

MODIFICACION SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE EMBRAGUE BUS
MERCEDES BENZ LO915

JOHN FREDDY HERRERA VALBUENA

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
BOGOTA D.C.
2014

MODIFICACION SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE EMBRAGUE BUS
MERCEDES BENZ LO915

JOHN FREDDY HERRERA VALBUENA

INFORME DE PASANTIA

Director
ING. JAIME PEÑA HERNANDEZ

ESCUELA COLOMBIANA DE CARRERAS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
BOGOTA D.C.
2014

Nota De Aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del Director

Bogotá D.C. Mayo de 2014

Dedicatoria

Con todo mi amor y respeto para las personas que hicieron todo lo posible para que yo lograra mis sueños, por apoyarme de la mejor manera cuando más lo necesitaba, a ustedes mi más grande y sincero agradecimiento...

Mis padres.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS.....	
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	
LISTA DE ANEXOS.....	
INTRODUCCION.....	4
1. JUSTIFICACION.....	5
2. ANTECEDENTES.....	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
4. OBJETIVOS.....	8
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	8
4.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	8
5. MARCO CONCEPTUAL.....	9
6. MARCO TEORICO.....	10
6.1 Sistemas de accionamiento del embrague.....	10
6.2 Clasificación sistema de accionamiento	
6.2.1 Pilotados por un pedal.....	10
6.2.2 Accionamiento mecánico.....	11
6.2.3 Accionamiento hidráulico.....	11
6.3 Pilotados Electrónicamente.....	12
6.3.1 Embragues electromagnéticos.....	12
6.3.2 Embragues hidráulicos.....	13
7. DISEÑO METODOLOGICO.....	13
7.1 Proceso de diseño.....	13
7.2 Identificar la necesidad.....	14
7.3 Identificar características de los componentes.....	15
7.3.1 Sistema de embrague bus mercedes Benz LO95.....	15
8. CALCULO DE MEDIDAS Y PRESIONES DEL ACTUAL SISTEMA.....	16

9. DISEÑO MODIFICACION SISTEMA EMBRAGUE.....	17
9.1 Realizar cálculos de la implementación.....	17
9.2 Calculo fuerza cilindro esclavo.....	17
9.3 Calculo fuerza resultante de la horquilla.....	18
10. SIMULACION CINEMATICA.....	19
10.1 Descripción.....	19
10.2 Suposiciones.....	20
10.3 Propiedades del estudio.....	21
10.4 Unidades.....	21
10.5 Propiedades del material.....	21
10.6 Cargas y sujeciones.....	22
10.7 Información de malla.....	23
10.7.1 Información de malla (detalles).....	23
10.8 Fuerzas Resultantes.....	23
10.8.1 Momentos de Reacción.....	24
10.9 Resultado del estudio.....	24
11. RECURSOS.....	30
12. CONCLUSIONES.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	32

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación sistema de accionamiento embrague.....	10
Figura 2. Embrague sistema hidráulico y mecánico.....	12
Figura 3. Embragues electromagnéticos.....	13
Figura 4. Ficha técnica bus mercedes Benz LO915.....	15
Figura 5. Componente a modificar.....	16
Figura 6. Bomba balinera (embrague).....	16
Figura 7. Cilindro auxiliar embrague.....	17
Figura 8. Datos horquilla embrague a instalar.....	18
Figura 9. Diseño de horquilla embrague en software solidworks.....	19
Figura 10. Descripción del elemento.....	20
Figura 11. Especificaciones del elemento a estudiar.....	21
Figura 12. Unidades utilizadas.....	21
Figura 13. Propiedades del material de la horquilla.....	21
Figura 14. Propiedades del punto de sujeción.....	22
Figura 15. Propiedades de carga (<i>horquilla</i>).....	22
Figura 16. Información de la malla.....	23
Figura 17. Información detallada de la malla.....	23
Figura 18. Descripción fuerzas resultantes.....	23
Figura 19. Descripción momentos de reacción.....	24
Figura 20. Resultado del estudio de desplazamiento de la horquilla.....	24
Figura 21. Resultado de la deformación unitaria.....	25
Figura 22. Resultado factor de seguridad.....	26
Figura 23. Resultado comprobación de fatiga.....	27
Figura 24. Resultado prueba de tensiones.....	28
Figura 25. Resultado percepción de diseño 1.....	29
Figura 26. Resultado percepción de diseño 2.....	29

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
ILUSTRACION 1. Flujo del proceso de implementación.....	14
ILUSTRACION 2. Procedimiento utilizado para la medición del fluido.....	17

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Registro Fotográfico 1.....	33
ANEXO 2. Registro Fotográfico 2.....	34
ANEXO 3. Registro Fotográfico 3.....	35
ANEXO 4. Acta Opción de Grado.....	36
ANEXO 4. Acta Cesión de derechos.....	37

INTRODUCCION

El presente informe hace relación a la modificación del sistema de accionamiento del embrague realizado a un bus mercedes Benz LO915, el cual se genera a partir de las necesidades de un centro de mantenimiento automotriz que a diario presenta inconvenientes con este sistema.

Se basa en la utilización de una investigación informativa (expositiva) en la cual basada en fuentes confiables (base de datos de la empresa) se demostrara que el actual sistema de accionamiento de embrague genera pérdidas de tiempo y dinero debido a la cantidad de veces que ingresa el móvil por la misma falla. Se considera por ello la cantidad de entradas del móvil al taller, el tiempo de permanencia en éste, los costos de inversión, la reincidencia en la reparación, la garantía de la reparación. De este modo se comprueba que el actual sistema de accionamiento no es el adecuado y se requiere por tanto de una modificación que no genere fallas recurrentes en el sistema

Se espera que este informe sea de agrado y entendimiento para todos aquellos que tengan la oportunidad de leerlo

1. JUSTIFICACION

En los vehículos el sistema de accionamiento de embrague debe tener la suficiente resistencia para lograr transmitir todo el par motor a la transmisión manual y ésta a las ruedas por medio del diferencial para generar movimiento.

La línea mercedes Benz LO915 objeto del presente informe presenta inconformidades ya que la cantidad de entradas al taller por falla en el sistema de embrague es muy elevada y muy frecuente, ocasionando así la baja disponibilidad, el reingreso en mantenimiento correctivo y los tiempos muertos, entre otros.

Para cumplir con los requerimientos de desplazamiento, a estos vehículos se les puede reemplazar el componente que ocasionó la falla (retenedor), pero esto conlleva a la nueva intervención a los pocos días por la misma deficiencia.

Para corregir esta falla de manera efectiva se puede realizar el cambio total del sistema, es decir, desde el pedal del embrague hasta la prensa, pero el costo y el tiempo de ejecución son muy elevados. De igual manera se puede modificar parte del sistema actual de accionamiento por uno que sea acorde con los requerimientos, evitando así la pérdida de resistencia y por ende la permanencia en taller, mejorando la disponibilidad y beneficiando a propietarios y/o administradores.

2. ANTECEDENTES

En la actualidad los cambios que se han realizado al sistema de accionamiento de embrague para cumplir con las características de los terrenos y de movilidad son muy pocos. Uno de ellos fue el cambio total de accionamiento, para esto fue necesario el cambio del sistema desde el punto de apoyo del pedal hasta la horquilla, pasando por la eliminación de la tubería del sistema hidráulico.

Esta modificación se realizó en un vehículo intermunicipal de la misma línea mercedes Benz LO915 y se cambió prácticamente todo el sistema de accionamiento de embrague. Los resultados fueron satisfactorios y los costos de implementación elevados.

Este sistema para su modificación requirió de tiempo para su modificación, así como también de implementar puntos de apoyo, ya que el sistema utilizado fue de palancas y tubos que al final cumplieron con los requerimientos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa para la cual se desarrolló la modificación explícita en el presente informe, ofrece mantenimientos preventivos, predictivos y correctivos a cerca de 350 vehículos que son de su propiedad. Dentro de los cuales se encuentran mercedes Benz LO915 que, por sus características presentan un sistema de accionamiento de embrague no acorde con las necesidades de la empresa.

Cabe la pena resaltar que el actual sistema de embrague es muy eficiente y por su diseño es de suave operación comparado con otros vehículos de las mismas particularidades

La causa principal para que se necesite modificar el sistema de accionamiento es el uso frecuente y repetitivo del sistema de embrague al que se ven obligados los operadores (conductores). Este uso frecuente y repetitivo en lapsos de tiempos muy cortos causa daños en el sistema y se debe a las condiciones de desplazamiento, es decir, el estado de las vías, los terrenos de desplazamiento a los que se ven sometidos estos vehículos ocasionando prejuicios al sistema. A esto se le suma la puesta de funcionamiento frecuente del embrague debido a que el flujo vehicular es lento y pausado, requiriendo así que el pedal del embrague sea accionado con frecuencia en periodos de tiempo muy cortos.

Por lo anterior se hace necesario para este vehículo diseñar y/o modificar el sistema de accionamiento actual por uno que esté acorde con los requerimientos de desplazamiento.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Presentar la modificación del sistema de accionamiento de embrague.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Presentar los procedimientos.
- Realizar un análisis de falla
- Realizar por parte del alumno la modificación del sistema
- Consultar a través del uso de software las diferentes fallas.
- Indagar en fuentes de diseño los cálculos

5. MARCO CONCEPTUAL

Dentro del marco conceptual y como fuentes primarias que constituyen el objeto del presente informe de pasantía y proporcionando los datos de primera mano se encuentran los libros de mantenimiento automotriz, entre los cuales se destacan los manuales de fabricante de los buses correspondientes al propósito del presente informe.

La información necesaria para la modificación del sistema de embrague en los buses mercedes Benz LO915, se encuentra en los libros de diseño de máquinas, ya que es allí donde se tiene presente los diversos conceptos así como también los procedimientos, datos y técnicas de análisis de decisiones que son realmente necesarios para el diseño e implementación de elementos de sistemas mecánicos.

Para modificar un sistema se debe tener en cuenta los requisitos de funcionamiento de cada uno de sus componentes. Por ejemplo para modificar un sistema de embrague es necesario tener presente la potencia transmitida al sistema motriz, potencia que será la requerida para que el sistema de accionamiento no sufra fallas al momento de realizar cambios.

6. MARCO TEORICO

Al momento de requerirse la modificación de un componente de un vehículo es fundamental conocer el principio de funcionamiento de un embrague así como también el proceso de modificación que se abarca. Por lo cual se revisara en que consiste un sistema de accionamiento

6.1 SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

Son todos los elementos que se encargan de llevar la acción que el conductor realiza sobre el pedal hasta el embrague en sí. Permitiendo al usuario del vehículo la interrupción y la transmisión del torque del motor para efectuar el movimiento del vehículo y cambios de marcha¹:

6.2 CLASIFICACIÓN SISTEMA DE ACCIONAMIENTO

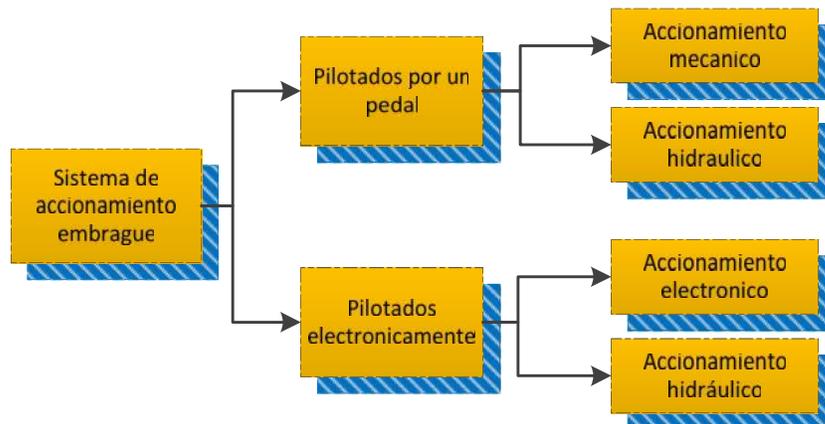


Figura 1. Clasificación sistema de accionamiento embrague

6.2.1 PILOTADOS POR UN PEDAL

Dentro de este sistema existen dos variantes:

¹ Tomado del libro; Sistemas de Transmisión y Frenado. Ferrer, Ruiz Julián. Soriano Domínguez José. Editorial Editex, 2008

6.2.2 ACCIONAMIENTO MECANICO:

Este mecanismo se basa en el accionamiento del sistema de embrague, mediante un cable de acero, unido por uno de sus extremos al pedal de embrague, y por el otro a una horquilla de embrague, unida ésta a su vez con el cojinete de embrague (fig. 1). Al pisar el pedal, el cable tira de la horquilla, aplicándole un esfuerzo capaz de desplazar al cojinete de embrague, deformando a su vez el diafragma del mecanismo de embrague, con el consiguiente desembragado del sistema. Al soltar el pedal, la fuerza de dicho diafragma, hace desplazar al cojinete en sentido contrario, y ésta a su vez al cable, con el consiguiente retorno del pedal de embrague a su estado de reposo. En el sistema de accionamiento del embrague por cable, se encuentran dos variedades. Por una parte se tiene el sistema en el que el cojinete de embrague, en posición de reposo, está en constante contacto con el diafragma, o con las patillas de accionamiento, según proceda. Y por otra, está el sistema en el que el cojinete de embrague y el diafragma, en posición de reposo, tienen una separación denominada guarda. Esta separación, se obtiene gracias a un muelle situado en la horquilla del embrague. ²

6.2.3 ACCIONAMIENTO HIDRAULICO

En este sistema se utiliza, para desplazar al cojinete de embrague y en consecuencia al mecanismo de embrague, un cilindro emisor (o bomba), y un cilindro receptor (o bombín). Están comunicados entre sí, a través de una tubería, el sistema funciona por medio del movimiento de unos émbolos situados dentro de los cilindros, dicho movimiento se efectúa a través de un líquido (el mismo que es utilizado en los sistemas de frenado). Cuando se presiona el pedal de embrague, este actúa directamente sobre el cilindro emisor, desplazando su émbolo, éste a su vez ejerce una presión sobre el líquido, que desplaza al émbolo del cilindro receptor. El cilindro receptor (o bombín), se comunica con el cojinete de embrague (en la mayoría de los casos), por medio de una horquilla. Esta está accionada por el cilindro receptor, por medio de un vástago, que permanece en contacto con el émbolo de dicho cilindro. Al desplazarse el émbolo por la fuerza del líquido, se desplaza el vástago y acciona la horquilla³

² Tomado del libro; Mecanica del Automovil. Crouse, William Harry.. Segunda edicion. Editoriaail Marcombo, 1993.

³ http://www.arpem.com/tecnica/embragueII/embragueII_p.html.Embrague-pilotado-por-pedal.

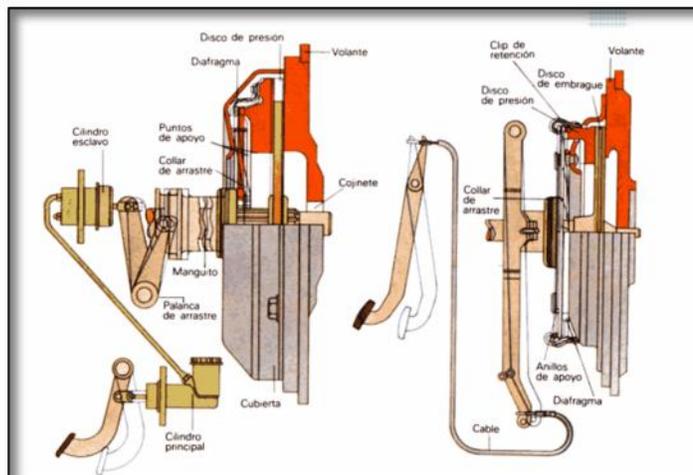


Figura 2. Embrague sistema hidráulico y mecánico. Fuente www.automotriz.net/tecnica/conocimientos.

6.3 PILOTADOS ELECTRONICAMENTE

El otro medio por el cual el conductor pilota el mecanismo de embrague, aunque esta vez sin la existencia del pedal de embrague. En este mecanismo el mando del sistema, está encomendado a un sistema electrónico de gestión accionado por la electrónica o la hidráulica.

6.3.1 EMBRAGUES ELECTROMAGNETICOS:

Están formados por un elemento conductor fijado al volante de inercia en el que se encuentra polvo metálico, un elemento conducido ensamblado sobre el primario de la caja de cambios con una bobina que es alimentada a través de unas escobillas y un calculador electrónico, que recibe información de la posición de la palanca de cambios, del régimen del motor, de la velocidad del vehículo, y de la posición del pedal del acelerador (fig.3). El embrague es gestionado por corrientes de intensidad variable.⁴

⁴ http://www.arpem.com/tecnica/embragueII/embragueII_p.html.Embrague-pilotado-electrónicamente.

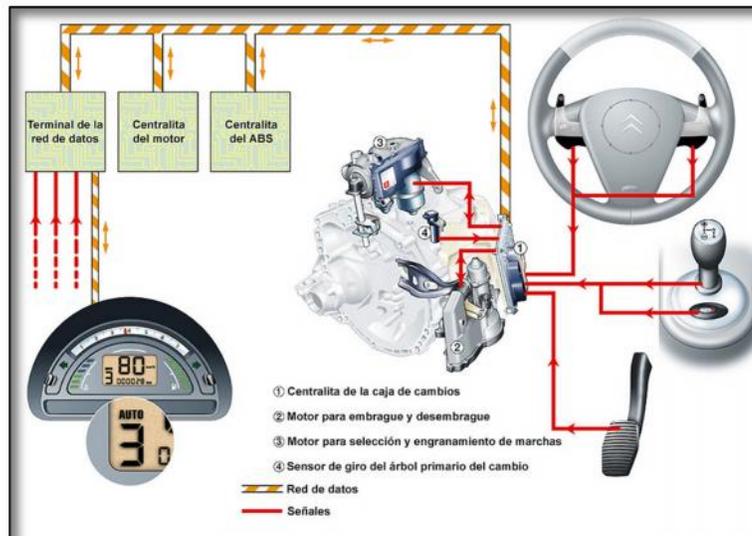


Figura 3. Embragues electromagnéticos.

Fuente: <http://books.google.es/books?id=GiBcTaBz5f8C&pg=PA657&dq>.

6.3.2 EMBRAGUES HIDRAULICOS:

Se constituye mediante una bomba solidaria al volante de inercia y una turbina solidaria al primario de la caja de cambio; entre ambas se sitúa un reactor montado sobre una rueda libre y todo el conjunto va cerrado y bañado por aceite, siendo los álabes helicoidales de los tres elementos los que mueven el aceite.⁵

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 PROCESO DE DISEÑO

Con base en la modificación del sistema de accionamiento del bus mercedes Benz LO915, se plantea un método con el fin de establecer un flujo de trabajo organizado durante el proceso

⁵ http://www.arpem.com/tecnic/embragueII/embragueII_p.html.embrague-pilotado-hidraulico.

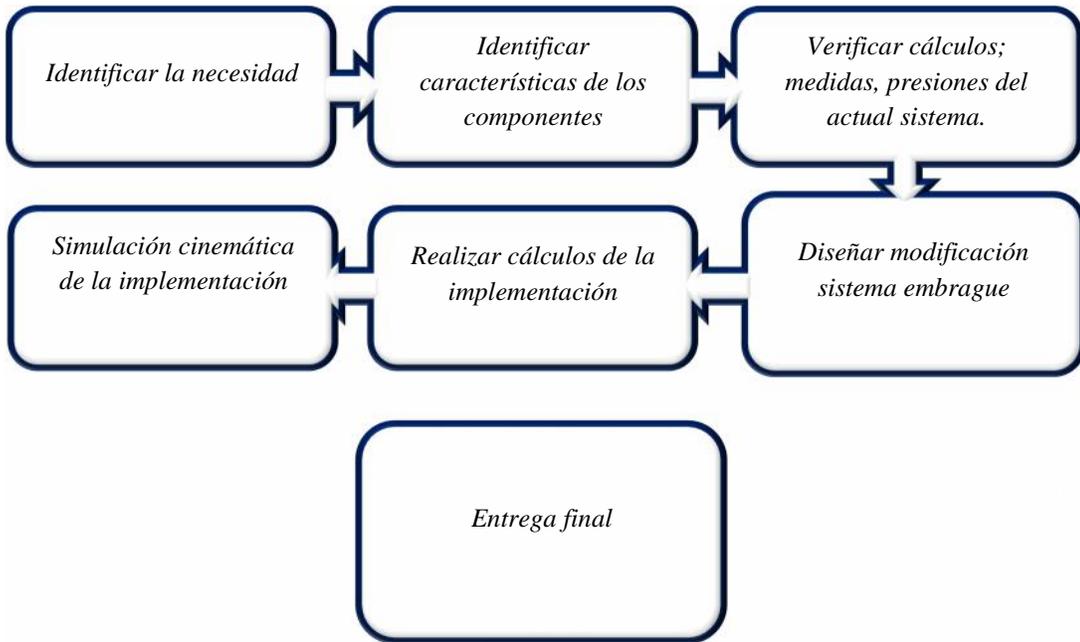


Ilustración 1. Flujo del proceso de implementación

7.2 IDENTIFICAR LA NECESIDAD

La necesidad se explica dentro del planteamiento del problema del presente informe, donde se refleja la importancia de modificar el sistema de accionamiento de embrague de los buses mercedes Benz LO915.

La causa principal para que se necesite modificar el sistema de accionamiento es el uso frecuente y repetitivo del sistema de embrague al que se ven obligados los operadores (conductores). Este uso frecuente y repetitivo en lapsos de tiempos muy cortos causa daños en el sistema y se debe a las condiciones de desplazamiento, es decir, el estado de las vías, los terrenos de desplazamiento a los que se ven sometidos estos vehículos ocasionando prejuicios al sistema. A esto se le suma la puesta de funcionamiento frecuente del embrague debido a que el flujo vehicular es lento y pausado, requiriendo así que el pedal del embrague sea accionado con frecuencia en periodos de tiempo muy cortos.

Por lo anterior se hace necesario para este vehículo diseñar y/o modificar el sistema de accionamiento actual por uno que esté acorde con los requerimientos de la empresa.

7.3 IDENTIFICAR CARACTERISTICAS DE LOS COMPONENTES

7.3.1 SISTEMA EMBRAGUE BUS MERCEDES BENZ LO915

El vehículo mercedes Benz LO915 presenta un embrague monodisco, seco, con accionamiento hidráulico referencia de fábrica MF 362 HD y caja de cambios ALLISON SERIE 2000 automática o manual según sea la serie (fig. 4)

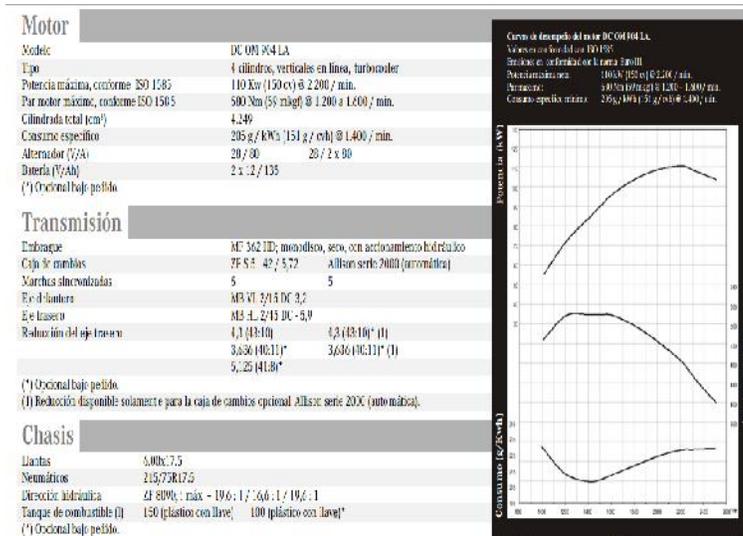


Figura 4. Ficha técnica bus mercedes Benz LO915⁶

El sistema de accionamiento presente en estos vehículos está constituido por los siguientes elementos:

- Volante
- Disco de fricción
- Plato de presión
- Muelle o resorte de diafragma
- Eje primario o conducido
- Bomba balinera
- Cojinete de empuje
- Cubierta o tapa
- Anillos de apoyo
- Tornillos de fijación
- Anillos

⁶ Fuente; http://www.autobusesmercedesbenz.com/home/contenidos_productos.

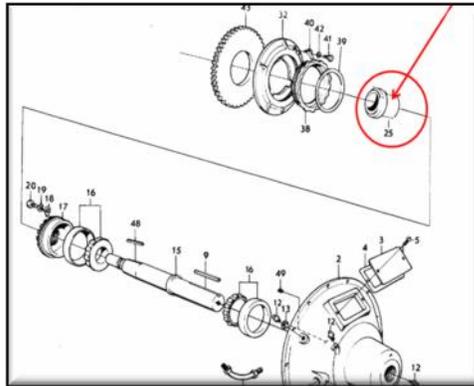


Figura 5. Componente a modificar

Para efectos del presente informe la presentación del sistema de embrague se enfocara en la parte a modificar



Figura 6. Bomba balinera (embrague)

El sistema a modificar (fig. 5) y (fig.6) hace referencia a la bomba balinera, que es un rodamiento de conexión de movimiento giratorio y accionado hidráulicamente. La bomba balinera es la que acopla directamente el diafragma de la prensa o plato opresor

8. CALCULO DE MEDIDAS Y PRESIONES DEL ACTUAL SISTEMA

Como primera medida se verifica la presión del fluido y se registra instalando un manómetro en la válvula de purga disponible para este sistema. El procedimiento que se utilizó para realizar esta medición fue:

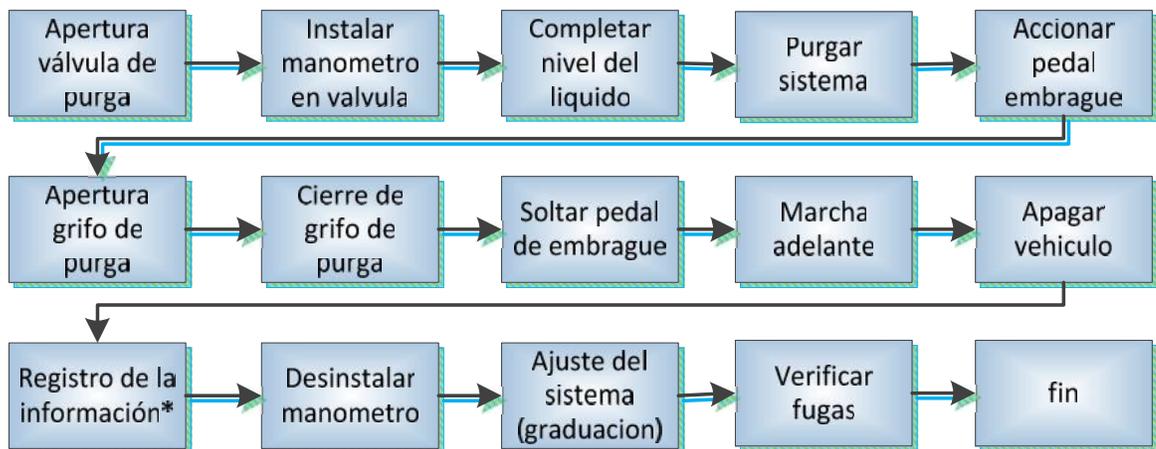


Ilustración 2. Procedimiento utilizado para la medición presión de fluido

*El manómetro registro; $P = 400 \text{ PSI}$ (2757 Kpa)⁷

9. DISEÑO MODIFICACION SISTEMA EMBRAGUE

9.1 REALIZAR CÁLCULOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Para asegurar el buen funcionamiento del sistema a implementar es necesario realizar cálculos a los elementos (cilindro esclavo, horquilla, balinera) que se acondicionarán como reemplazo de la bomba balinera, estos elementos son una solución tomada de otro sistema de accionamiento.

9.2 CALCULO FUERZA CILINDRO ESCLAVO

Como primera medida se utilizará un cilindro original de un vehículo **NKR MOD 2011**, este se encargará de recibir la presión del sistema y lo transmitirá a una horquilla. (fig. 7)



Figura 7. Cilindro auxiliar embrague.⁸

⁷ Hace referencia a la presión del sistema embrague, después se calcula el área de la balinera con el fin de identificar la presión necesaria para desacoplar el disco de la prensa. La presión fue: 488.5 lbf.

La fig. 7 muestra el cilindro a instalar en el vehículo (diámetro = 2 cm). Para calcular el área y la fuerza de este se determina;

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi(0.3937 \text{ in})^2$$

$$A = 0.486 \text{ in}^2 \quad ^9$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$$F = P * A$$

$$F = 400 \text{ lb}/(\text{in})^2 * 0.486 (\text{in})^2$$

$$F = 194.77 \text{ lb} \quad ^{10}$$

Dónde:

F = es la fuerza ejercida por el cilindro esclavo a la orquilla de accionamiento

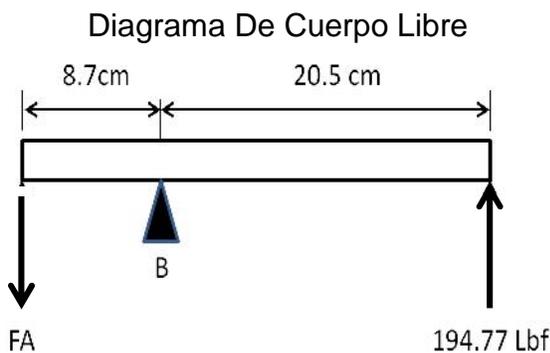
P = es la presión del fluido

A = es el área del cilindro.

9.3 CALCULO FUERZA RESULTANTE DE LA HORQUILLA

Para reemplazar la bomba balinera se adaptara una horquilla y una balinera original de un vehículo **FORD 7000** y para efectos de funcionalidad se realizaran las pruebas pertinentes antes de ser instaladas en el vehículo;

D.C.L



⁸ Cilindro esclavo; pertenece a vehículo NKR II MOD 2011.

⁹ A= área del cilindro esclavo

¹⁰ F= fuerza ejercida por el cilindro esclavo

$$M_c = 0$$

$$[(194.77 \text{ lb} * 8 \text{ in}) - (FA * 3.2 \text{ in})]$$

$$FA = \frac{1733.453 \text{ lb/in}}{3.2 \text{ in}}$$

$$FA = 541.7 \text{ lbf} \quad ^{11}$$

Donde FA = es la fuerza que realizara el sistema para liberar el disco de la prensa embrague.

10. SIMULACION CINEMATICA

El objetivo de simular las diferentes variables de un producto corresponde principalmente a eliminar de forma directa los costos de fabricación de prototipos y de igual manera evaluar las diversas propiedades de los materiales, a continuación se relacionan las simulaciones realizadas a la horquilla del embrague con el fin de eliminar posibles fallas durante un proceso

10.1 DESCRIPCION

Estudio De Elementos Finitos Horquilla Embrague

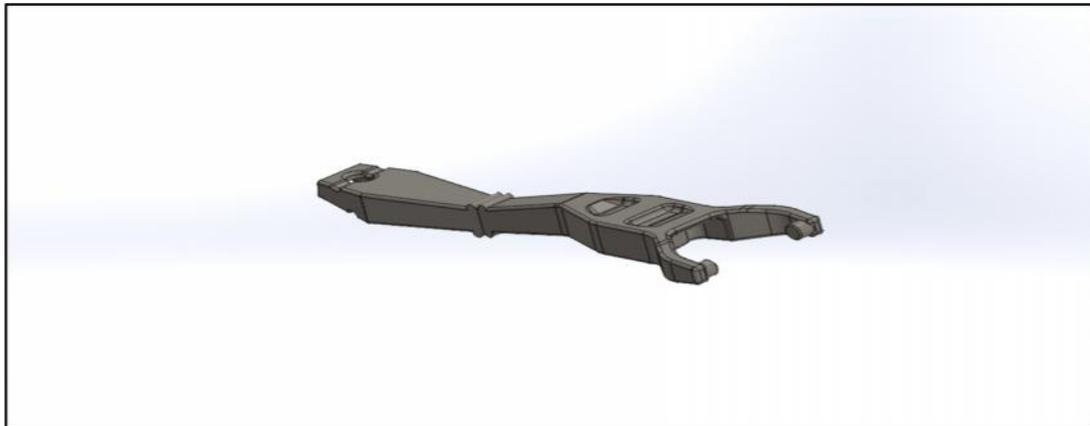


Figura 9. Diseño horquilla embrague en software solidworks

¹¹ FA= fuerza que realiza el nuevo sistema de accionamiento a la salida. “este es superior a 488.5 lbf. Que presentaba el anterior sistema”

10.2 SUPOSICIONES

- El elemento se encuentra sujeto a una carga distribuida en la cara de acoplamiento con la rótula de accionamiento
- El elemento presenta una reacción sobre los pines que hacen contacto sobre la balinero
- El elemento tiene un apoyo sobre un pin que le da 2 grados de libertad

La fuerza máxima aplicada sobre el elemento en condiciones críticas para accionar el mecanismo es de 200lbf Información de modelo

El elemento es fabricado en fundición de acero 4340 sin ningún tipo de tratamiento adicional.

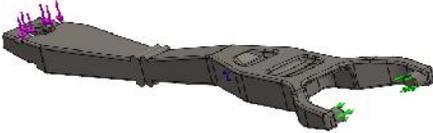
 <p>Nombre del modelo: horquilla</p>			
Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
	Sólido	Masa:1.08515 kg Volumen:0.000138235 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:10.6344 N	

Figura 10. Descripción del elemento

10.3 PROPIEDADES DEL ESTUDIO

Nombre de estudio	Adaptacion horquilla ford
Tipo de análisis	Estático-fatiga
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Tipo de solver	FFEPlus
Opciones de unión rígida incompatibles	Automática
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar

Figura 11. Especificaciones del elemento a estudiar

10.4 UNIDADES

Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Figura 12. Unidades utilizadas

10.5 PROPIEDADES DEL MATERIAL

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: AISI 4340 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 4.7e+008 N/m² Límite de tracción: 7.45e+008 N/m² Módulo elástico: 2.05e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.285 Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 8e+010 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 1.23e-005 /Kelvin</p>	Sólido

Figura 13. Propiedades del material de la horquilla

10.6 CARGAS Y SUJECIONES

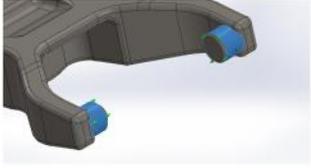
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-217.094	828.696	-0.177094	856.66
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0
Rodillo/Control deslizante-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0.00287423	-0.0468643	0.134526	0.142484
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0

Figura 14. Propiedades de puntos de sujeción

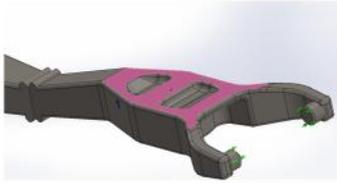
Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Gravedad-1		Referencia: Cara< 1 > Valores: -0 0 -9.81 Unidades: SI
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: 0, 0, 195 lbf

Figura 15. Propiedades de carga (*gravedad*)

10.7 INFORMACION DE MALLA

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	5.171 mm
Tolerancia	0.25855 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Figura 16. Información de la malla

10.7.1 INFORMACION DE MALLA (*detalles*)

Número total de nodos	24007
Número total de elementos	13655
Cociente máximo de aspecto	38.433
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	87.4
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0.22
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:31



Figura 17. Información detallada de la malla

10.8 FUERZAS RESULTANTES

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-217.091	828.648	-0.0426099	856.613

Figura 18. Descripción fuerzas resultantes

10.8.1 MOMENTOS DE REACCION

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N-m	0	0	0	0

Figura 19. Descripción momentos de reacción

10.9 RESULTADO DEL ESTUDIO

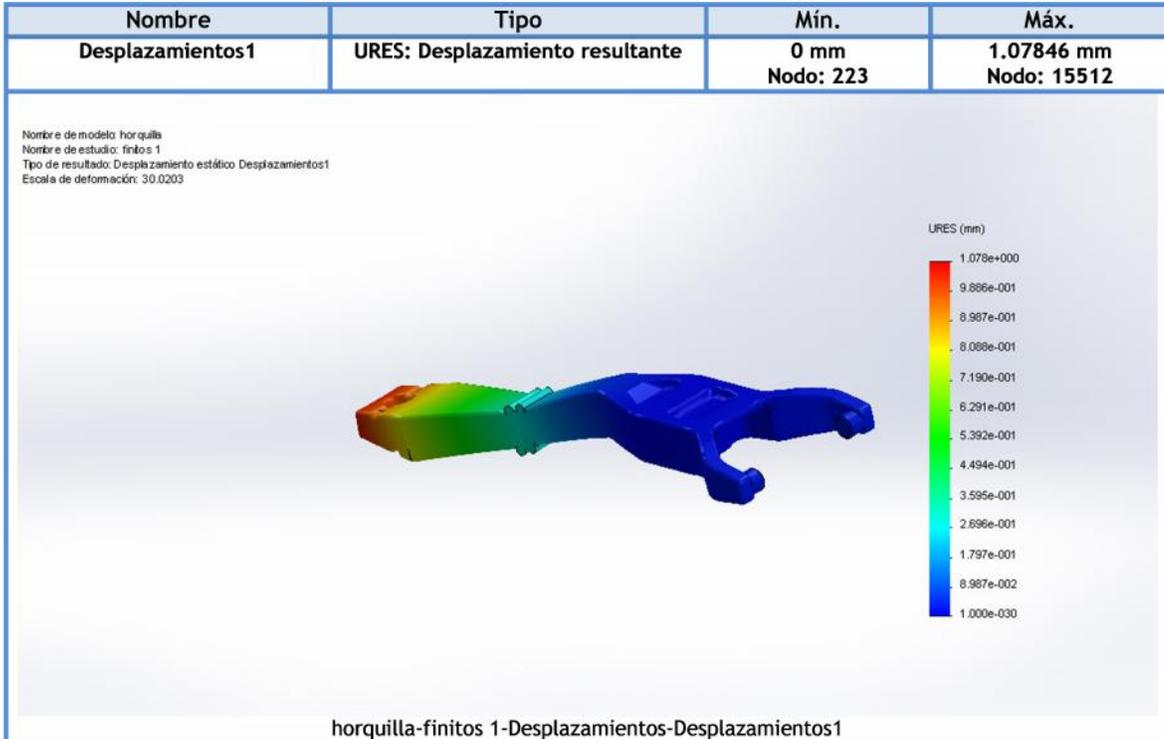


Figura 20. Resultado del estudio de desplazamiento de la horquilla

En la figura 20, se realizó los estudios dinámicos para proporcionar el análisis de desplazamiento en el elemento. Con esta prueba se logra verificar la reacción a las cargas aplicadas, la horquilla realiza un desplazamiento máximo de 1.07846mm.

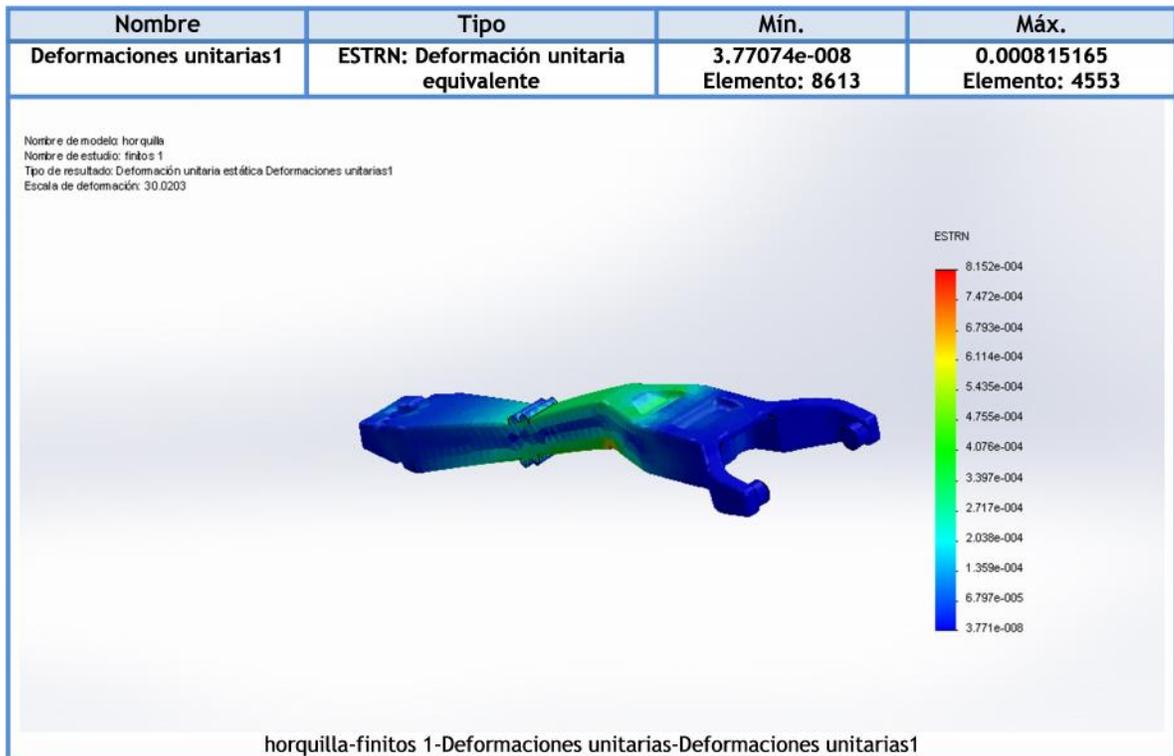


Figura 21. Resultado de la deformación unitaria

Figura 21. Prueba de deformaciones unitarias o deformación axial, que hace referencia al cambio por unidad de longitud. Se realiza con el fin de verificar la dirección de deformación y para verificar las distorsiones en la forma del elemento. En esta figura no se evidencian deformaciones ya que la fuerza realizada no excede los límites requeridos para este elemento.

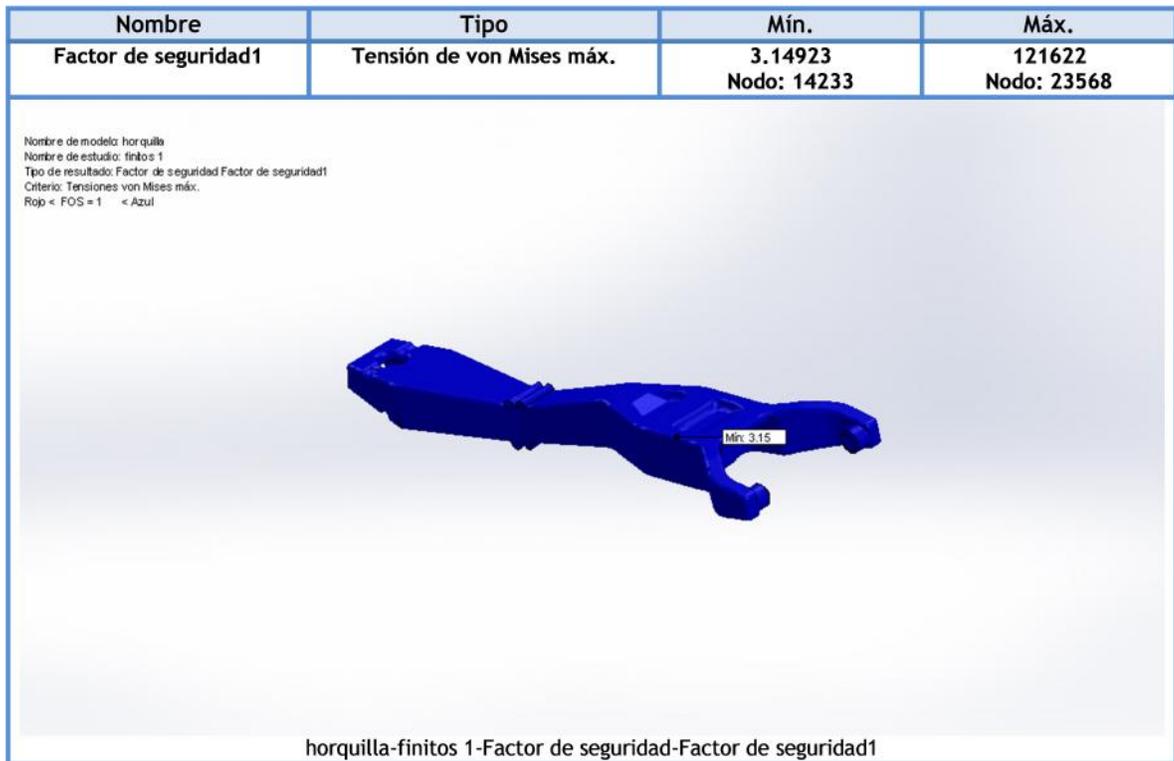


Figura 22. Resultado factor de seguridad

Figura 22. Resultado de factor de seguridad, se realiza la prueba para verificar la relación entre el esfuerzo que soporta el material (esfuerzo último) y el esfuerzo que se le aplica al material. Este factor de seguridad es de 3.6¹²

¹² Datos obtenidos del libro Diseño de Maquinas. Robert L. Norton. Tabla -C10-. Material AISI 4340 templado y revenido @ 1200°F. (limite elástico a la tensión) pagina 999.

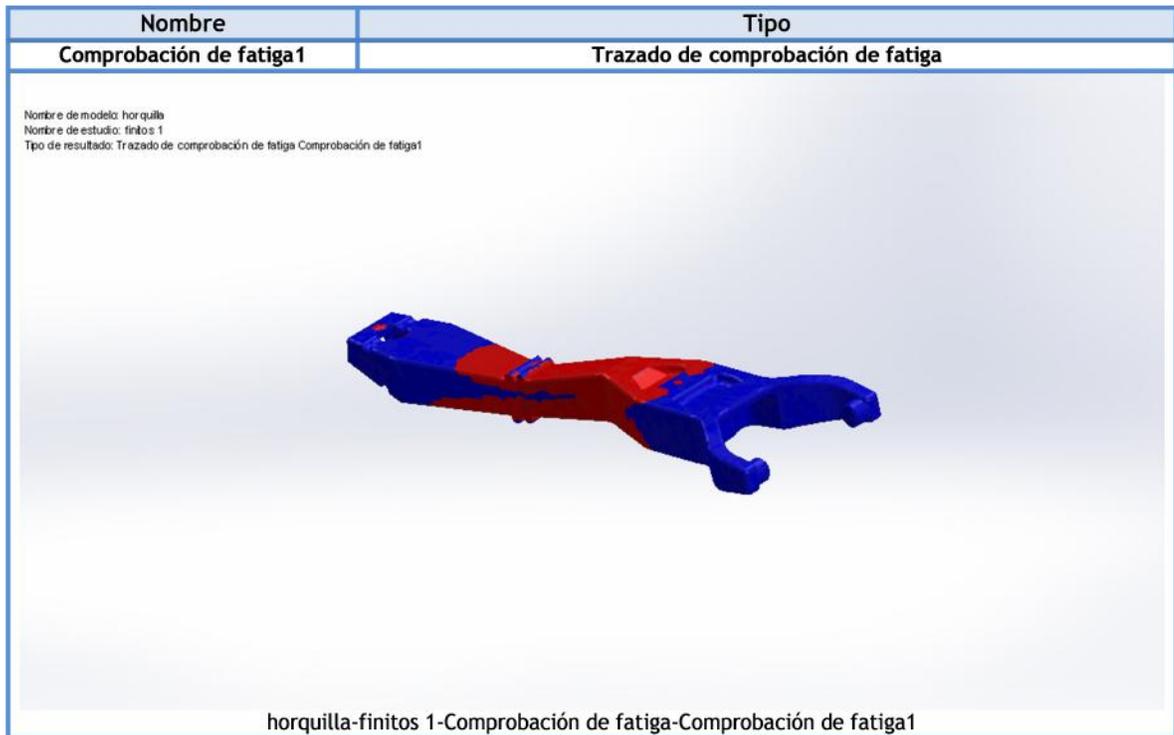


Figura 23. Resultado comprobación de fatiga

Figura 23. La comprobación de la fatiga hace referencia al fenómeno por el cual un material expuesto a cargas dinámicas genera ruptura del material. Para este caso esta figura evidencia concentración de esfuerzos pero no ruptura de material.

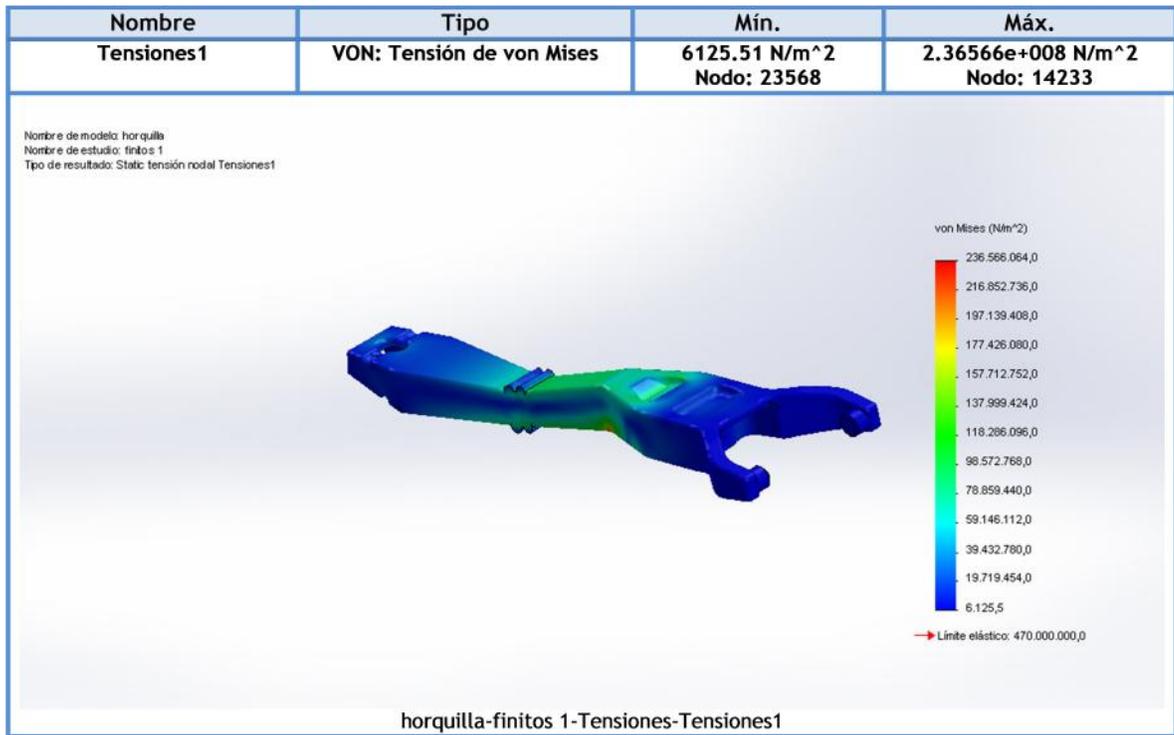


Figura 24. Resultado prueba de tensiones

Figura 24. Otra de las pruebas realizadas en el software Solidworks es la de tensión de von mises para verificar si la magnitud física es proporcional al aumento de su energía interna (energía de distorsión).

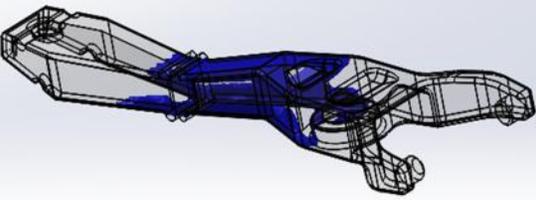
Nombre	Tipo
Percepción del diseño1	Percepción del diseño
<p data-bbox="316 331 641 394"> Nombre de modelo: horquilla Nombre de estudio: finitos 1 Tipo de resultado: Percepción del diseño Percepción del diseño1 Volumen de elemento = 28.09 % </p>  <p data-bbox="576 949 1193 976">horquilla-finitos 1-Percepción del diseño-Percepción del diseño1</p>	

Figura 25. Resultado percepción de diseño 1

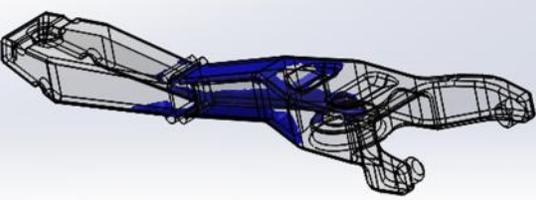
Nombre	Tipo
Percepción del diseño2	Percepción del diseño
<p data-bbox="316 1186 641 1249"> Nombre de modelo: horquilla Nombre de estudio: finitos 1 Tipo de resultado: Percepción del diseño Percepción del diseño2 Volumen de elemento = 19.93 % </p>  <p data-bbox="576 1789 1193 1816">horquilla-finitos 1-Percepción del diseño-Percepción del diseño2</p>	

Figura 26. Resultado percepción de diseño 2

La figura 25 y figura 26 es el resultado de la percepción de diseño, en esta figura se evidencia las partes del elemento que se están sujetas a modificación (eliminar) sin que esta afecte el resultado de las pruebas realizadas.

11. RECURSOS

El desarrollo del presente proyecto se realizó con la dirección de un director asignado por la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, y el alumno John Freddy Herrera.

En bibliografía se contó con los recursos informáticos de la biblioteca ECCI.

Para los laboratorios de diseño e implementación se utilizó el área de banco y las instalaciones de la empresa

Como tecnología blanda se utilizó software SOLIDWORKS.

Se realizó una inversión general de \$1'900.000 aproximadamente en:

- Investigación
- Diseño
- Implementación
- Soporte técnico
- Insumos
- Herramientas
- Instrumentos
- Informe final

12. CONCLUSIONES

El proyecto que se realizó ha contribuido de manera muy importante ya que se tuvo la experiencia de mostrar como una modificación realizada a partir de recursos ya existentes en otros vehículos, contribuye al cumplimiento de una necesidad.

Los aportes dados a partir del uso de ecuaciones de diseño son una herramienta muy útil para el proceso de diseño que se utilizó en el presente proyecto, ya que por medio de estas herramientas se logran evidenciar cálculos necesarios para garantizar el buen funcionamiento de la modificación.

También se ha mostrado que la utilización de herramientas de tecnología blandas como en este caso es el uso de software Solidworks, son útiles y valiosas para producir mejoras apreciables y significativas, contribuyendo a la mayor satisfacción y bienestar. De acuerdo a los cálculos realizados preliminarmente a los componentes y a los datos arrojados por el software Solidworks se logra la satisfactoria adecuación del sistema, logrando así que se elimine la fabricación de prototipos. Además se evidencia que el proyecto se llevó a cabo de manera exitosa, dado que se realizaron con anterioridad a la instalación las pruebas necesarias para que el sistema reaccione según los requerimientos objeto del presente proyecto.

La puesta en marcha de iniciativas de este tipo de proyectos ayuda a la mejora y motivación de estudio de las diferentes necesidades.

BIBLIOGRAFIA

1. FERRER, RUIZ JULIÁN. Sistemas de Transmisión y Frenado. Editorial Editex. 2008
2. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN
Compendio de Normas Técnicas Colombianas sobre Documentación, Tesis y otros
Trabajos de grado. Santafé de Bogotá: ICONTEC
3. JOSEPH EDWARD SHIGLEY, JOHN JOSEPH UICKER. Teoria de maquinas y mecanismos. Mc Graw Hill. 1996 .
4. ROBERT L. NORTON. Diseño de Maquinas. Pearson Educacion. prentice Hall. 1999.

WEB:

http://www.arpem.com/tecnica/embraguell/embraguell_p.html. Embrague-pilotado-electrónicamente. *“sistemas de embragues”*.

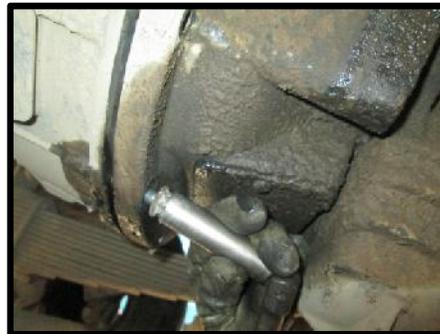
<http://books.google.es/books?id=344NPaC94TsC&printsec=frontcover&dq=presentaci%C3%B3n+proyectos>. *“guía presentación proyectos”*

http://books.google.es/books?id=KEyDAMa_0ngC&pg=PA15&dq=folleto+de+dise%C3%B1o+de+maquinas. *“libro apuntes de diseños de máquinas”*

http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=VSb4_cVukkcC&oi=fnd&pg=PA3&dq=metodologia+de+investigacion&ots=metodologia-investigacion. *“metodología de la investigación educativa”*

ANEXO 1

REGISTRO FOTOGRAFICO 1



ANEXO 2

REGISTRO FOTOGRAFICO 2



ANEXO 3

REGISTRO FOTOGRAFICO 3



	FORMATO ACTA DE OPCIÓN DE GRADO		Código: FR-DO-033 Versión: 03
	Proceso: Docencia	Fecha de emisión: 29-Ago-2008	Fecha de versión: 28-Oct-2010

ACTA DE OPCIÓN DE GRADO

INGENIERO MECANICO

Se notifica que el estudiante **JOHN FREDDY HERRERA VALBUENA**, identificado(a) con código estudiantil No. 2008130004, realizó como opción de grado el/la **PASANTIA** titulado(a): **"MODIFICACION SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE EMBRAGUE BUS MERCEDES BENZ LO915"**, obteniendo una calificación de **Cuatro Punto Cinco (4.5)**.

Como asesor(es) le hicieron acompañamiento los docentes: **Ing. JAIME PEÑA HERNANDEZ**, y como Jurado(s): **Ing. GERMAN PORES**.

Lo anterior se expide en Bogotá D.C., a los *veinte y seis días (26)* días del mes de Mayo de 2014.



 Director Jurado



 Coord. Ingeniería
 Mecánica
 Coordinador

NOTA: Se debe cumplir con el Capítulo 2, Artículo 19 del acuerdo 01 del 28 de marzo de 2008
 De la calificación: El proyecto de Grado será calificado así:
 a) Reprobado: Nota inferior a tres punto cinco (3.50).
 b) Aprobado: Nota igual o superior a tres punto cinco (3.50)



**FORMATO CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES DE
AUTOR A FAVOR DE LA ECCI**

Código: FR-GME-032
Versión: 02

Proceso:
Gestión de los Medios Educativos

Fecha de emisión:
03-Nov-2010

Fecha de versión:
25-May-2011

Yo/Nosotros, John Freddy Herrera Vallaera identificado con CC No. 80240296 de Bogotá, de _____ y _____, manifiesto/amos de forma voluntaria en este documento que

cedo de manera total y sin limitación alguna a la ECCI los derechos patrimoniales que me/nos corresponden como autor del proyecto de grado, que fue desarrollada en el marco de mi/nuestra actividades académicas de conformidad con la decisión 351 de 1993 y la Ley 23 de 1982, esto es el derecho de reproducción en todas sus modalidades, también para inclusión en cualquier medio; el derecho de transformación o adaptación, comunicación pública, distribución, reproducción en todas sus modalidades, incluso para inclusión audiovisual y, en general, cualquier tipo de explotación que de las obras se pueda realizar, por cualquier medio conocido o por conocer, del trabajo final de grado denominado Modificación sistema de accionamiento de bombas y de sus productos en el caso que los hubiere (prototipo, software, entre otros), para optar el título de Ingeniero Mecánico en la ECCI.

La ECCI, queda por lo tanto facultada para ejercer plenamente los Derechos patrimoniales anteriormente mencionados cuyo uso ha sido autorizado, en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. La autorización otorgada se ajusta a lo que establecen la decisiones 351 de 1993 y la ley 23 de 1982. Con todo, en mi/nuestra condición de Autor/es me/nos reservo/amos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo estos documentos en el momento mismo que hago/hacemos entrega del trabajo final a la Biblioteca de la ECCI.

Esta cesión se realiza por el tiempo máximo que permiten las leyes, sin perjuicio del respeto al derecho moral consagrado en el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993 concordante con el artículo 30 de la Ley 23 de 1982.

Manifiesto que es de mi interés contribuir a la política de la ECCI de promover la difusión y uso público de la producción intelectual y por esto la cesión se realiza a título gratuito. En consecuencia, no reservo en mi beneficio derecho ni acción legal que pudiere ejercitar por éste concepto en contra de la Institución. Garantizo que soy/somos el/los propietario/s integral/es de los derechos de explotación del proyecto, y por lo tanto puedo ceder los derechos patrimoniales de la misma sin ningún tipo de limitación por no tener ningún tipo de gravamen, limitación o disposición. En todo caso, seré responsable por cualquier reclamo que en materia de derechos de autor se pueda presentar frente a la cesión que por éste medio realizo y exonero de cualquier responsabilidad a la ECCI.

PARÁGRAFO: esta autorización además de ser válida para las facultades y derechos de uso sobre la obra en formato o soporte material, también para formato digital, electrónico, virtual, para usos en: red, Internet, extranet, intranet, biblioteca digital y demás para cualquier formato conocido o por conocer.

La Escuela Colombiana de Carreras Industriales - ECCI, reconoce los derechos morales sobre su obra referida a que el/los nombres del /los autor/es debe/n aparecer vinculado a su trabajo, y los derechos patrimoniales. El derecho patrimonial será cedido a la ECCI mediante el presente documento de forma gratuita, indefinida y enmarcada en el contexto de docencia, investigación o proyección social como elementos sustantivos de la Educación Superior.

En este documento queda consignado que la autorización para el uso de todos los derechos patrimoniales reconocidos legalmente, en el entendido que el trabajo no tendrá una destinación final con ánimo de lucro, se pretende solamente darle una mayor difusión como aporte a la investigación, al desarrollo académico y social de la ECCI.

Firma, huella y cédula

Firma del Estudiante

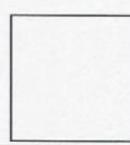
Huella

Firma del Estudiante

Huella

Firma del Estudiante

Huella



Nombre:
C.C.:

Nombre:
C.C.:

Nombre:
C.C.:

Nota: Todos los integrantes del grupo de trabajo deben firmar este documento sin excepción.