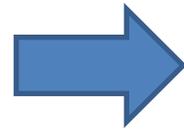
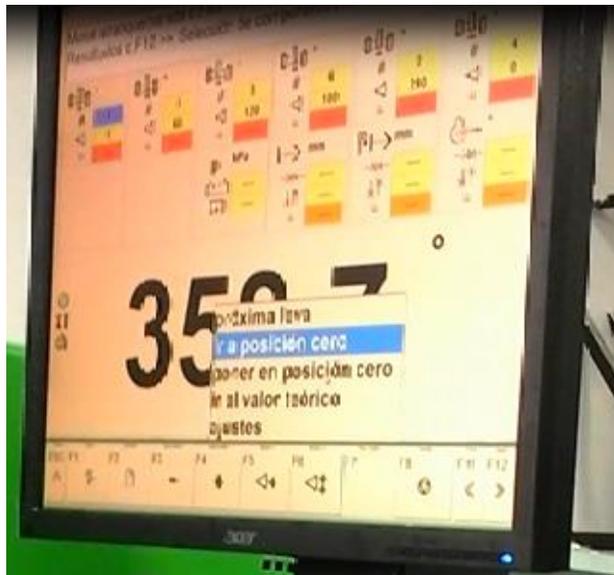
MONTAJE DE LA BOMBA DE INYECCIÓN LINEAL TIPO P EN EL BANCO BOSCH EPS 815



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Comienzo de alimentación:

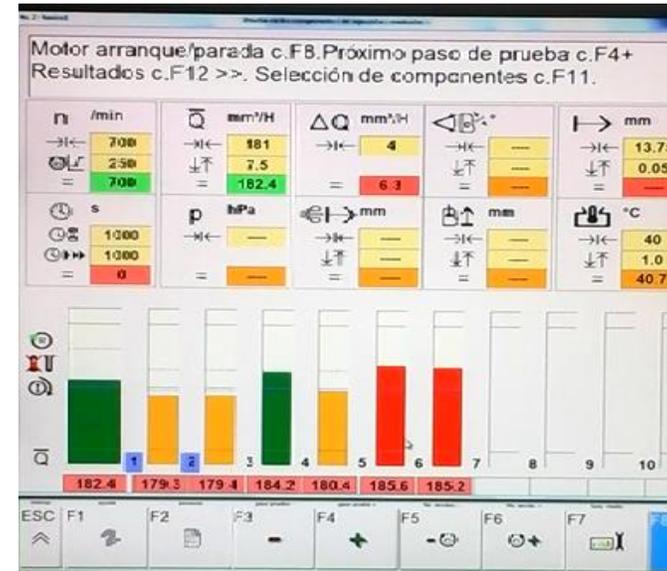
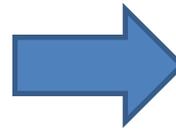
Orden de levas	1-5-3-6-2-4
Decalaje angular árbol de levas ($^{\circ}$) (+- 0.50)	0-60-120-180-240-300



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

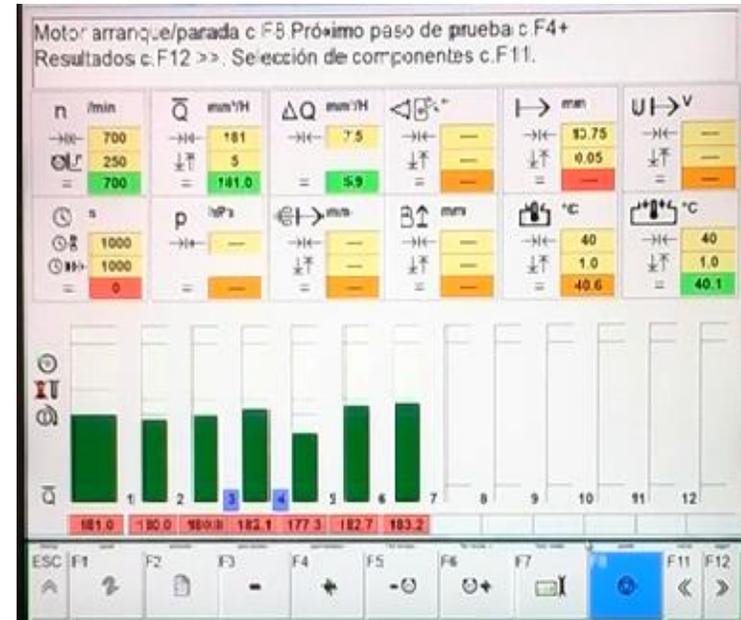
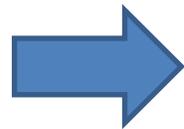
Ajuste básico a altas revoluciones:

Revoluciones (rpm)	700
Carrera de regulación (mm)	13.75 (+0.05)
Caudal alimentación (cm ³) /1000 carreras	181 (+4)



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

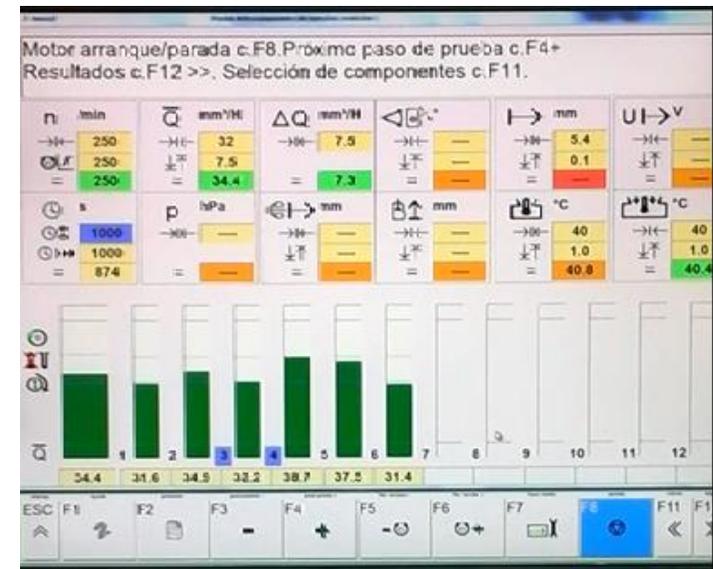
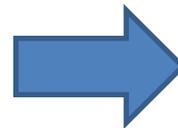
Calibración de caudal



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Ajuste básico a bajas revoluciones

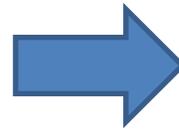
Revoluciones (rpm)	250
Carrera de regulación (mm)	5.4 (+-0.1)
Caudal alimentación (cm ³) /1000 carreras	32 (+-2.5)



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Carreras de manguito

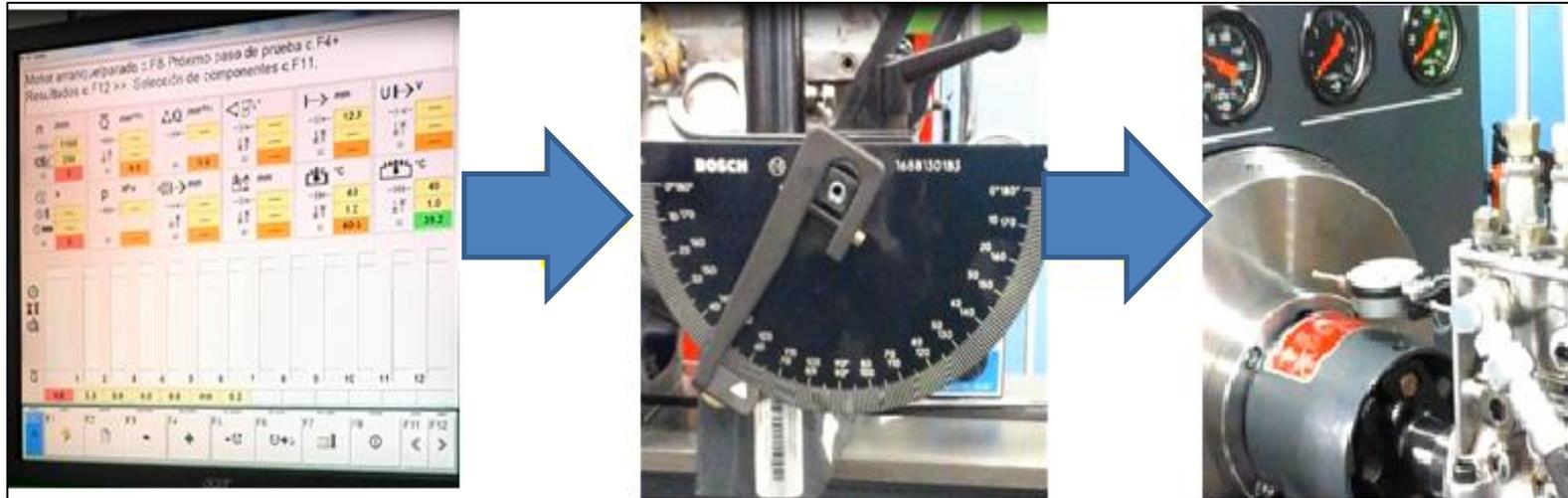
Carreras de manguito	
Revoluciones (rpm)	Carreras de manguito (mm)
950	6.5 (+-0.2)
250	1.2 (+-0.1)
500	4.5 (+-0.4)
700	6.5 (+-0.2)
1100	7.25 (+-0.25)



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Palanca de mando régimen superior:

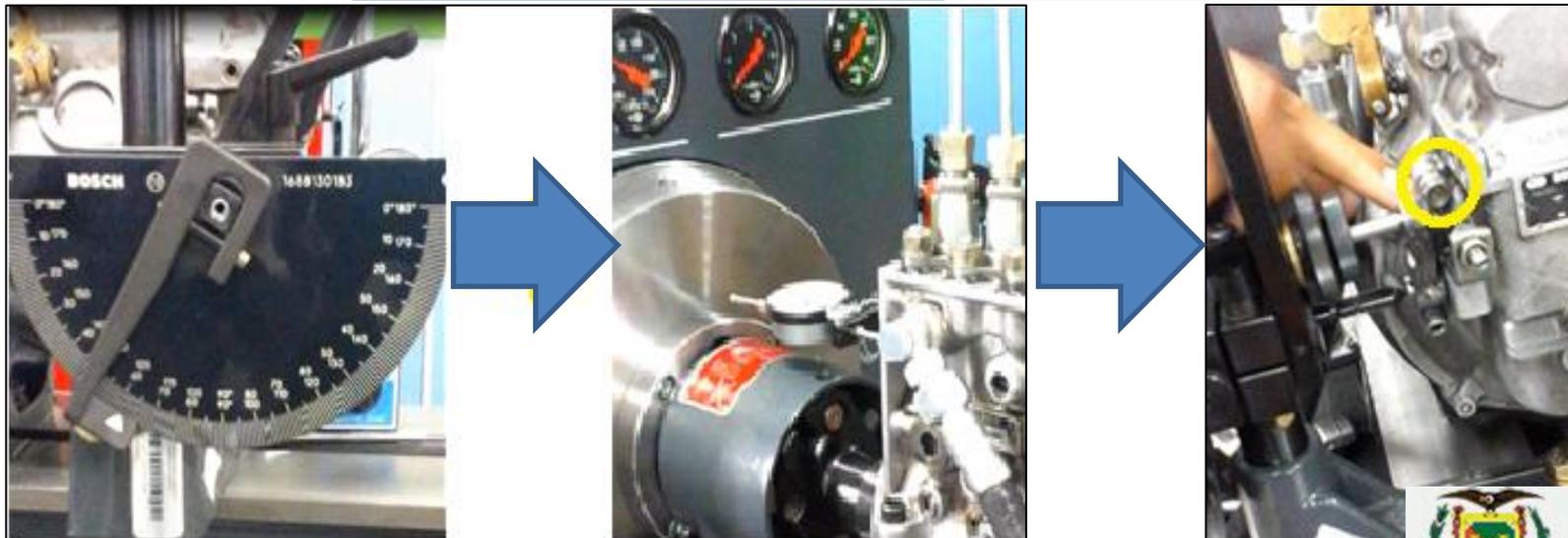
Posición de palanca de mando (°)	119 (+-4)
Carrera de regulación (mm)	12.7
Revoluciones (rpm)	1165 (+-5)
Carrera de regulación (mm)	4
Revoluciones (rpm)	1255 (+-15)
Carrera de regulación (mm)	0.50 (+-0.50)
Revoluciones (rpm)	1350 (+-5)



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Palanca de mando régimen inferior

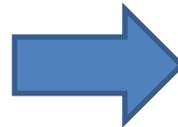
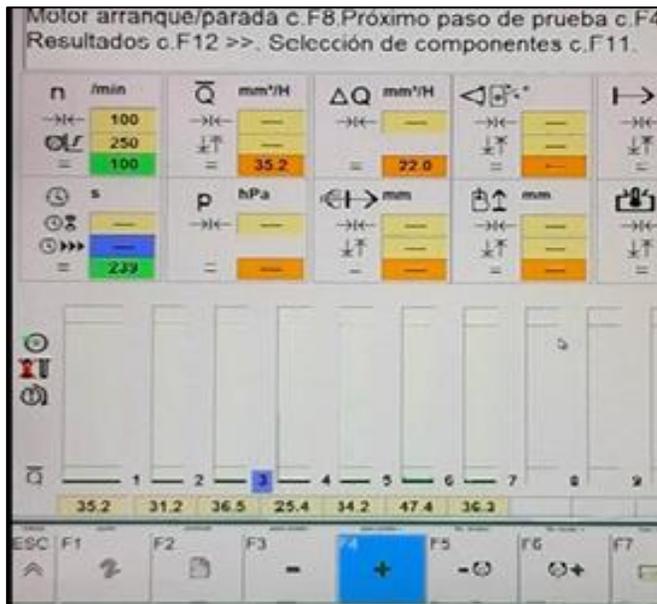
Posición de palanca de mando (°)	11 (+-4)
Carrera de regulación (mm)	5.4 (+-0.1)
Revoluciones (rpm)	250
Carrera de regulación (mm)	2
Revoluciones (rpm)	375 (+-30)
Carrera de regulación (mm)	>6.8
Revoluciones (rpm)	100



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Ralentí Inferior:

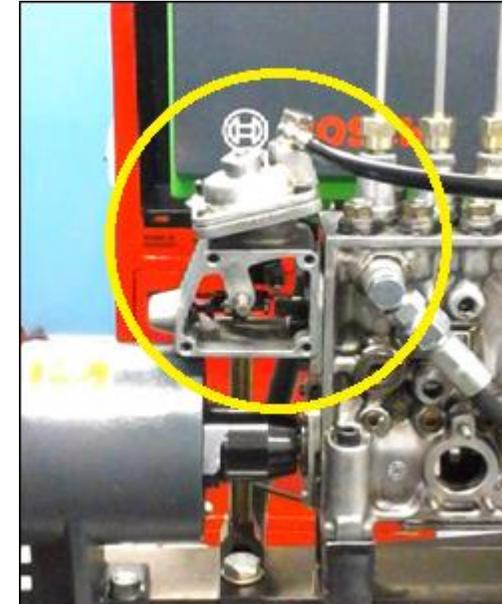
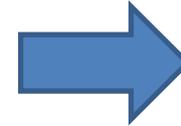
Revoluciones (rpm)	250
Caudal de alimentación (cm3)	32 (+4.5)



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

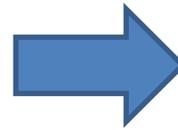
Plena carga en función del regulador LDA

Revoluciones (rpm)	500
Presión (hPa)	1200
Carrera de regulación	13.75 (+-0.05)
Revoluciones (rpm)	500
Presión (hPa)	750
Carrera de regulación	3.45 (+-0.05)
Revoluciones (rpm)	500
Presión (hPa)	300
Carrera de regulación	0.85 (+-0.01)

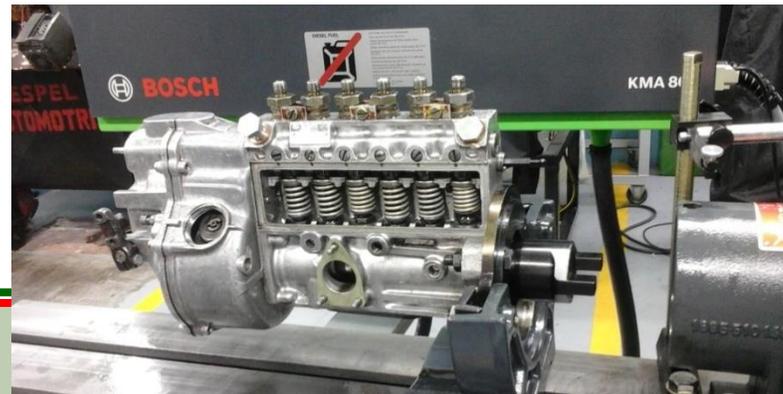
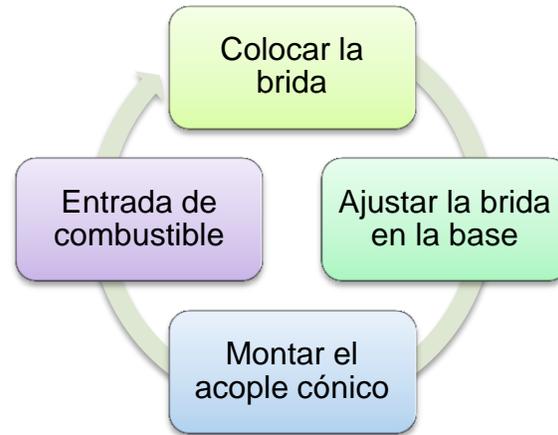


PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

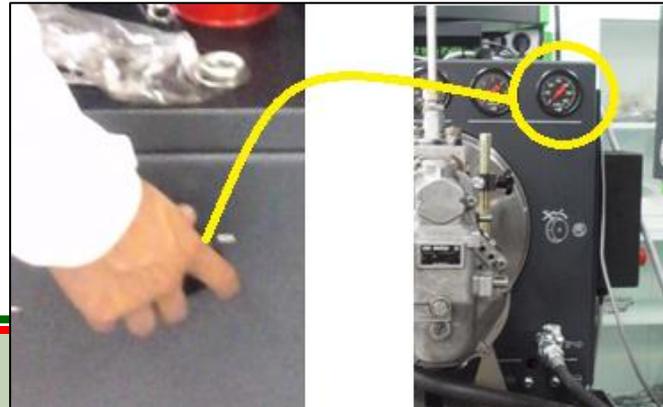
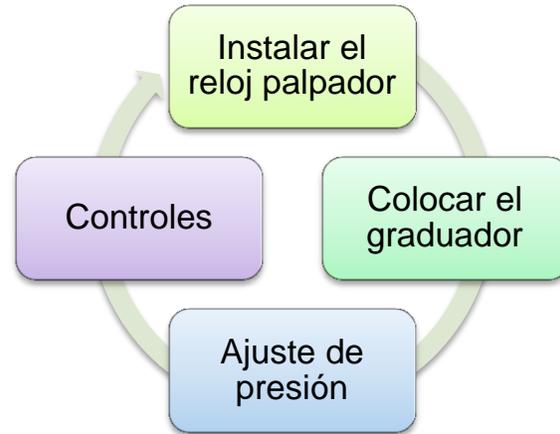
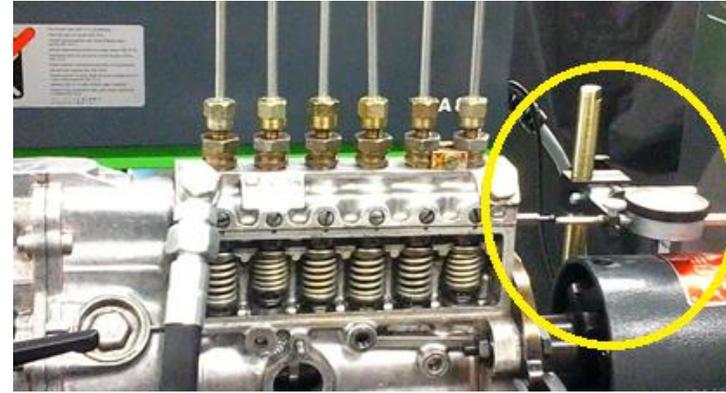
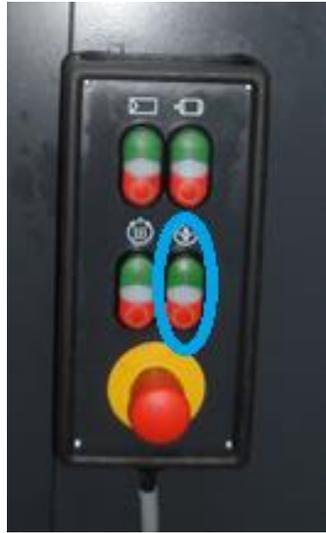
Calibración del regulador



MONTAJE DE LA BOMBA DE INYECCIÓN LINEAL TIPO A EN EL BANCO BOSCH EPS 815



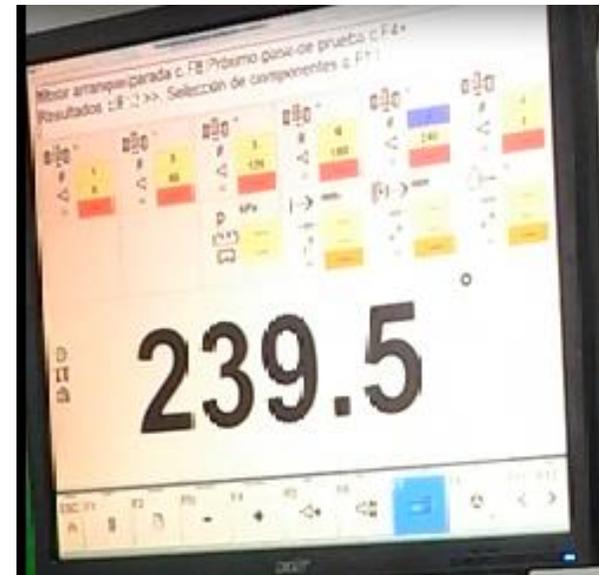
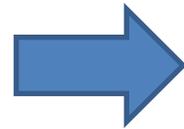
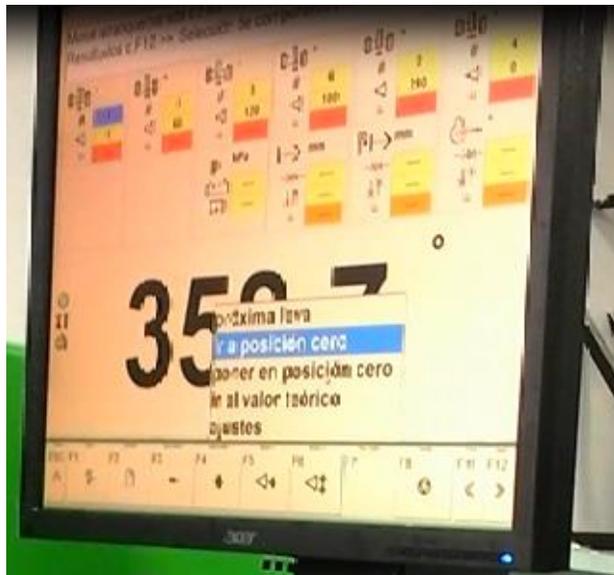
MONTAJE DE LA BOMBA DE INYECCIÓN LINEAL TIPO A EN EL BANCO BOSCH EPS 815



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Comienzo de alimentación:

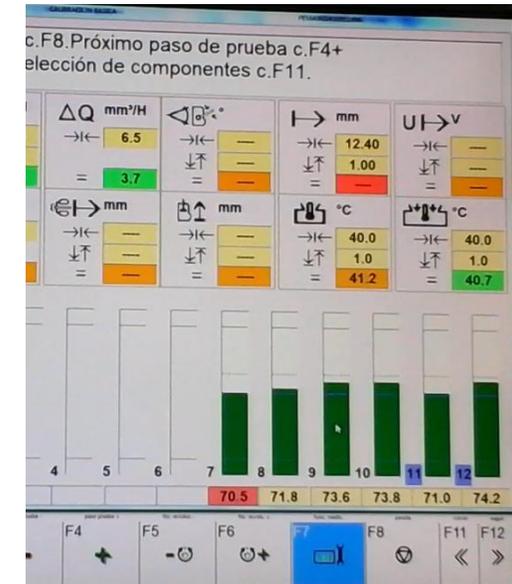
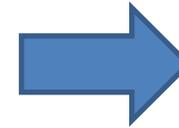
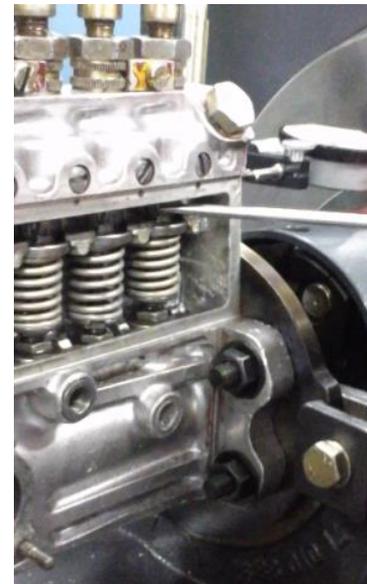
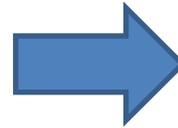
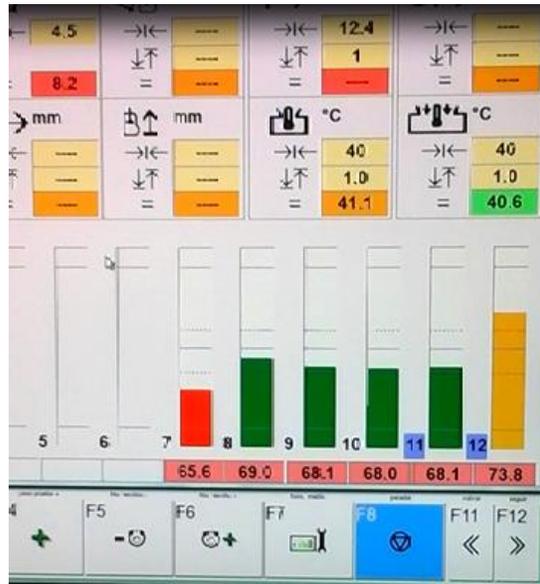
Orden de levas	1-5-3-6-2-4
Decalaje angular árbol de levas ($^{\circ}$) (+- 0.50)	0-60-120-180-240-300



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Caudal suministrado:

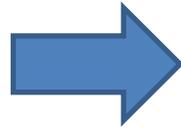
Revoluciones (rpm)	Caudal (mm^3)
1300	70.5-71.5
274	4-9



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Ralentí

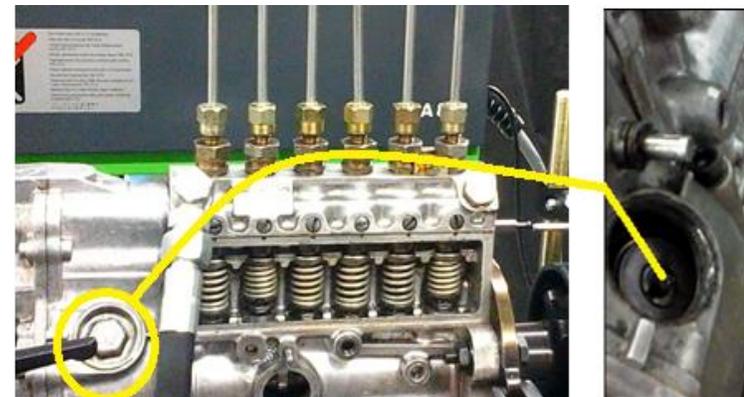
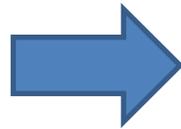
Revoluciones (rpm)	Recorrido de la palanca de regulación (mm)
275	6



PRUEBAS REALIZADAS EN EL BANCO DE PRUEBAS BOSCH EPS 815

Regulación del regulador

Revoluciones (rpm)	Recorrido de la palanca de regulación (mm)
700	16
1360	11,4
1450	4
1600	<1



RESULTADOS OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN DE LA BOMBA DE INYECCIÓN TIPO A

 BOSCH		EPS945	V 3.84	10.05.2016 10:54:45 prueba general
Cliente		Centro de peritación		
Número de cliente				
Número de pedido				
Teléfono				
Fax				
comentario		verificador		
Número de tipo-pieza	Fórmula de tipo	direcc. giro	compensación	
0400846426	PES6A90D410RS2494			
Fabricante	Componente	Tipo	sitio regulac	temperatura
Bosch	PE	Mecánico		40 °C
porta-iny.ensayo	Tubo pres.ensayo	fecha modificac.	No.equipo prueba	
		06.05.2016		
queja				
resultado				
comentario				
#	1	AJUS.BOMBA		Medic. ángulo
	FASE			
#	2	BASICO		Aforo
	CALIBRACION BASICA			
#	3	BASICO		Aforo
	AJUSTE BASICO			

CONCLUSIONES.

Se diseñó: bases de bancada, brida de sujeción, acoples cónicos, cañerías de presión que permiten la precisión en la calibración de bombas lineales tipo A-P mediante el uso del banco de pruebas Bosch EPS-815

Se construyó: extractor de masas, copa para tuerca cilíndrica y levanta propulsores que permiten el ajuste y servicio de las bombas de inyección lineal tipo A y P.

Se realizó pruebas de funcionamiento de comienzo de la alimentación, marcha inicial, entrega máxima de combustible, verificación de entrega de combustible a diferentes regímenes, operación, corte de combustible de las bombas de inyección lineal tipo A y P, en el banco de pruebas y se verificó el correcto funcionamiento de las mismas.

Se realizó análisis de movimiento vibratorio usando técnicas de diseño en las bases de bancada para verificar el correcto funcionamiento del sistema bomba de inyección – banco de pruebas, obteniendo deformaciones máximas de $8.23 \times 10^{-6} m$.

Se obtuvo resultados confiables de acuerdo a cada una de las hojas de calibración tanto de la bomba de inyección lineal tipo A y P.

Se utilizó herramientas de diseño asistido por computador sometiendo a las herramientas bases y acoples a distintas condiciones de esfuerzos, obteniendo factores de seguridad entre 1.23 a 2, garantizando la confiabilidad de uso de las mismas

RECOMENDACIONES

Para realizar cualquier calibración siempre debe guiarse de los valores especificados en las tablas de calibración, teniendo en cuenta el tipo de bomba de inyección.

Diseñar y construir módulos electrónicos para la calibración de bombas y equipo de inyección de riel común CRDI, y HEUI para la complementación del banco de pruebas Bosch EPS 815.

Diseñar y construir módulos electrónicos para la calibración de bombas y equipo de inyección electromecánicos VP37, VP44 para la complementación del banco de pruebas Bosch EPS 815.

El ejecutar cualquier ensayo en el banco de pruebas Bosch EPS 815 debe realizarse con precaución, aplicando siempre las normas de seguridad para evitar accidentes, debido a que trabaja a altas revoluciones.

Para mantenerle en buen estado al banco de pruebas siempre hay que brindarle un mantenimiento en cuanto al cuidado que debemos brindarle con el fin de alargar su vida y rendimiento.

Verificar el estado en que se encuentra el aceite de pruebas para evitar daños mayores y poder alargar la vida útil del banco de pruebas Bosch.

Al realizar el montaje de las bombas de inyección en el banco de pruebas se debe tener en cuenta que un apriete adecuado en los diferentes pernos que sujetan la bomba puede evitar accidentes.