



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DINA CAMIONES

REDISEÑO DE MANDOS DE EMBRAGUE

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Williams Muñoz Martínez

ASESOR DE INFORME

Dr. Adrián Espinosa Bautista



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios porque siempre me ha llevado de la mano y ha proveído lo necesario en mi hogar y me ha puesto en una familia llena de amor.

A mi madre por su amor inmenso, por la educación y valores que forjo en mí y por siempre creer en mí aun cuando yo sentía no poder. Te amo.

A mi padre por su apoyo y amor incondicional, por enseñarme el valor del trabajo y por siempre proveer todo lo necesario para mi formación y sustento. Mi padre el mejor ejemplo a seguir.

A mis hermanas y mi hermano por su apoyo incondicional y por siempre motivarme a seguir adelante así como compartir conmigo sus experiencias de vida y con ellas dirigirme para tomar mejores decisiones. Gracias por el amor que siempre me han dado.

A mi universidad, facultad y profesores por darme las herramientas para enfrentar los retos profesionales y personales que se presentan en el día a día así como el desarrollo de mi pensamiento crítico y analítico.

A mi hijo y su madre que ahora son el motor que hace que cada día busque la superación personal y profesional y quiera ser mejor cada día para ellos.

A todas la personas que compartieron alguna etapa en este camino recorrido. Gracias por ser parte de mi vida.

Con amor y alegría Williams Muñoz Martínez

INDICE

1. ANTECEDENTES	4
2. ORGANIGRAMA.....	7
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO	8
2.2 ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS	8
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	9
4. OBJETIVOS.....	10
5. METODOLOGÍA	10
5.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EMBRAGUE.....	10
5.2 SITUACIÓN INICIAL	12
5.3 ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ	15
D1.- Establecer un grupo para solución de problema.....	15
D2.- Definir el problema	15
D3.- Implementar una acción provisional de contención	16
D4.- Identificar causa raíz	17
D5.- Determinar acciones correctivas.....	21
D6.- Implementar acciones correctivas permanentes	33
D7.- prevenir que vuelva a aparecer un problema similar.....	34
D8.- Reconocer los esfuerzos del equipo.....	34
6. CONCLUSIONES	34
7. BIBLIOGRAFIA.....	36

1. ANTECEDENTES

En la década de los 50's, la compañía fue fundada como Diesel Nacional S.A. en 1951, firmando un acuerdo con FIAT SPA de asistencia técnica y manufactura de camiones y autobuses.

A partir de 1962 Dina inicio el ensamble de autobuses foráneos con Tecnología Flexible así como la producción de camiones medianos con cabina INTERNATIONAL y motores CUMMINS.

En 1987, se firma alianza tecnológica con NAVISTAR. Dos años más tarde DINA es adquirida por el Consorcio "G" Grupo DINA, continuando con tecnología NAVISTAR.

En 1990, Dina introduce a México las espectaculares carrocerías Paradiso de la Compañía Brasileña Marcopolo con quien firmó una alianza Comercial.

Grupo DINA ingresó a la bolsa de Nueva York y México y adquirió el 100% de MOTOR COACH INDUSTRIES líder del mercado de Autobuses Foráneos en Estados Unidos. En esta misma década se fundó la Arrendadora Financiera DINA y se iniciaron las exportaciones a América del Sur con la marca DIMEX.

En 1995, DINA Camiones revoluciona la fabricación de cabinas en México con el proyecto HTQ, invirtiendo 70 millones de dólares con el propósito de alcanzar su independencia tecnológica. Con la asesoría de Design Works (BMW) y Roush Industries, se desarrolló el nuevo concepto modular para los nuevos camiones clase 6, 7 y 8, cumpliendo regulaciones internacionales a un bajo costo, obteniendo los siguientes beneficios:

- Simplificación de la producción.
- Bajo costo de herramentales.
- Óptimo desempeño y calidad.
- Libertad de exportar a cualquier mercado en el mundo.

En 1997, se inauguró la planta de Ensamble en Buenos Aires, Argentina y al mismo tiempo en México, se lanzó al mercado la extraordinaria línea de Autobuses F11, F12 y F14 con tecnología propia.

En 1998, finalizó la alianza estratégica con Navistar y se lanzó la nueva línea de vehículos HTQ exportando 48 millones de dólares a 14 países y se firmó un contrato de camiones con WESTERN STAR.

En ese mismo año, se funda en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, Mexicana de Manufacturas Especiales, S.A. de C.V. con la finalidad de abastecer el mercado de autopartes y fabricación de carrocerías, con cinco plantas en un complejo industrial de 48,480 m2.

A partir del 2001, DINA decidió prepararse para enfrentar los retos de la globalización y continuar siendo competitiva como una empresa de Transporte de Clase Mundial, para lo cual inició el proceso de diseño de unidades para pasaje con chasis y carrocería 100% DINA, basado en la Tecnología HTQ y en normas nacionales e internacionales.

En el año 2008, lanza al mercado sus productos a través de su Red de Distribuidores.

Dina ha logrado desarrollar una innovadora tecnología propia para camiones y autobuses, por lo que dispone de más oportunidades que nunca para retomar su posición en el mercado de autobuses urbanos carrozados, así como, en el mediano plazo, incursionar nuevamente en los segmentos de autobuses foráneos, camiones de carga y vocacionales.

En DINA sabemos de los nuevos retos que representa el mercado y estamos preparados para enfrentarlos bajo una visión sustentable con el objetivo de brindar calidad de vida a las futuras generaciones.

Sustentabilidad

Hablar de sustentabilidad es entender y atender las necesidades de una sociedad cambiante y preocupada por el impacto de sus acciones así como de los riesgos ambientales, de movilidad y de salud que estas generan; estableciendo mecanismos que permitan mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de forma constante y permanente.

Para DINA, empresa 100% mexicana, el ofrecer soluciones de transporte bajo una visión sustentable no solo es una prioridad, sino la filosofía bajo la cual se trabaja, con la participación e involucramiento de colaboradores, proveedores, clientes y socios comerciales, entre otros. Este es el compromiso que la compañía tiene para lograr una mejora en la calidad de vida de los habitantes no solo del país sino del mundo.

Con sus más de 60 años en el mercado, DINA ha sido pionera en el desarrollo de productos y soluciones de transporte que satisfagan las necesidades de movilidad de los usuarios bajo una filosofía de cuidado del medio ambiente. Es por eso que desde 2008, la compañía comenzó a invertir en propuestas reales en materia

ecológica, siendo la primera empresa en México que comercializó unidades con motores EPA'04, motores que además, son compatibles con el uso del biodiesel además de permitir el transporte de un mayor número de pasajeros en un solo viaje y siendo la primera en introducir el motor EPA 2013 en México.

Así mismo, por su amplio conocimiento de la orografía de México, DINA ha desarrollado soluciones de transporte que se adaptan a los terrenos del país y que satisfacen las necesidades actuales del transporte, enfocadas a la reducción de emisiones de efecto invernadero como lo es su línea a gas natural y las unidades enfocadas a sistemas BRT.

Esta es la filosofía de trabajo de DINA donde cada acción tiene como objetivo la mejora en la calidad de vida de las futuras generaciones.

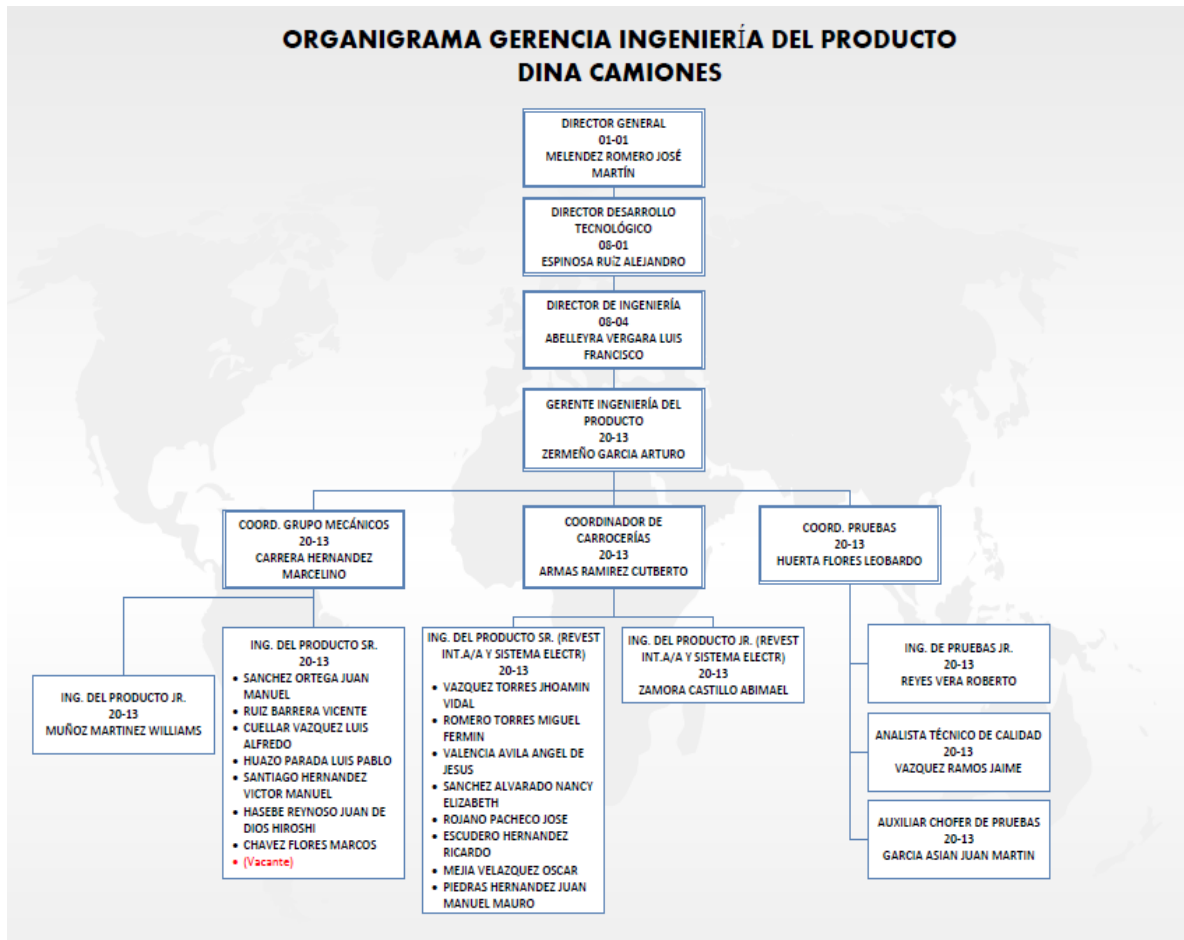
Filosofía

Misión: Crear vehículos con alta tecnología para participar en el mercado global proporcionando valor a nuestros clientes y accionistas, siendo una empresa socialmente responsable, con un crecimiento permanente en toda la organización.

Visión: Ser la empresa que con sus productos transporte al mundo, generando riqueza en todos los entornos en que se desenvuelva.

2. ORGANIGRAMA

El área de ingeniería de diseño es responsable de desarrollar e implementar nuevas tecnologías en materia de transporte urbano y foráneo a través de la planificación avanzada de la calidad del producto, desde la planificación del proyecto, diseño, proceso, prototipos y producción en serie para brindar satisfacción a los clientes, así como cuidar el medio ambiente con las nuevas tecnologías.



2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

Responsable de desarrollar sistemas de tren motriz para autobuses apegados a las normativas establecidas para sistema de transporte urbano y foránea nacionales e internacionales para unidades de exportación, así como cubrir las necesidades específicas requeridas de los clientes.

Competencias:

- Carrera terminada Ing. Mecánica, Industrial, Electrónica o afín.
- Inglés 80%.
- Conocimientos software de diseño.
- Interpretación de diagramas y documentos técnicos.
- Conocimientos sistemas automotrices
- Revisión de BOM's.
- Excelente nivel en liderazgo, iniciativa, trabajo en equipo y comunicación.
- Conocimientos de procesos de manufactura

2.2 ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS

Gestión y desarrollo de proyectos en cada etapa desde la definición del plan y programa, diseño y desarrollo de producto, diseño y desarrollo de procesos, la validación del producto y del proceso, evaluación, retroalimentación y un plan de acciones correctivas.

- Elaboración de diagramas de instalación
- Solución de problemas en línea de producción
- Gestión de control de cambios de ingeniería
- Análisis y solución de problemas de campo
- Gestión y desarrollo de nuevos sistemas y tecnologías
- Trabajo en conjunto con proveedores y el departamento de compras para el desarrollo de nuevas tecnologías
- Elaboración de AFEMD

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de rediseño de los mandos de embrague de autobuses DINA surge a partir de una lista existente de 192 problemas reportados por los clientes de la empresa, la cual es canalizada a la dirección general a través de departamento de postventa, con tal lista de problemas se argumenta que se está generado el paro constante de las unidades para hacer reparaciones a las mismas, lo cual se traduce un tiempos muertos que a su vez tienen un impacto económico para los clientes, por lo que se tiene el riesgo para la empresa que los clientes tomen la decisión de no comprar más unidades a la marca.

Uno de los problemas que sobresale en esta lista de problemas de campo, es el desgaste prematuro del embrague, así como el desajuste frecuente del sistema de mandos de embrague lo cual provoca que el sistema no trabaje correctamente, teniendo fallos específicos del cliente como son que el embrague patine, que los cambios de transmisión no acoplen correctamente, que se dañen componentes mecánicos en general, que el pedal corte muy arriba o muy abajo, exceso de vibraciones en la unidad.

Una vez obtenida información específica por parte del departamento de postventa, la dirección general toma la decisión de formar un grupo de trabajo denominado “Comité de Confiabilidad” que tiene como objetivo dar soluciones definitivas a los problemas reportados con la finalidad de satisfacer la necesidades de los clientes así como brindar soluciones a la línea de ensamble para evitar enviar más unidades con problemas a campo, con la instrucción es hacer uso de los recursos necesarios humanos, económicos, tecnológicos y administrativos para el cumplimiento del objetivos establecido.

El comité se forma por un equipo multidisciplinario en el cual están involucradas las áreas de Ingeniería de diseño, calidad, manufactura, compras, control de la producción y mejora continua.

En la formación de este comité fui asignado como representante de área de diseño de tren motriz al caso específico de falla en mandos de embrague.

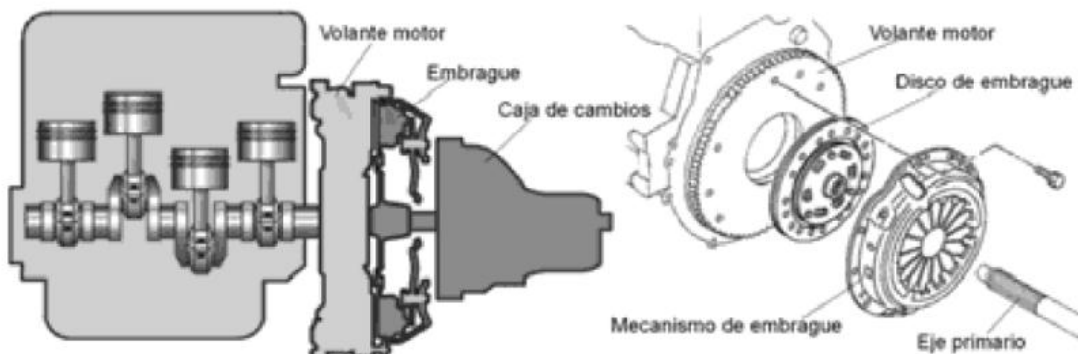
4. OBJETIVOS

- Encontrar la causa raíz de fallos en el sistema de mandos de embrague.
- Incrementar la vida útil de los componentes de 30000 a 80000 km.
- Lograr un diseño el cual no pueda ser manipulado para evitar desajustes en el sistema.

5. METODOLOGÍA

5.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE EMBRAGUE

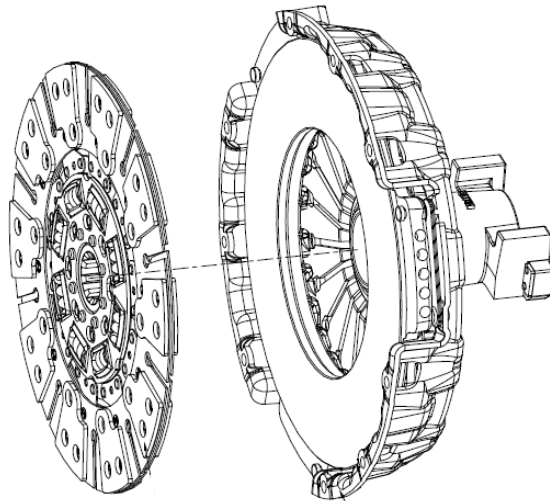
El mecanismo de embrague, interpuesto entre el motor y la caja de velocidades, realiza, a voluntad el acoplamiento entre el motor y las ruedas, para transmitir el par de rotación del primero a las últimas, pudiendo asimismo desacoplarlos, con lo que el motor gira en vacío. La siguiente figura muestra la estructura y disposición de montaje de un mecanismo de embrague, que se acopla al volante del motor, contra al que se aprieta un disco de fricción, que a su vez está estriado al eje primario de la caja de cambios.



La misión del embrague es, pues, la de cortar o transmitir el giro desde el motor hasta la caja de velocidades y de ahí a las ruedas, a voluntad del conductor, para que el vehículo pueda desplazarse cuando lo desee, o permanecer detenido con el motor en marcha, así como para efectuar el cambio de relación en la caja de velocidades, sin necesidad de parar el motor.

El embrague debe ser lo suficientemente resistente para poder transmitir todo el par del motor a las ruedas y lo bastante rápido y seguro como para efectuar el cambio de relación en la caja, sin que la marcha del vehículo sufra un retraso apreciable. Otra de las funciones secundarias del embrague es la de actuar de filtro contra las vibraciones generadas en la marcha del motor y actuar como fusible en caso de un sobre régimen, cuando se produce una retención excesiva, patinando o rompiéndose para cortar la transmisión.

En aplicaciones para autobuses urbanos se utilizan los embragues de fricción que consisten en un disco cubierto con material orgánico o cera-metálico con resortes, también conocidos como *dampers*, los cuales tienen la función de absorber las vibraciones torsionales generadas por el motor, este disco va instalado entre el volante del motor y el diafragma del embrague, el cual este último se fija con tornillos al volante de motor para permitir al disco de fricción detener o dejar girar libre al volante motor.



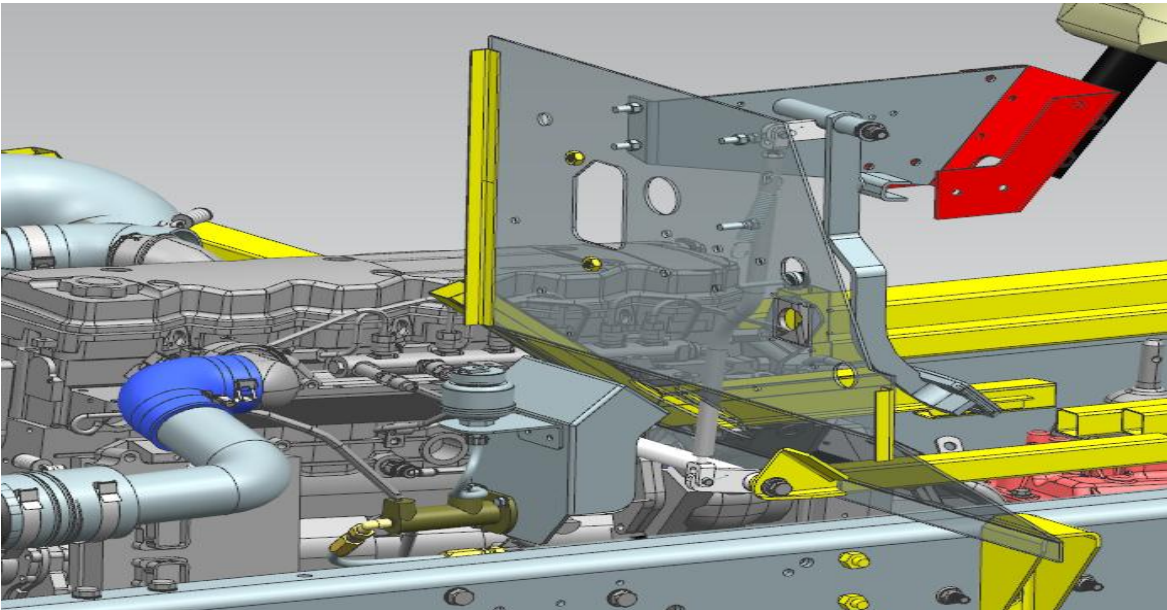
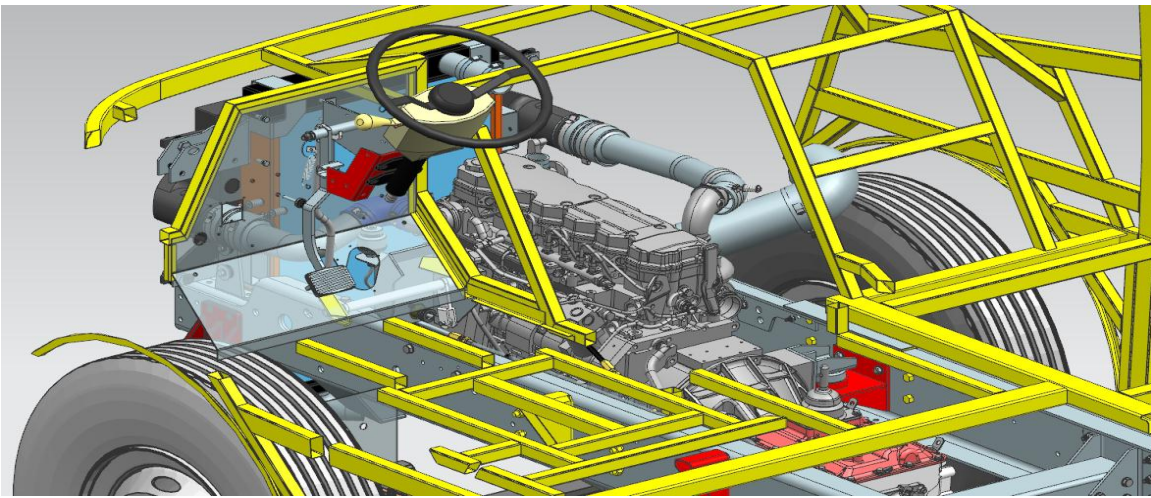
Conjunto embrague de fricción.

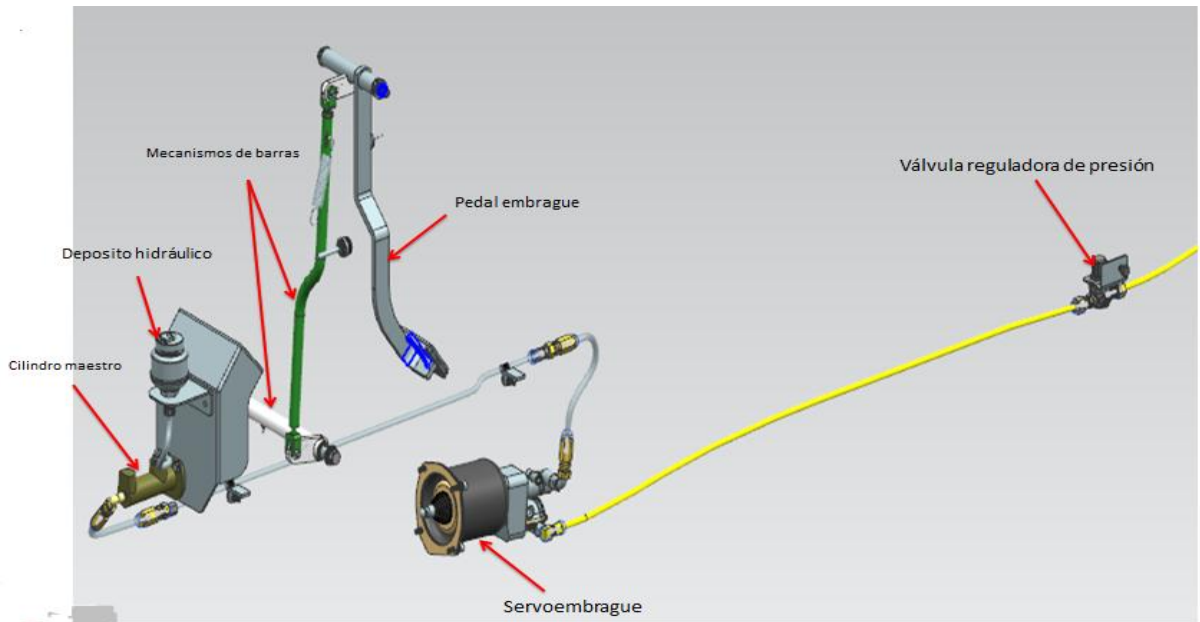
Este tipo de embragues es accionado por sistemas hidráulicos o hidroneumáticos desde el pedal de embrague para brindar un mayor confort al conductor, estos sistemas son empleados para que la fuerza que se requiera aplicar al pedal para embragar y desembragar sea menor o igual a 150 N.

5.2 Situación inicial

Se cuenta con un sistema de embrague de fricción tipo jalón, con mandos de embrague servoasistidos, con los siguientes componentes: pedal de embrague, cilindro maestro hidráulico, servoembrague acoplado a la campana de la caja de velocidades, alimentado por un fluido hidráulico DOT 4 y aire. Sin embargo también se tiene integrado un mecanismo de barras para accionar el cilindro maestro desde el pedal de embrague a este último.

A continuación se muestran imágenes de la configuración del sistema completo.

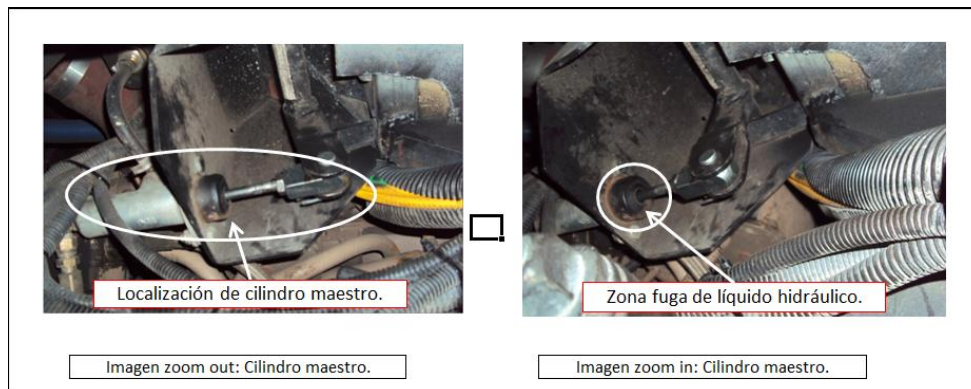




Con la utilización de este sistema se ha generado diversos reportes de campo, los cuales se me reportan a través al comité de confiabilidad por el departamento de postventa por casos recurrentes de fallas los cuales son citados a continuación, extrayendo la información de los Reportes Técnicos de Campo (RTC).

Dificultad para accionar el embrague y durante el cambio de velocidades. Fuga de líquido hidráulico y presencia de aire en el sistema.

- 18 unidades afectadas modelo Runner 8 en un lote de 70 unidades
- La falla se presenta entre los 15000 y 20000 Km de operación
- El personal de postventa realiza inspecciones al sistema



Evidencias presentadas

El cliente reporta que el pedal del clutch está muy duro, en algunas ocasiones se queda pegado y se patina. Por lo que se procede a realizar el diagnóstico correspondiente. Se detecta que al momento de liberar el pedal del clutch, el servo-embrague no regresa hasta tiempo después, ocasionando que el clutch libere momentáneamente y se sienta el golpe en el tren motriz.

- 30 unidades afectadas modelo Runner 10 en un lote de 68 unidades
- La falla se presenta entre los 30000 y 40000 Km
- El personal de postventa realiza inspecciones al sistema



Evidencia presentada

El operador reporta que al momento de realizar cambios de velocidades en 3ra. Y 4ta. Presenta dificultad para que estas sean sincronizadas.

- 4 unidades afectadas modelo Runner 10 en un lote de 60
- La falla se presenta alrededor de los 30000 Km
- El personal de posventa realiza inspecciones al sistema

AYUDAS VISUALES



SINCRONIZADORES DAÑADOS



SINCRONIZADORES DAÑADOS

Evidencia presentada

5.3 ANÁLISIS DE CAUSA RAIZ

Con los reportes entregados al comité de confiabilidad se me solicita se encuentre la solución a estos problemas, así como, se generen medidas de contención para brindar soporte a los clientes y se le permita seguir operando sus unidades que son fuentes de generación de empleo y recursos económicos para los propietarios.

Decidí atacar el problema utilizando una metodología de solución, tomando la decisión de emplear la metodología de las 8 disciplinas siendo esta una de las más utilizadas en el sector automotriz.

D1.- Establecer un grupo para solución de problema

Se realiza la integración de los miembros del equipo de trabajo, quedando el equipo integrado como a continuación se muestra.

- Ignacio Olvera (Ingeniero de aplicaciones de Goros, proveedor de cilindro maestro y servoembrague)
- Juan C. Romano (Ingeniero de aplicaciones de Eaton, proveedor de embrague y transmisión)
- José Rojano (Ingeniero de pruebas Dina)
- Martha Ocadiz (Desarrolladora de proveedores para Dina)
- Williams Muñoz (Ingeniero del producto de tren motriz Dina)

D2.- Definir el problema

Para lograr una definición clara del problema empleé de uso de la herramienta conocida como 4W + 1H (qué, cuando, quién, dónde y cómo), tomando como referencia la información recibida por el departamento de postventa y haciendo visitas a los diferentes clientes en campo para tener un mayor entendimiento del problema.

¿Qué?

Los componentes que integran el sistema de mandos de embrague así como el embrague presentan desgaste y daños en sus componentes así como funcionamiento incorrecto de los mismos.

¿Cuándo?

El problema se presenta entre los 15000 y 30000 Km de operación de las unidades, que equivale a 3 meses aproximadamente de trabajo para unidades urbanas.

¿Quién?

Lo reporta en primera instancia el operador de la unidad al percibir tirones, lenta respuesta de los componentes (pedal de embrague se atora, se sube o se baja el corte), los cambios de velocidades no se hacen sincronizadamente, vibraciones excesivas del tren motriz, así como quejas de los pasajeros por excesivos tirones generando una sensación de no confort.

¿Dónde?

Con las vistas que realicé a los clientes detecté que los problemas son más frecuentes en donde las unidades trabajan en climas más cálidos y la rutas son de mayor paro y arranque.

¿Cómo?

El embrague se desgasta prematuramente, el pedal corta muy arriba o muy abajo, el operador no tiene control de la unidad, los sellos del cilindro y el servo embrague se dañan dejado de proteger los elementos internos y al final dañándolos y dejando de funcionar.

D3.- Implementar una acción provisional de contención

Tomando en cuenta que el problema está causando pérdidas económicas en los clientes, tomé la decisión de implementar las siguientes acciones de contención estando de acuerdo los integrantes del equipo representando a su compañía así como el cliente.

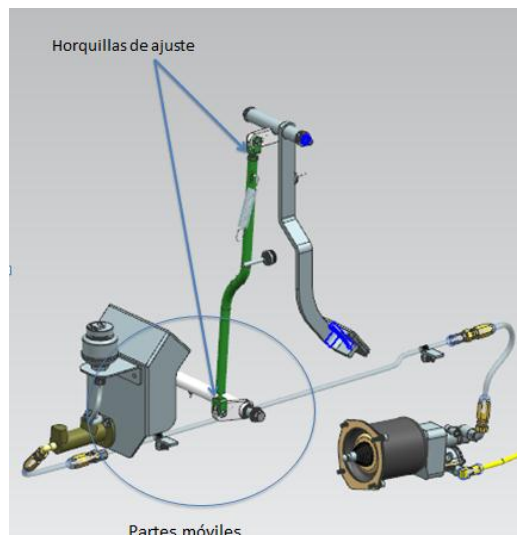
- Dina a través de su departamento de postventa revisó las unidades periódicamente y realizó cambio de componentes a los 20000 Km de operación para evitar el paro de unidades para reparaciones correctivas.

- Goros proveedor de cilindro maestro y servoembrague proporcionó los repuestos necesarios para el reemplazo de la partes en la unidades sin ningún cargo hasta encontrar la causa raíz.
- Eaton proveedor de embragues y transmisiones proporcionó los embragues para reemplazar los desgastados prematuramente sin ningún cargo hasta encontrar la causa raíz, así como las transmisiones que se llegaron a dañar de los sincronizadores.
- El cliente permitió disponer de sus unidades en días programados para realizar el reemplazo de componentes.

D4.- Identificar causa raíz

Como primer paso después de tener el conocimiento de las fallas presentadas en las unidades y la implementación de las medidas de contención realicé una revisión del diseño actual de sistema, teniendo las siguientes observaciones.

- El conjunto pedal embrague así como el sistema de accionamiento del cilindro maestro acoplado al pedal, contiene elementos mecánicos móviles que permiten la fácil manipulación del sistema, provocando así, desajustes que genera que al accionamiento del cilindro maestro no sea lineal y se provoque desgaste prematuro en los componentes internos por fricción.
- Al manipular los elementos mecánicos (levas y palancas) provoca que el pedal sea más duro o más suave dependiendo de la relaciones de palancas impidiendo el completo control del pedal por el operador.

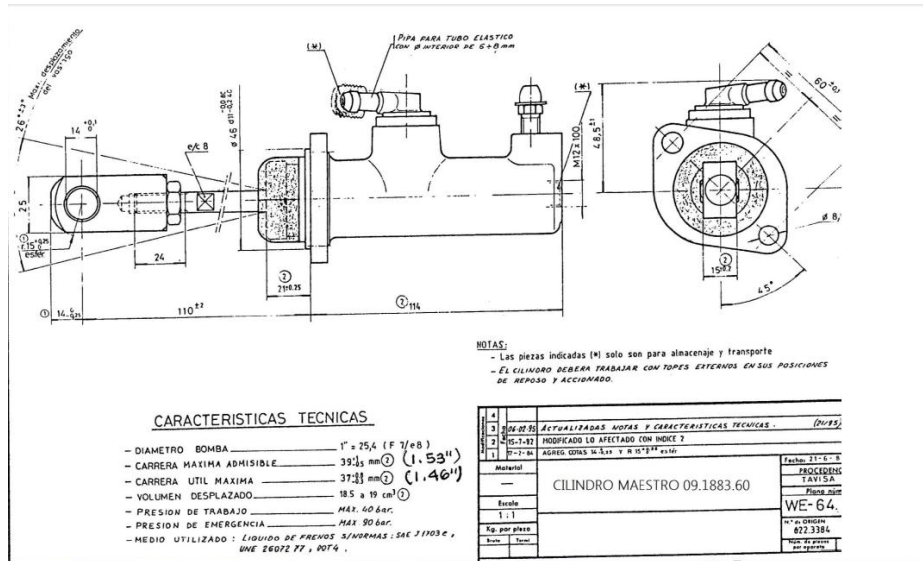


Representación virtual

El siguiente análisis que realicé fue revisar las especificaciones técnicas de los componentes que integran el sistema de mandos de embrague y embrague.

Analicé las fichas técnicas proporcionadas por los proveedores para las partes suministradas

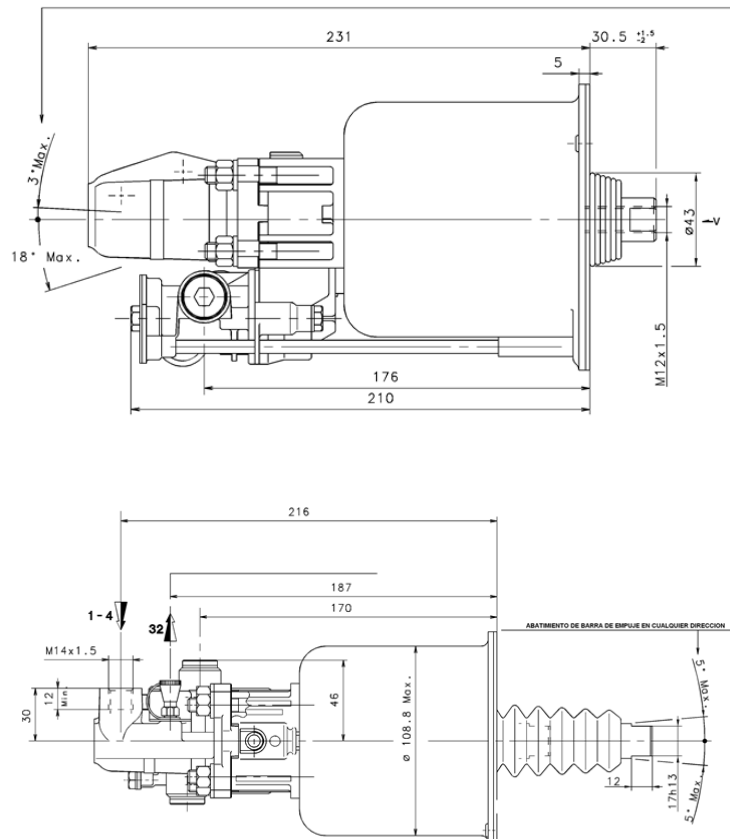
Cilindro maestro:



- Máximo desplazamiento angular de vástago 26° +/- 3°
- Carrera útil máxima 37 -0.3, + 0.8 mm
- Carrera máxima admisible 39 -05, + 1 mm
- Volumen desplazado 18.5 a 19 cm³
- Presión de trabajo 40 Bar
- Diámetro de bomba 1"
- No especifica temperatura de trabajo

Al corroborar la información con el proveedor, él expresó que el desplazamiento angular no es correcto y que se requiere sea de +/- 3° para evitar desgaste prematuro así como la temperatura de operación es de - 40 a 80°C, sin embargo no tenía la documentación requerida para sustentar sus señalamientos.

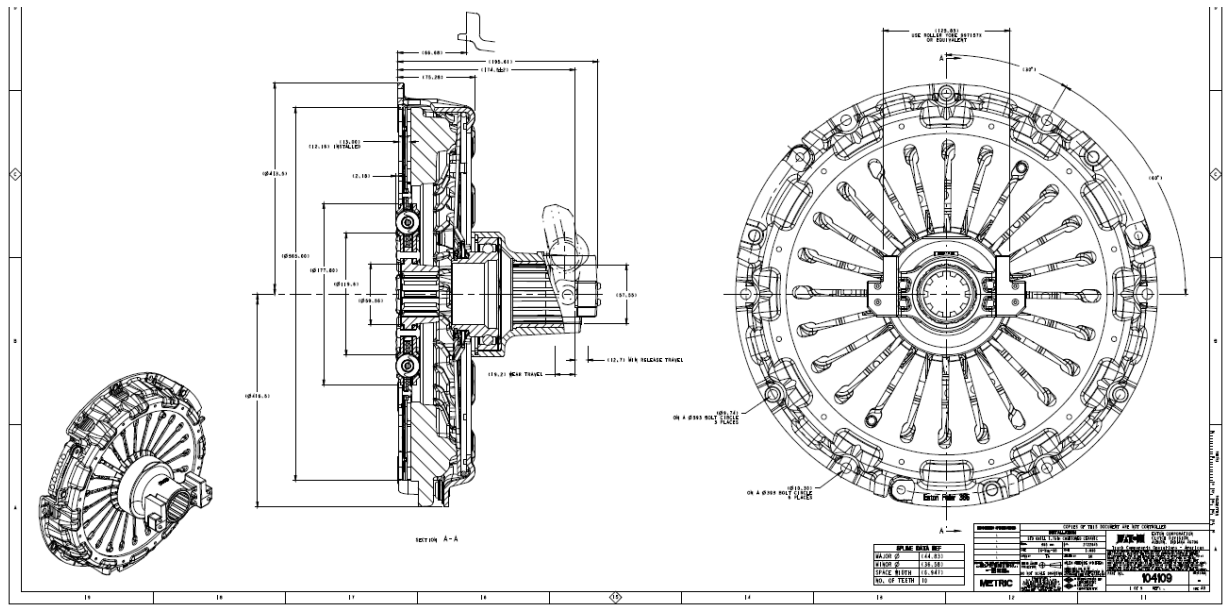
Servoembrague:



- Presión Máxima: 10 bar
- Carrera 58.5 mm.
- Fuerza del empujador: 6000 N
- Alimentación de Aire: M 16 x 1.5
- Pilotaje medio: Líquido de freno
- Empujador: Rosca M12 x 1.5
- Entrada de líquido: M14 x 1.5
- No especifica temperatura de trabajo

Una vez más cotejé la información con el proveedor, (que es el mismo del cilindro maestro, GOROS), por lo que se tuvo la misma retroalimentación, que la temperatura de operación era de -40 a 100°C, sin embargo, los materiales de los sellos y cubre polvos son del mismo material para ambas piezas EPDM, una vez más no se tuvo la documentación requerida para sustentar lo indicado.

Embrague Eaton:



- Embrague mono disco de 365 mm
- Disco cera metálico
- Torque recomendado del motor 540 Lb-ft
- Carga del plato 11120 N
- Accionamiento por collarín tipo jalón
- Mínimo desplazamiento del collarín requerido 12.7 mm
- Máximo desplazamiento del collarín permitido 19 mm

Revisé la información con el proveedor, siendo esta correcta y sustentada con fichas técnicas, hoja de aplicación y garantía.

El proveedor señala que los discos de embrague cerametalico son recomendados para aplicaciones heavy duty, sin embargo son más agresivos con el volante de motor y la sensación de manejo es más brusca.

Con la información que obtuve de la revisión de los componentes tomé las siguientes decisiones.

SISTEMA DE EMBRAGUE

Solicité al proveedor de embrague, Eaton, proporcionará un embrague con las mismas características que el actual pero con un disco de fricción orgánico, ya que este material es menos abrasivo y brinda mayor suavidad al operar las unidades, el proveedor informó que no tenía esa opción disponible para México y además no acoplaría el que tienen en el mercado Brasileño porque no es compatible con el volante del motor utilizado por nosotros (Cummins "ISB07 EX 200, 200 Hp @2300 RPM, 520 lb-ft @1600 RPM"), el traerlo a México implicaría que Dina pagara el desarrollo y cumplir con el volumen mínimo anual de compra establecido por Eaton.

Con base en la respuesta obtenida decidí contactar al proveedor de embragues Luk a través del departamento de desarrollo de proveedores el cual contaba con un embrague intercambiable con el que estábamos usando pero con disco de pasta orgánica.

Solicité un embrague de la marca Luk sin cargo como prototipo con las siguientes características.

- Embrague mono disco de 14 in (355.6 mm)
- Par de torsión Disco orgánico amortiguado
- recomendado del motor 860 Lb-ft
- Carga del plato 11120 N
- Accionamiento por collarín tipo jalón
- Mínimo desplazamiento del collarín requerido 12.7 mm
- Máximo desplazamiento del collarín permitido 19 mm

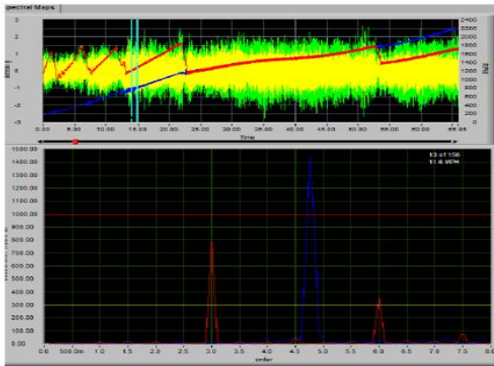
D5.- Determinar acciones correctivas

Solicité al departamento de pruebas Dina se instalará el embrague Luk vs un embrague Eaton y se corren pruebas de vibraciones torsionales bajo las mismas condiciones, misma unidad, misma ruta, mismo operador mismo rango de RPM.

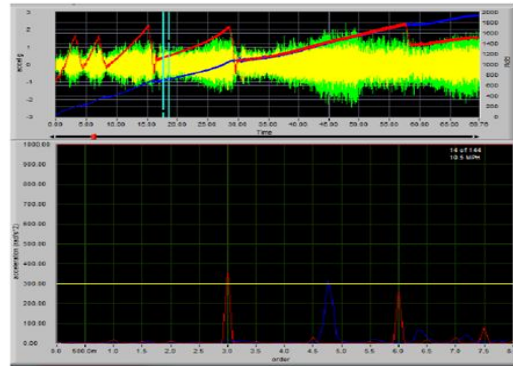
Los resultados de la prueba se muestran a continuación.

Se realizó la prueba de vibraciones torsionales con un equipo de medición comprado a Road Ranger que pertenece al grupo de Eaton, las pruebas se realizaron en rangos de rpm indicados por ingeniería de ventas Dina (1ra 1500 rpm , 2da 3ra y 4ta a 1750 rpm y 5ta a 1800 rpm), las utilizadas por un cliente para optimizar el consumo de combustible (1ra y 2da 1250 rpm, 3ra y 4ta 1500 rpm 5ta y 6ta 1750 rpm) y una a más bajas RPM para simular la situación más crítica (todos los cambios a 1250 rpm)

Cambios de Acuerdo a Ing. De Pruebas



Embrague Eaton



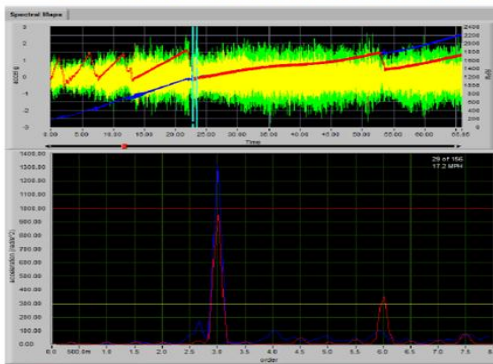
Embrague Luk

Nota: En 4ª supera los 1000 rad/seg² con Embrague Eaton

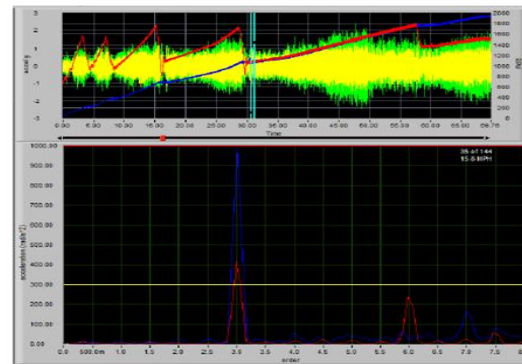


En 4ta supera los $1000 \frac{rad}{s^2}$ con Eaton

Cambios de Acuerdo a Ing. De Pruebas



Embrague Eaton



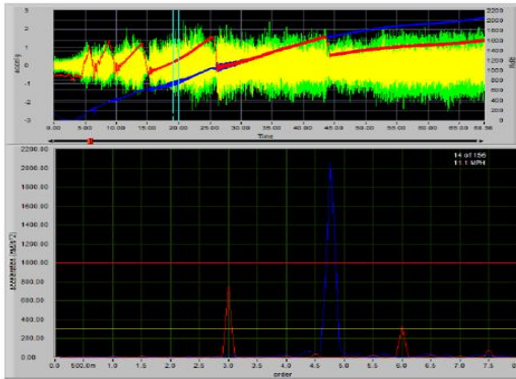
Embrague Luk

Nota: En 5ª supera los 1000 rad/seg² con Embrague Eaton

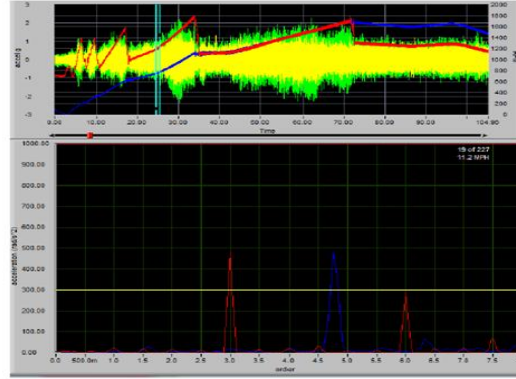


En 5ta supera los $1000 \frac{rad}{s^2}$ con Eaton

Cambios de Acuerdo a Transpais



Embrague Eaton



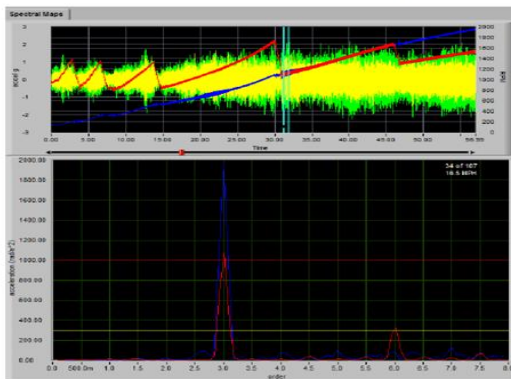
Embrague Luk

Nota: En 4ª supera los 1000 rad/seg² con Embrague Eaton

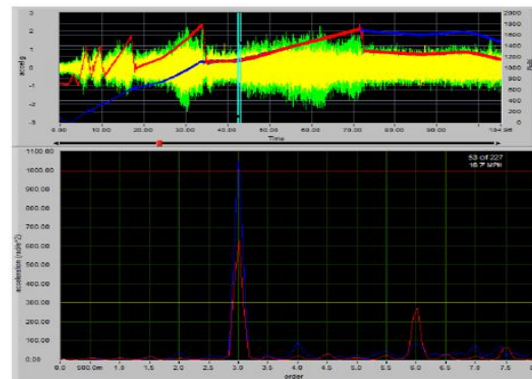


En 4ta supera los 1000 $\frac{rad}{s^2}$ con Eaton

Cambios de Acuerdo a Transpais



Embrague Eaton



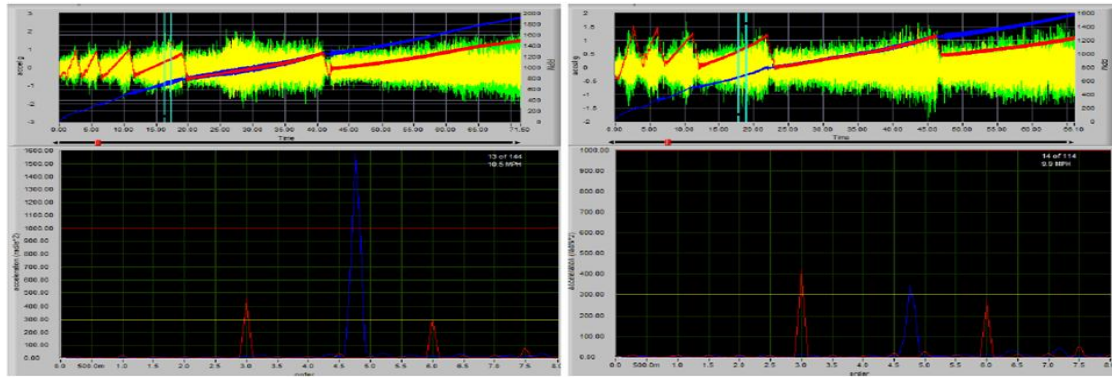
Embrague Luk

Nota: En 5ª supera los 1000 rad/seg² con Embrague Eaton



En 5ta supera los 1000 $\frac{rad}{s^2}$ con Eaton

Cambios a 1250 rpm's



Embrague Eaton

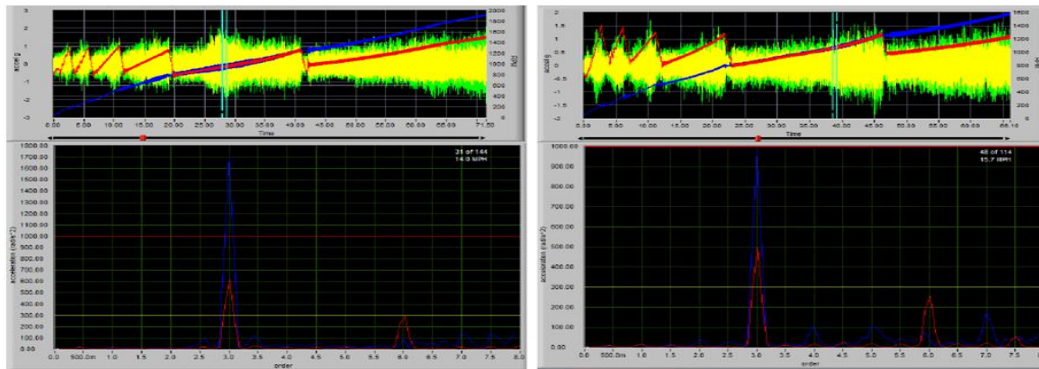
Embrague Luk

Nota: En 4ª supera los 1000 rad/seg² con Embrague Eaton



En 4ta supera los $1000 \frac{rad}{s^2}$ 1000 rad/s² con Eaton

Cambios a 1250 rpm's



Embrague Eaton

Embrague Luk

Nota: En 4ª supera los 1000 rad/seg² con Embrague Eaton



En 5ta supera los $1000 \frac{rad}{s^2}$ con Eaton

De acuerdo a un estudio emitido por Eaton en los estudios realizados con el cliente Transregio, cuando se reportaron sincronizadores de 3ra y 4ta dañados, indicó que los sincronizadores se dañaron debido a que la flecha de salida de la

transmisión está superando los $1000 \frac{rad}{s^2}$ lo cual provoca el daño en los sincronizadores.


Con el embrague Luk se logra bajar las vibraciones torsionales por debajo de los $1000 \frac{rad}{s^2}$.

MANDOS DE EMBRAGUE

Como el proveedor del cilindro maestro y del servoembrague no presentó ninguna propuesta para solucionar el problema, tomé la decisión de comenzar un desarrollo de las partes con un nuevo proveedor, por lo que acudí a los proveedores de estos sistemas en el mercado, los cuales son Meritor, TRW, Wabco y Kongsberg obteniendo respuesta e interés de trabajar en el nuevo desarrollo solo de Kongsberg que está ubicado en Noruega, el cual provee estos sistemas a empresas tales como Volvo, Mercedes Benz, Keenworh entre otros.

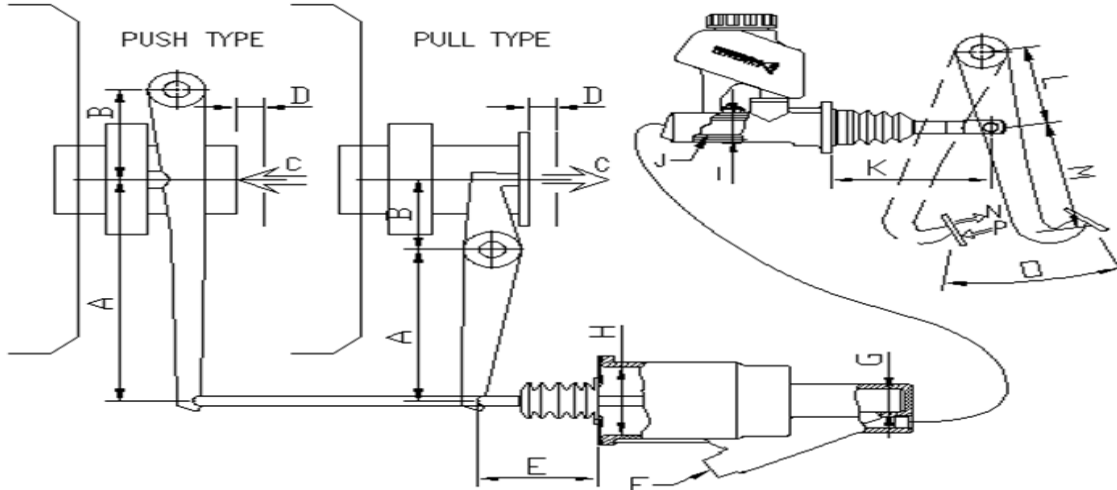
Tuve conferencias telefónicas con la parte de ingeniería de ellos para comenzar con el desarrollo, para lo cual me solicitaron toda la información técnica que ellos requerían para hacer una propuesta, esta información la proporcioné a través de una hoja de aplicación proporcionada por Kongsberg para ser llenada .

La hoja de aplicación constó de los elementos mostrados a continuación.



Clutch Actuation System			
Customer: DINA		Gearbox: FSB5406-B	
Vehicle model: HTQ104-F		Engine: CUMMINS ISB 6.7 200 HP EPA 04	
Clutch type: CERAMICO/ORGANICO			
CLUTCH SERVO:		MASTER CYLINDER:	
A Lever length	131.6 mm	I Hydraulic diameter	25.4 mm
B Lever length	103.8 mm	J Spring force (at full stroke)	N
C Thrust bearing force min/max	/2002 N	K Push rod length	103mm
D Thrust bearing movement	12.7 min. mm	L Pedal length	102.5mm
E Distance *	93 mm	M Pedal length	314.6 mm
F Supply pressure	0.8273MPa	N Pedal return spring force **	19.6 N
G Hydraulic diameter	mm	O Pedal travel (target)	111 mm
H Pneumatic diameter	108.8 mm	P Pedal force (target) **	166.7 N
Clutch lever ratio:	1.26	Pedal ratio (L+M)/L	4.06
-Pull type A/B			
-Push type (A+B)/B			

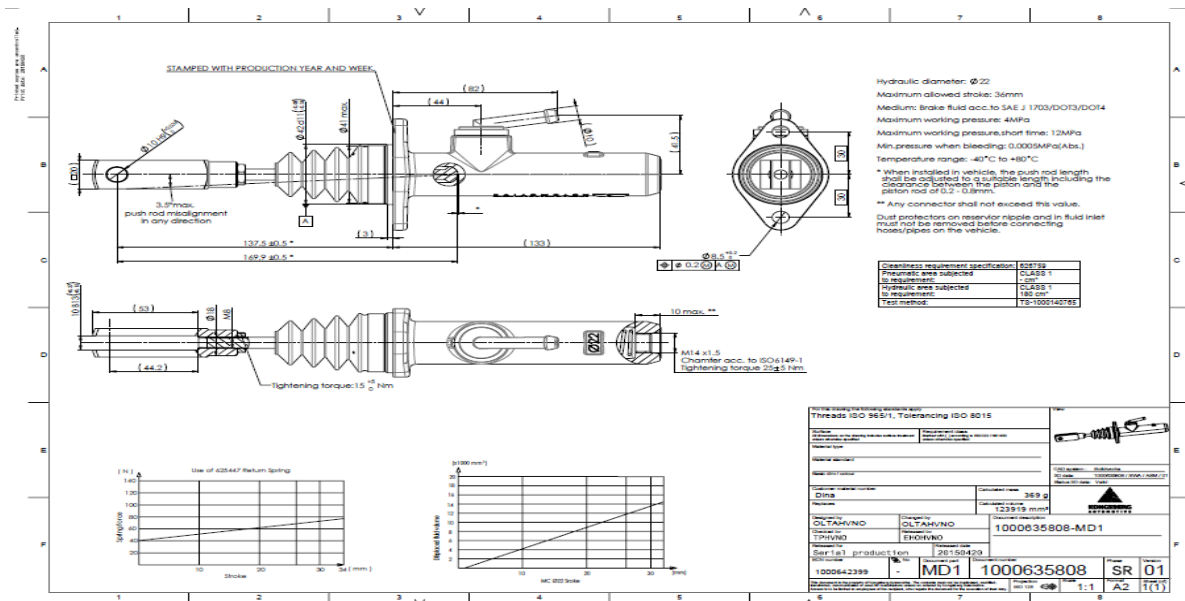
* Initial set up distance with new clutch ** Measured on the pedal at full stroke



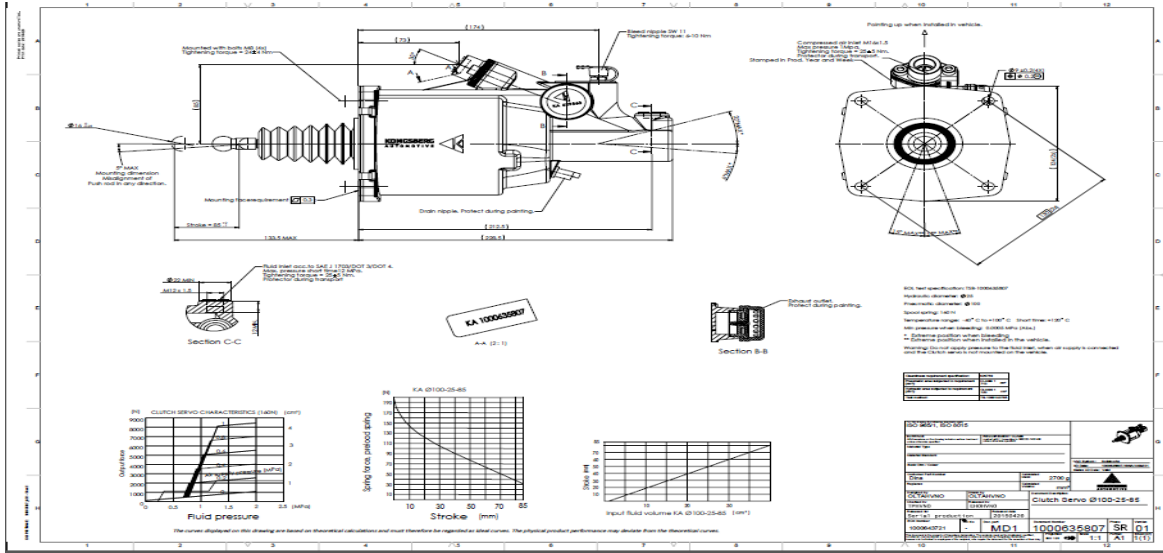
Representación esquemática mandos de embrague

Básicamente solicitaron datos técnicos de las partes y el sistema usados actualmente para poder dar una propuesta con partes ya desarrolladas por ellos y no se tuviera que pagar un nuevo desarrollo lo cual implicaba un gasto importante y mayor tiempo de respuesta.

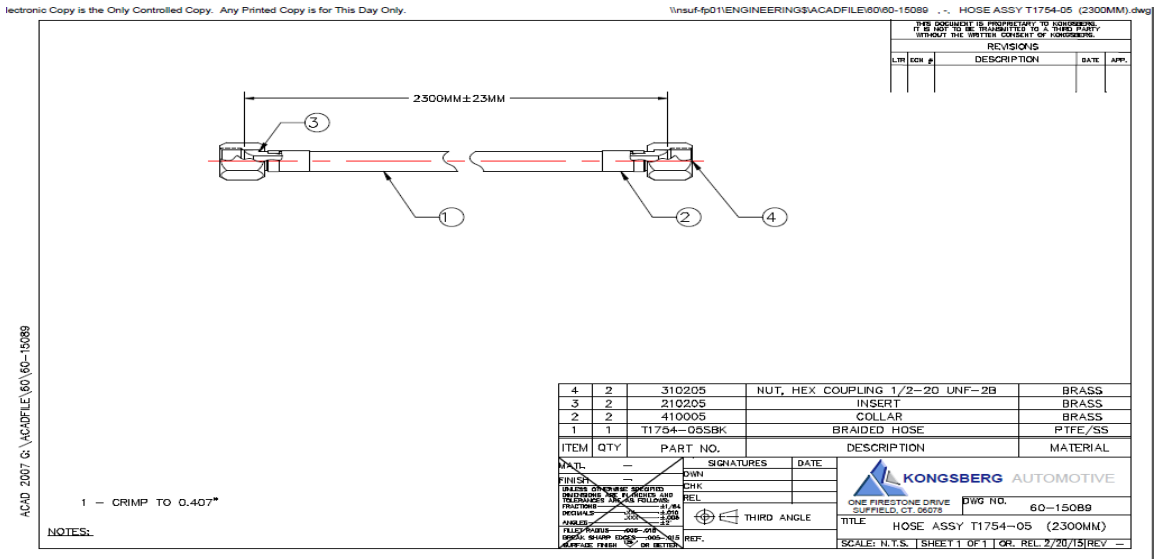
Después de realizar sus estudios y simulaciones Kongsberg me presentó la propuesta de los componentes que recomendaba (servoembrague, cilindro maestro y manguera). A continuación se muestran las especificaciones.



Cilindro maestro



Servoembrague

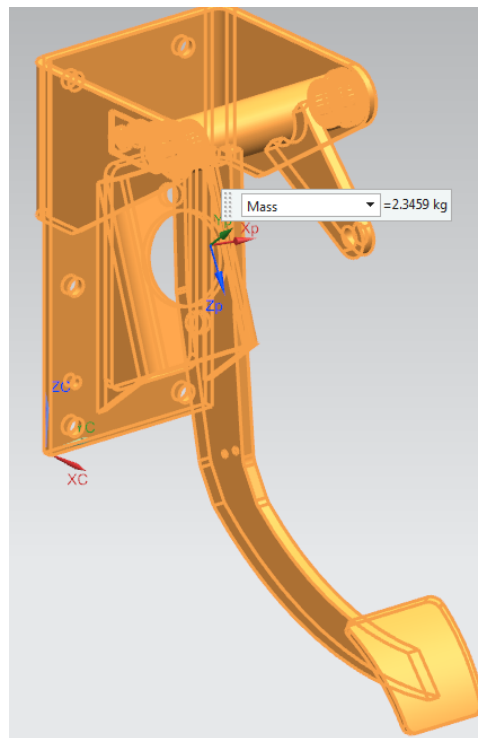


Manguera con conexiones

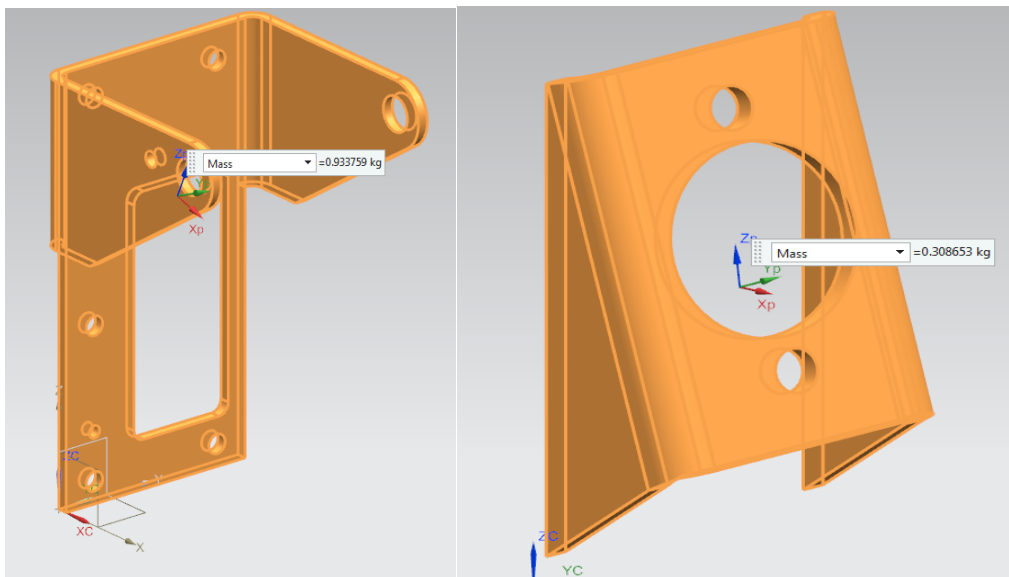
En esta información se incluyó datos técnicos, especificaciones de operación e indicaciones de instalación que respaldaban el producto que ofrecieron, así mismo enviaron un Kit para realizar la instalación y correr pruebas.

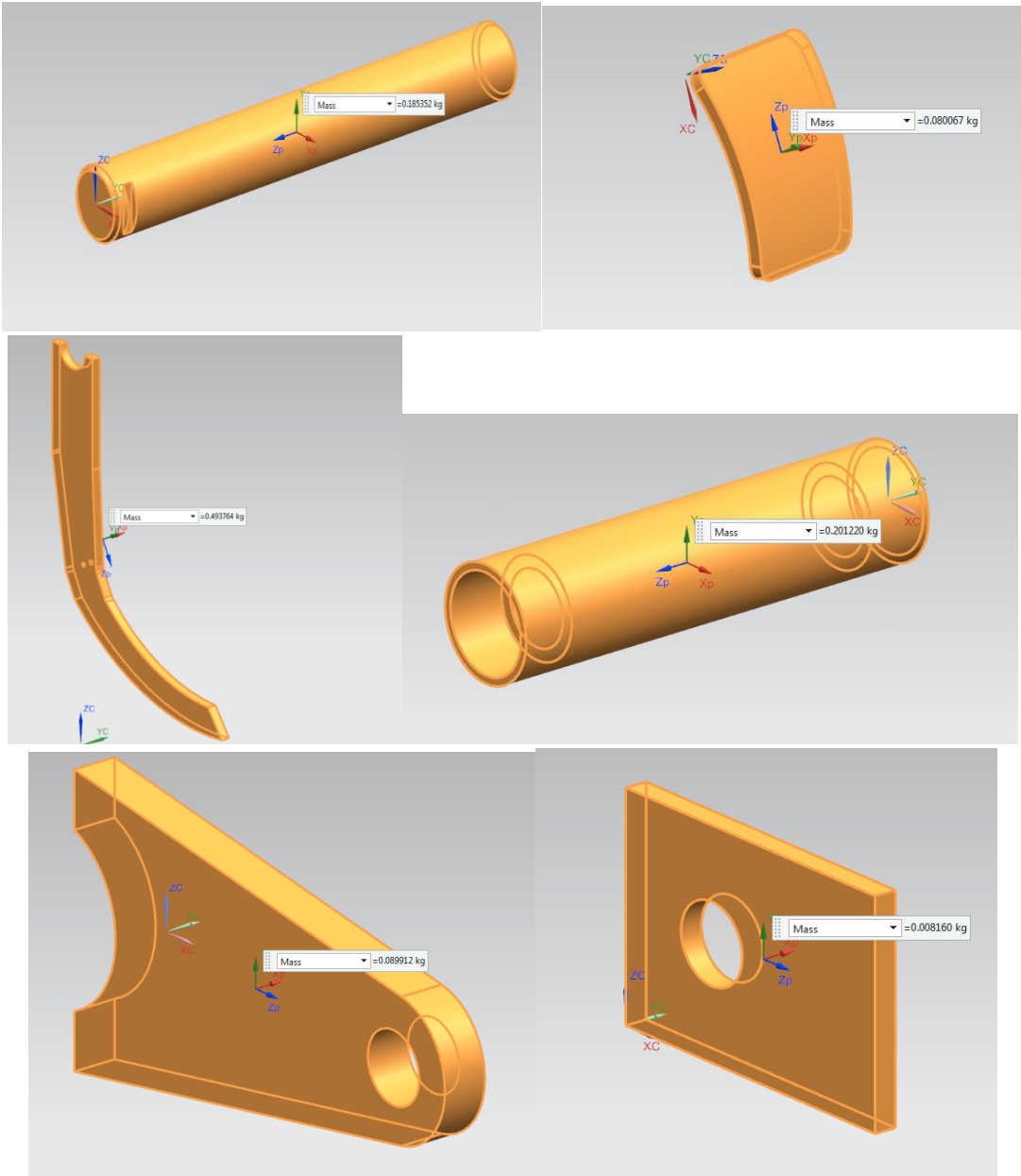
Con base en la información técnica, dibujo 2D y 3D comencé el desarrollo del nuevo diseño del conjunto pedal que se adaptara a los nuevos componentes y además en el cual se eliminara la posibilidad de que fuera manipulado y causara desajustes.

El diseño del conjunto pedal embrague lo realice con el software de diseño NX Unigraphics. A continuación se muestra el nuevo diseño.



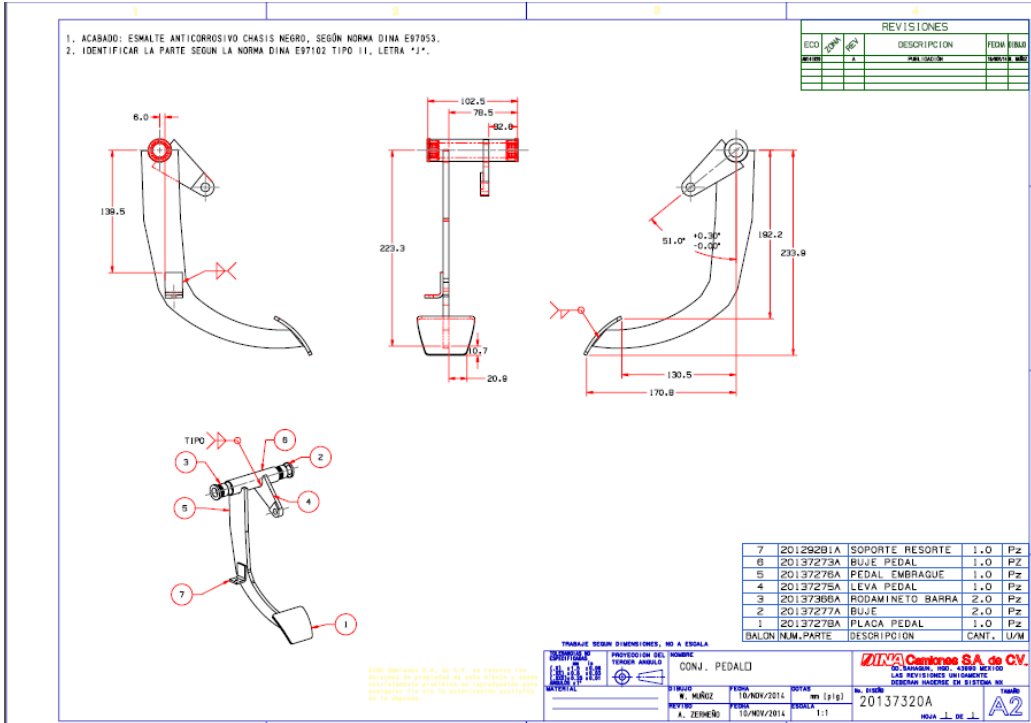
Conjunto pedal



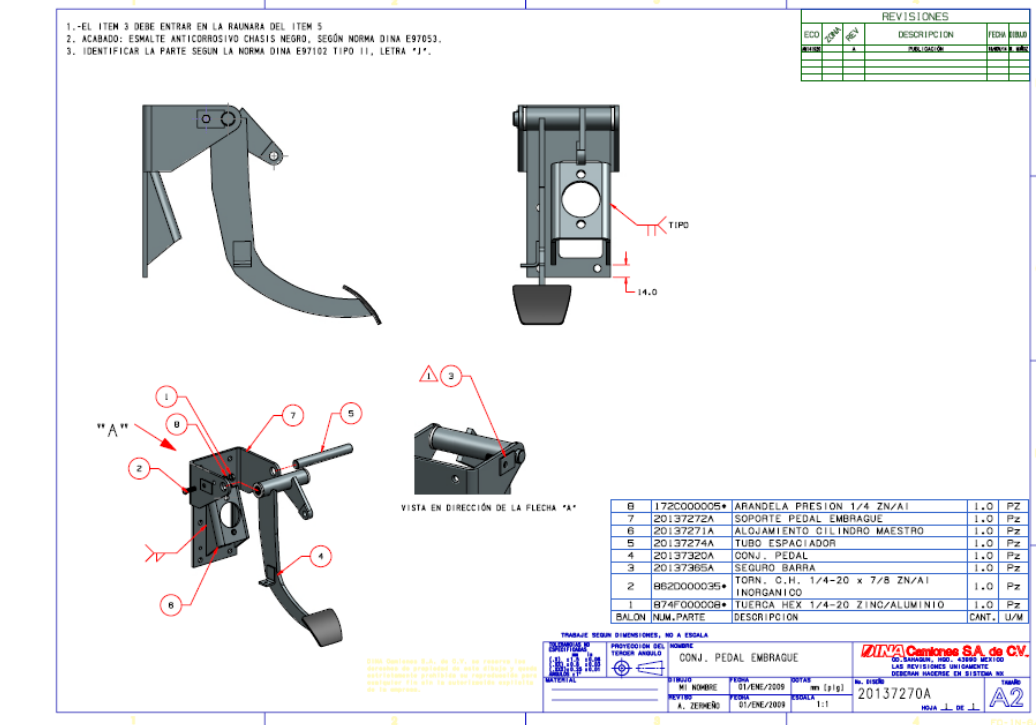


Partes del conjunto pedal

El ensamble final representado en diagrama se muestra a continuación.

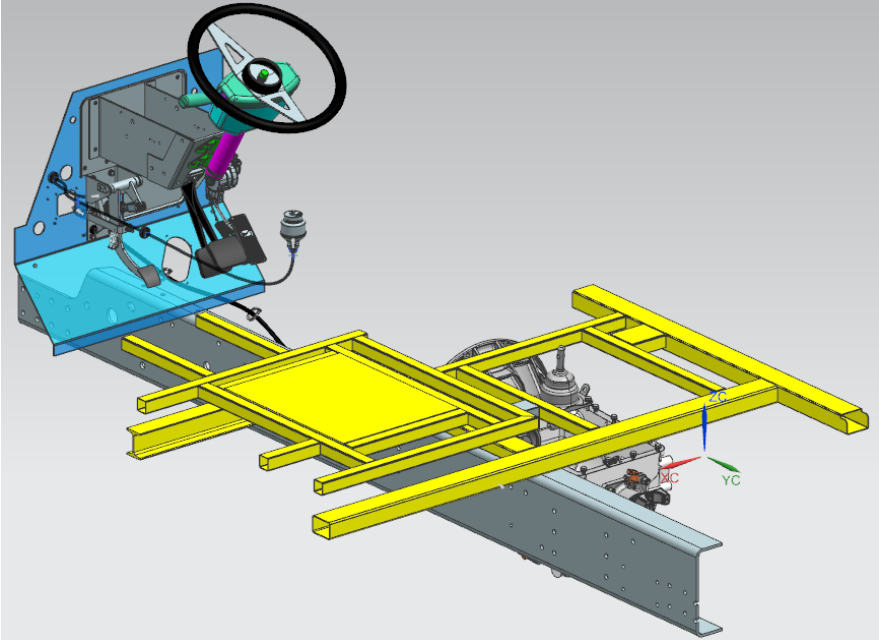


Sub-ensamble pedal

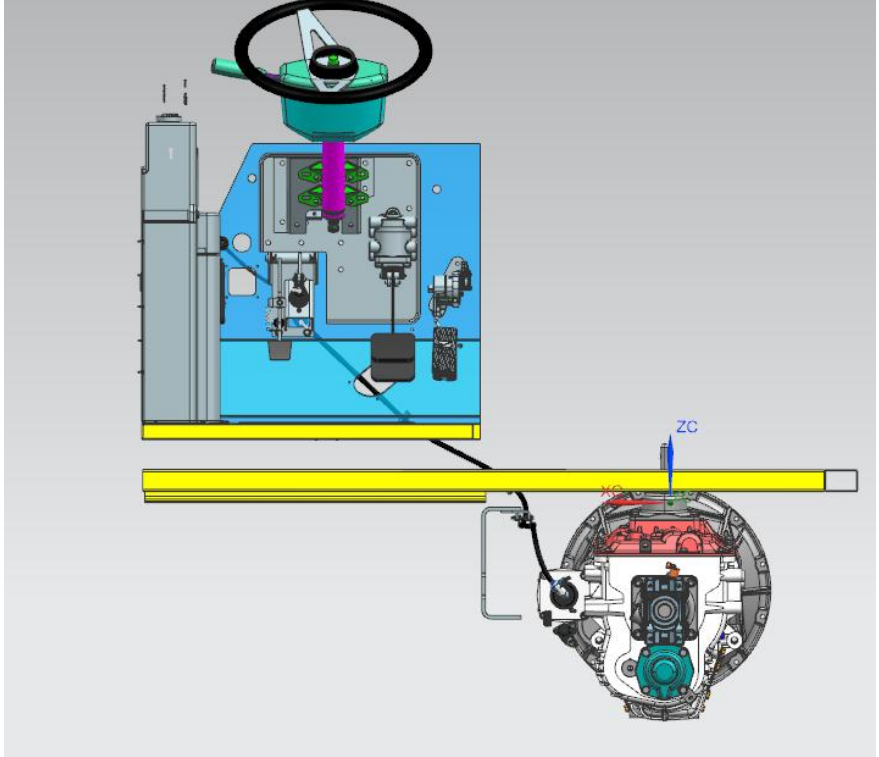


Ensamble final conjunto pedal

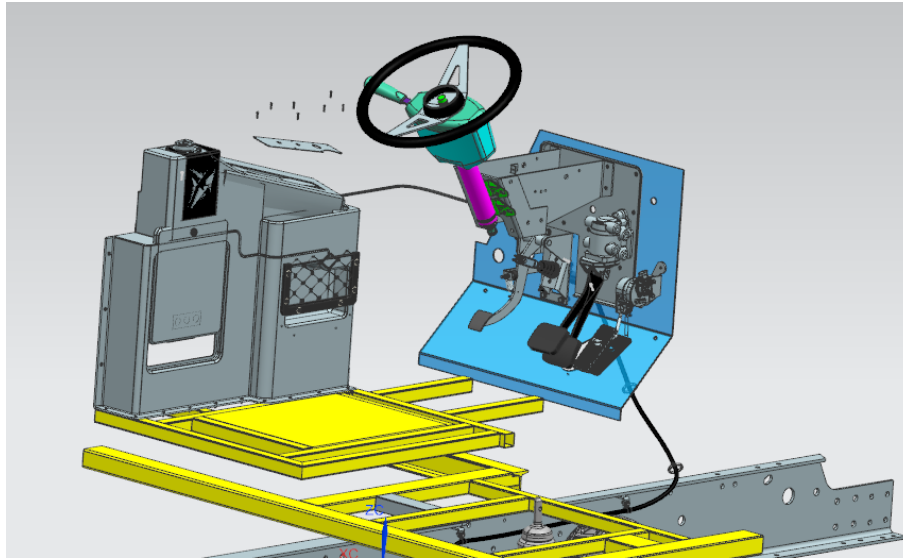
La posición del conjunto pedal dentro de la cabina del autobús la realicé con base en el espacio disponible para no tener que modificar otros sistemas y con base en la norma de la SEMOVI para la ubicación de los mandos de cabina para cubrir los estándares de seguridad y confort para el operador.



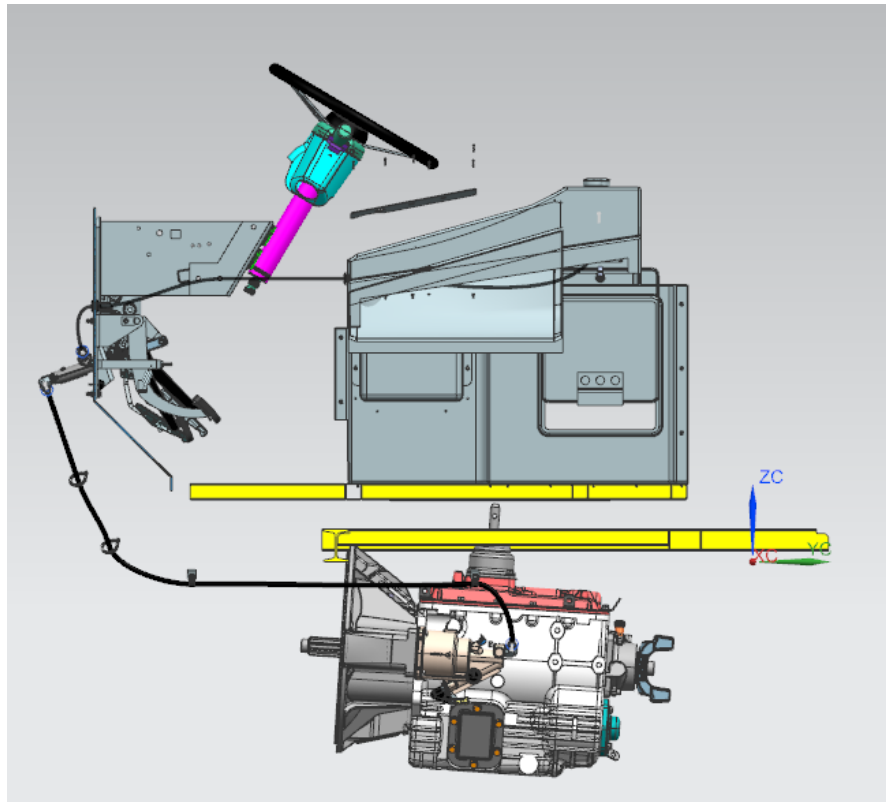
Vista en isométrico lado izquierdo



Vista normal en dirección al volante



Vista isométrica lado derecho



Vista normal lado izquierdo

D6.- Implementar acciones correctivas permanentes

Una vez concluido el desarrollo del diseño del sistema y comprobé la ubicación de los componentes y el ensamble virtualmente con el departamento de postventa y producción, comencé la etapa del montaje físico en una unidad prototipo para empezar las pruebas funcionales y de durabilidad en campo.

A continuación se muestran imágenes del sistema instalado para realiza pruebas.



Sistema mandos de embrague servoasistido Kongsberg

Con este sistema pedí que se corrieran pruebas de durabilidad y funcionalidad con uno de los clientes con una de sus rutas más demandantes en la ciudad de México.

Se monitoreo esta unidad y otras adicionales puestas en operación con el mismo sistema de mandos de embrague Kongsberg y embrague LUK de pastas orgánicas, teniendo como respuesta de primera instancia que el sistema tenía mayor confort para el operador, el manejo más suave y se tenía el control total del embrague sin jalones, así como la percepción de disminución de ruido por vibraciones en el tren motriz.

D7.- prevenir que vuelva a aparecer un problema similar

Con los resultados obtenidos después de varios meses de operación, solicité se aprobara que para los demás modelos de autobuses que teníamos con transmisiones manuales se hiciera la implementación de este sistema, con la finalidad de evitar futuros problemas iguales en los otros modelos.

La solicitud fue aprobada y se estableció que este sistema fuera de serie en todos los modelos.

D8.- Reconocer los esfuerzos del equipo

Con la finalidad de recocer el trabajo y el esfuerzo del equipo se documentaron las opiniones de los clientes respecto al nuevo sistema, en las cuales se expresaba satisfacción con el resultado obtenido con el nuevo sistema implementando, remarcando que se había logrado un impacto tanto de confort, funcionalidad y económico debido a que ya no se tenían que parar la unidades con la misma frecuencia para hacer reparaciones del sistema.

6. CONCLUSIONES

Encontré que la causa raíz de los fallos en el sistema de mandos de embrague fue por dos razones, no hubo una correcta aplicación de ingeniería y diseño del sistema de mandos de embrague desde su implementación, debido a que solo se utilizaron componentes que eran vendidos como partes de repuesto, por lo cual no había ninguna garantía de funcionalidad al no haber un sustento ingenieril de aplicación y análisis de los componentes.

El embrague utilizado aun cuando tuvo un análisis de aplicación correcta por parte de ingeniería y el proveedor lo valido y recomendó, no se consideró que el utilizar pastas cera metálicas provocaría un desgaste prematuro del embrague y el volante de motor reduciendo así el tiempo de vida del sistema e incrementando el costo de mantenimiento.

Con el rediseño del sistema de embrague y una nueva opción de tipo de embrague se logró incrementar la vida útil de los componentes de 30 000 Km a más de 100 00 km de acuerdo a los datos monitoreados en unidades en campo.

Con el nuevo diseño del sistema mandos de embrague se logró que el sistema no pudiera ser manipulado en campo y permanecieran los parámetros dados al sistema desde la fábrica, así como también se logró reducir los componentes del sistema, teniendo un impacto positivo en el costo del sistema y el costo de mantenimiento.

Mi formación profesional en la Facultad de Ingeniería ha sido fundamental para afrontar los retos de ingeniería en la industria de autobuses ya que durante el curso de la carrera de ingeniería mecánica se desarrollaron mis habilidades para enfocar los recursos en la solución de problemas así como mi pensamiento analítico y crítico, de igual manera adquirí los conocimientos en el ámbito de la física, matemáticas y mecánica para poder aportar mis habilidades en una compañía que se dedica al desarrollo de ingeniería para el transporte, sin embargo considero que si además de lo mencionado anteriormente que brinda la facultad de ingeniería hubiera una mayor vinculación con la industria y a los alumnos se les enviara a complementar la formación en la industria, esto provocaría que hubiera egresados cada vez más calificados.

7. BIBLIOGRAFIA

<https://books.google.com/books?id=9VRmtvxFGMwC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Mayo 2016

<http://www.roadranger.com/rr/index.htm>

Mayo 2016

<http://www.kongsbergautomotive.com/>

Mayo 2016

<http://www.schaeffler.com/content.schaeffler.com/en/index.jsp>

Mayo 2016

<http://www.dina.com.mx/>

Mayo 2016