



Universidad
Nacional de
Ingeniería

Facultad de Tecnología de la Industria

Manual de mantenimiento preventivo para una caja de cambio de 13 velocidades del modelo EATON FULLER, para la empresa “Transporte Gutiérrez”.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Elaborado por:

Tutor:

Br. Josefa Margarita
Hernández
Martínez
Carnet: 2018-0618U

Br. Kendrick
Enmanuel Mejía
López.
Carnet: 2014-0962U

Br. Jonathan David
Sánchez Araica
Carnet: 2015-
0588U

MSc. Eddy Blandón
Morales.

11 de abril de 2023
Managua, Nicaragua.

Índice

I.	INTRODUCCIÓN	3
II.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
III.	MARCO TEÓRICO	5
1.	Manual de mantenimiento.	5
2.	Plan de mantenimiento	5
2.1.	Pasos para elaborar un plan de mantenimiento.	5
3.	Definición de mantenimiento preventivo.	6
3.1.	Tipos de mantenimiento preventivo	6
3.2.	Objetivo del plan de mantenimiento preventivo.	6
4.	Embrague	10
4.1.	Definición	11
4.2.	Embrague utilizado para caja Eaton Fuller	12
4.3.	Embrague de fricción	13
4.4.	Tipos de sistemas de embrague de fricción	13
4.5.	Mandos de accionamiento del sistema de embrague	14
5.	Caja de cambios	17
5.1.	La caja de cambio y constitución	17
5.2.	Materiales de fabricación de la caja de cambios manual	18
5.3.	Tipos de cajas de cambios	19
5.4.	Funcionamiento de una caja de cambio manual	20
5.5.	Mandos de accionamiento de la caja de cambios	20
5.6.	Selector de velocidades	22
5.7.	Caja de cambio Automática	23
5.7.1.	Tipo de caja automática	23
5.8.	Tipo de mando para una caja automática	24
IV.	DISEÑO METODOLÓGICO	25
V.	DESARROLLO DEL DISEÑO METODOLÓGICO.	26
1.	Diagnóstico de fallas que se pueden presentar en el embrague	28
2.	Diagnóstico de fallas que se pueden presentar en la transmisión	30
3.	Manual de procesos de desmontaje y montaje del embrague	32
3.1.	Desmontaje	32
3.2.	Montaje	35

4. Causas de falla del embrague.	42
5. Manual de procesos de montaje y desmontaje de la caja de transmisión	49
5.1. Desmontaje	49
5.2. Montaje	59
5.3. Recomendaciones de Torque	67
6. Lubricación para caja Eaton Fuller.	69
6.1. Temperatura de operación.	69
6.2. Nivel de aceite en la transmisión	71
6.3. Utilización de los diversos aceites lubricantes en base al tipo de mecanismo.	72
6.4. Especificaciones de mantenimiento preventivo	73
6.5. Cronograma de mantenimiento preventivo	75
6.6. Proyecciones de costo	77
VI. CONCLUSIONES	78
VII. RECOMENDACIONES.	79
VIII. BIBLIOGRAFÍA	80
IX. CRONOGRAMA DE TRABAJO	81
X. ANEXOS	82

I. Introducción

Los vehículos de transporte pesado desde sus inicios hasta el día de hoy, se han convertido en una pieza fundamental para el desarrollo del país, transportando toda clase de cargamentos y en grandes cantidades con el objetivo de abastecer los puntos donde se necesitan de forma más rápida y segura.

Los adecuados para esta clase de trabajo son los llamados “Cabezales”, equipos cuyo peso ronda las 20 toneladas de peso en bruto y son capaces de mover pesos mayores al propio vehículo.

Pero aparte del potente motor que pueda poseer el equipo, existe una parte de el en el cual gracias a él puede desplazar todas esas toneladas sobre el camino y esa es la caja de velocidades o caja de cambios.

La caja de cambios es un dispositivo mecánico que se utiliza para aumentar el par de salida o cambiar las revoluciones del motor. El eje del motor está conectado a un extremo de la caja de cambios.

Este mecanismo juega un papel fundamental en el vehículo, ya que debido a ello es que se obtiene el desplazamiento y el aumento de velocidades gracias a su serie de engranajes y otros componentes que están sincronizados, que hacen posible dicha acción.

II. Objetivos del Estudio

Objetivo General

- Elaborar un manual de mantenimiento preventivo para una caja de cambio de 13 velocidades del modelo de cabezal EATON FULLER RTLO-14613 AP2, mediante inspecciones mecánicas y pruebas manuales, a fin de minimizar las incidencias de fallas.

Objetivo Especifico

- Determinar las fallas y su frecuencia de ocurrencia.
- Elaborar el programa de intervalos de mantenimiento.
- Elaborar en el manual, costos y elementos mecánicos para su realización.

III. Marco teórico

El marco teórico comúnmente se ha utilizado para la revisión y organización de los conocimientos teóricos sobre algún tema elegido para desarrollar y formular conceptos de una investigación, ensayo, documental, etc.

1. Manual de mantenimiento.

Según el autor Mancuso (2020). Define el manual de mantenimiento como un documento donde se resumen las normas, organización y los procedimientos que se utilizan en una empresa con el fin de llevar adelante la función de mantenimiento.

2. Plan de mantenimiento

Un plan de mantenimiento es un conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación.

2.1. Pasos para elaborar un plan de mantenimiento.

Existen al menos tres formas de elaborar un plan de mantenimiento, es decir, de determinar el conjunto de tareas preventivas a llevar a cabo en la instalación:

- Basarse en las recomendaciones de los fabricantes.
- Basarse en protocolos genéricos.
- Basarse en un análisis de fallos potenciales.

3. Definición de mantenimiento preventivo.

Según el autor Vidal (2021). El mantenimiento preventivo se cataloga como una revisión de los aparatos para su buen funcionamiento, y evita los fallos del equipo previniendo las incidencias antes de que ocurran.

3.1. Tipos de mantenimiento preventivo

Existen tres tipos de mantenimiento preventivo:

3.1.1. Mantenimiento programado: Se realizan por tiempo, kilómetros u horas de funcionamiento.

3.1.2. Mantenimiento predictivo: Es realizado al final del período estimado máximo de utilización.

3.1.3. Mantenimiento de oportunidad: Se aprovecha el período en el que no se está utilizando el equipo para realizar el mantenimiento y evitar cortes de producción.

3.2. Objetivo del plan de mantenimiento preventivo.

- Minimizar al máximo las acciones correctivas. Intervenir con el mantenimiento antes de que se produzca la avería, pudiendo planificar las tareas y recursos necesarios.
- Reducir los gastos por mantenimiento y reparaciones.
- Aumentar la disponibilidad de la maquinaria, aumentando así su capacidad productiva y obteniendo mayor rentabilidad.
- Alargar la vida útil de los equipos, para que puedan seguir funcionando perfectamente el mayor tiempo posible sin necesidad de ser sustituidos por otros nuevos.

- Aumentar la productividad de la maquinaria y el operador, evitando así los tiempos muertos.
- Evitar la pérdida de materia prima que quede inutilizable por mal procesados en la cadena de fabricación.
- Reducir los riesgos de accidentalidad laboral por rotura de componentes.

Figura.1 - Etapas del mantenimiento.

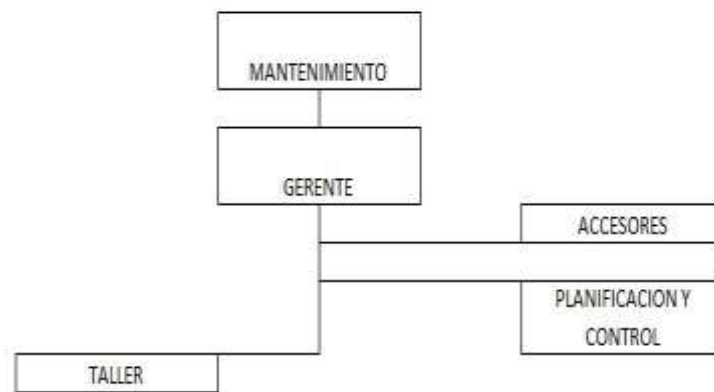


Fuente: Fuente propia.

- **Planeación:** Nos permite trazar nuestros objetivos de manera clara para poder alcanzarlos y mejorar el nivel organizacional funcional y operacional en los mantenimientos.
- **Objetivos del plan:** Ayudan a maximizar la disponibilidad de maquinaria y equipos de producción con el fin de cumplir con las metas y ser rentable económicamente.
- **Planificación y ejecución:** Implica evaluar la necesidad del mantenimiento y planificación para saber las condiciones del equipo la disponibilidad de las herramientas, mano de obra y recursos para mejorar la seguridad y continuidad del servicio.
- **Resultados:** Permite mejorar los aspectos como la seguridad, productividad, rendimiento de equipos, aumentar la productividad y sobre todo aumentar la vida útil de los equipos etc.

Fuente: <https://www.cancur.com.mx>

Figura.2 - Organización del departamento de mantenimiento de la empresa.



Fuente: propia.

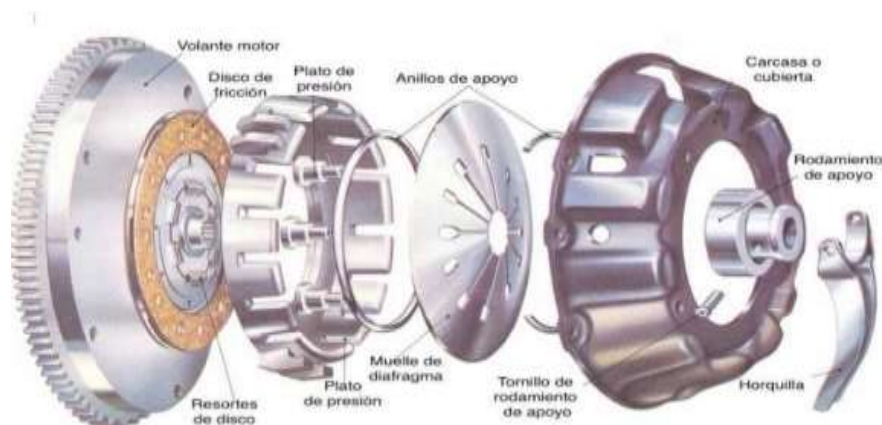
La empresa cuenta con una estructura donde hay:

- **Gerente de mantenimiento:** El define y planifica la política de mantenimiento planteando los objetivos para mejorar el mantenimiento preventivo de forma racional para asegurar el funcionamiento y disponibilidad del mismo.
- **Accesores o jefe de taller:** Su trabajo consiste en mantener el buen funcionamiento del taller y administrar los recursos de la empresa en el taller como repuestos manejo de personal, herramientas etc.
- **Taller mecánico:** Consiste en un establecimiento para realizar las reparaciones y establecer las condiciones normales del estado y funcionamiento de los camiones.

4. Embrague

Es un mecanismo o sistema que nos permite unir o separar el eje del cambio de velocidades del vehículo. Liberando así el par motor a las ruedas del vehículo. Su misión es transmitir la potencia del motor al cambio de manera progresiva.

Figura. 3 - Partes del embrague.



Fuente: <https://imágenes.app.goo.gle>

La función que realiza el embrague inicia cuando se acciona el pedal de embrague, este contrae un cable que a la vez presiona la horquilla donde se aloja un collarín. Así mismo el collarín y la horquilla presionan el plato opresor hacia un diafragma el cual libera o separa al disco y la fuerza del motor no se transmite a la rueda es ahí donde puedes elegir el cambio correspondientemente.

Cuando se deja de accionar el pedal de embrague todo retorna a la normalidad tanto el collarín como horquilla dejan de presionar y así la caja de cambio puede transmitir la fuerza al motor así a las ruedas motrices y por ende nuestro disco de embrague, se fija a la volante del motor presionado por el plato opresor y su diafragma.

Se conceptualizará la parte del embrague:

4.1. Definición

- **Carcasa del embrague:** Este elemento es el cubre el sistema del embrague ya que este se fija la volante de inercia utilizando los tornillos. Y permite la presión del disco del embrague donde se encuentra alojada entre el bloque del motor.
- **Plato opresor:** su trabajo es interrumpir y reestablecer el flujo de fuerza del motor hacia la caja de cambios, además él cuenta con muelles que al momento de aplicar el embrague acciona al disco de volante de inercia.
- **Disco de embrague:** Este componente hace la conexión en el centro del embrague es compacto y muy sofisticado ya que está sometido a cargas pesadas. También transmite par del motor al árbol de transmisión, Además se encuentra recubierto por ambos lados con una superficie de fricción, que permite compensar el diferencial de revoluciones del motor y la caja de cambio y transmitir el par motor.
- **Horquillas:** Es uno de los elementos centrales de la instalación del embrague. Esta unidad a un vástago del cilindro receptor del embrague, y se basa en operar una palanca que empuja al cojinete de liberación (collarín). Con el fin de desembragar el embrague.
- **Control de embrague:** Lo podemos encontrar por cable, pedal o accionamiento hidráulico para aplicar o liberar el embrague.

- **Volante de inercia:** También conocido como volante motor esta pieza almacena inercia mecánica y proporciona inercia a los automóviles, y su misión es eliminar desequilibrios para tener un mejor funcionamiento del motor.
- **Plato del embrague:** Este se ubica entre la caja de velocidades y el volante motor forma parte del sistema de transmisión del automóvil y su función es acoplar y desacoplar el giro del motor de la caja de cambios.
- **Collarín de empuje:** Es la pieza que oprime el centro del diafragma o las palancas basculantes que separan el plato, consiguiendo despegar el plato y desembragar el vehículo.

4.2. Embrague utilizado para caja Eaton Fuller

Existen muchos tipos de embrague:

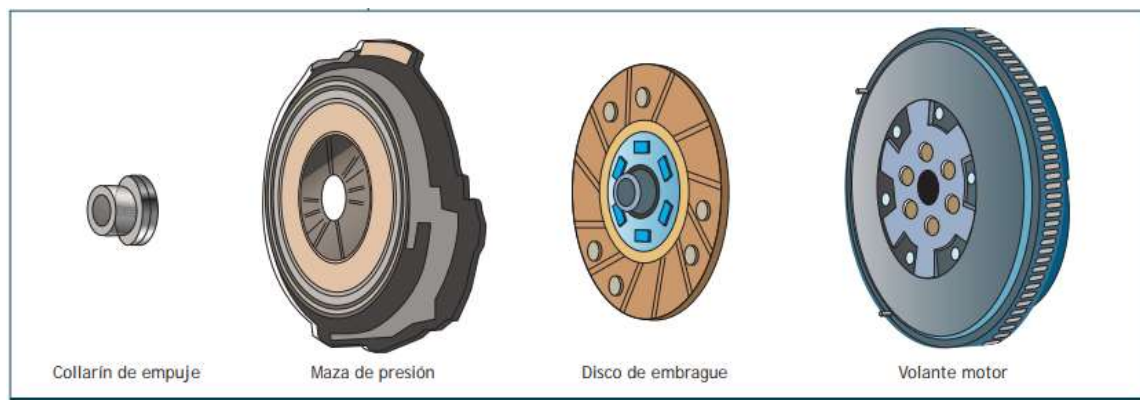
- Embrague electromagnético.
- Embrague hidráulico.
- Embrague bidisco.
- Embrague por conos.

En conclusión, hay muchos diferentes funcionamientos, material, etc. Pero en si el que utilizamos nosotros y especificado por el fabricante es el embrague por fricción.

4.3. Embrague de fricción

Es el más utilizado. Su funcionamiento se basa en el desplazamiento de un disco que fricciona contra el volante para transmitir el movimiento del motor al resto del sistema de transmisión del vehículo. Cuando el conductor acciona el pedal de embrague, el disco se separa del volante y deja de transmitir el movimiento del motor.

Figura.5 - Partes de un embrague de fricción



Fuente: sistema de transmisión y frenado Jaime Carlos Borja (ed. Macmillan profesional, pág.12)

4.4. Tipos de sistemas de embrague de fricción

- **Embrague de fricción:** Transmite el movimiento del motor a través de un disco de fricción movable que acciona el conductor del vehículo voluntariamente mediante un sistema de mando.
- **Embrague centrífugo:** Se acciona sin ayuda del conductor, mediante la fuerza centrífuga que crea el giro del motor.

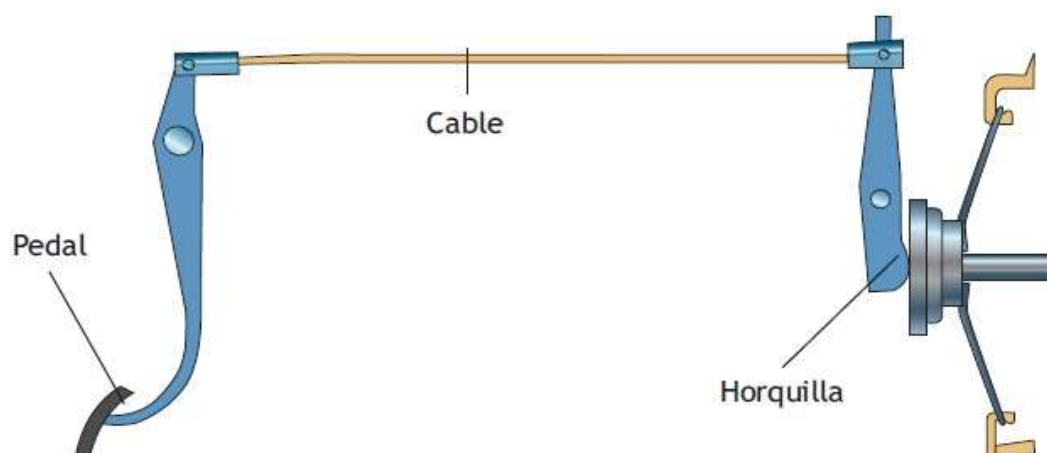
- **Embrague electromagnético:** Utiliza partículas metálicas que, al activarse un campo electromagnético, transmiten el movimiento del motor.
- **Embrague hidráulico:** El elemento de transmisión del movimiento es un fluido que circula por un sistema de turbinas.
- **Embrague multidisco:** Es un embrague de fricción con varios discos que se utilizan para disminuir su diámetro.

4.5. Mandos de accionamiento del sistema de embrague

Los mandos de accionamiento de un embrague de fricción son los elementos del pedal de embrague que están situados en el habitáculo hasta la horquilla de mando de embrague, estos pueden ser mecánico, hidráulico.

- **Mecánico:** Este sistema está formado por un cable de acero protegido dentro de una funda plástica su funcionamiento se basa en el anclaje de trinquete en un sector dentado, conforme el cable se va destensando quedando más suelto hasta llegar al siguiente realizando así el tensado del cable de mando.

Figura.6 - Sistema de mando Manual.



Fuente: sistema de transmisión y frenado, Jaime Carlos Borja (ed. Macmillan profesional, pág.14)

- **Sistema de mando Hidráulico:** 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).

Figura.7-Sistema de mando hidráulico



Fuente: sistema de transmisión y frenado, Jaime Carlos Borja (ed. Macmillan profesional, pág.17)

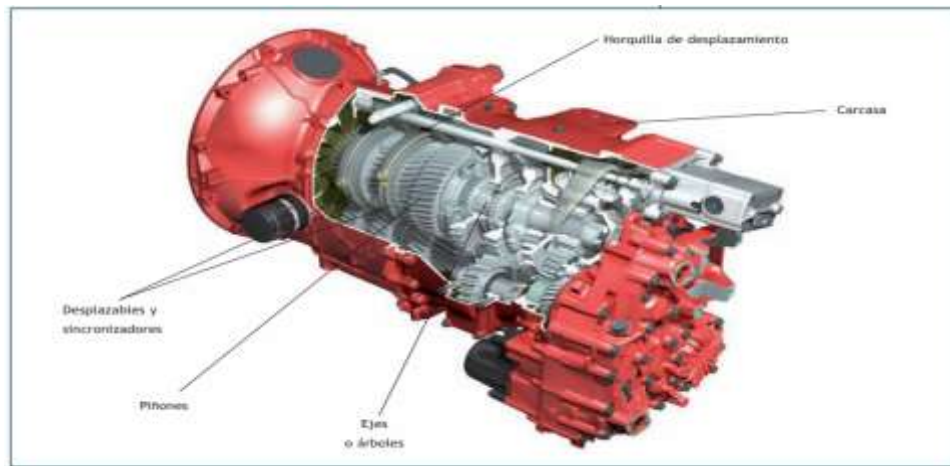
5. Caja de cambios

Es un elemento de transmisión que se interpone entre el motor y las ruedas con la función de administrar las revoluciones entre estos dos elementos. Para ello la caja de cambios modifica el número de revoluciones transmitidas a las ruedas e invierte su sentido de giro cuando las necesidades de la marcha así lo requieren.

5.1. La caja de cambio y constitución

- **Piñones:** acoplados en pares de transmisión, uno conductor (transmite las revoluciones del motor) y otro conducido.
- **Ejes o árboles:** son los que van montados los piñones.
- **Desplazables:** se encargan de engranar las marchas.
- **Sincronizadores:** se encargados de facilitar el engranaje de las marchas.
- **Carcasa:** ahí se encuentran todos los elementos anteriores y que sirve a su vez de recipiente para el aceite de lubricación de las piezas.

Figura.8- Elementos de la caja de cambios manual.



Fuente: sistema de transmisión y frenado, Jaime Carlos Borja (ed. Macmillan profesional, pág.39)

5.2. Materiales de fabricación de la caja de cambios manual

Por lo general está constituida por una serie de piñones de acero al carbono de extrema dureza, ya que soportan fuerzas de gran intensidad. Estos reciben además un tratamiento de temple, que consiste en aumentar la temperatura del metal aceleradamente, para proceder a continuación a su enfriamiento rápido, obteniendo así la máxima dureza y resistencia al desgaste.

5.3. Tipos de cajas de cambios

Según el autor Jaime Carlos Borja, (ed. Macmillan profesional) existen 3 tipos de cajas de cambios.

- **Caja de cambios simplificada.** Esta caja de cambios integra el conjunto diferencial. Es la más utilizada en el montaje de vehículos, ya que está diseñada para vehículos cuyo motor y eje de tracción estén en el mismo lugar.
- **Caja de cambios de dos ejes simple.** Esta caja de cambios está diseñada para vehículos cuyo motor y eje de tracción no estén en el mismo lugar, como por ejemplo los vehículos con motor delantero y eje de tracción trasero. Por ello la caja de cambios no integra el sistema diferencial, que se encuentra, en el eje de tracción del vehículo.
- **Caja de cambios con eje intermediario.** Este tipo de cajas de cambios se compone de tres ejes o árboles: el primario, el secundario y, colocado entre ellos, otro llamado eje intermediario. Estas cajas suelen utilizarse en composiciones de seis velocidades, que en la actualidad se montan con el objetivo de reducir el consumo de combustible y, con ello, las emisiones contaminantes, debido a que reducen el régimen del motor al disminuir el número de revoluciones.

5.4. Funcionamiento de una caja de cambio manual

El autor Jaime Carlos Borja, (ed. Macmillan profesional) comenta que la caja de cambios funciona engranando los dos piñones para lograr unas relaciones adecuadas a la potencia del motor, a su peso, a sus neumáticos y a la velocidad máxima deseada.

En una caja de cambios que tenga los piñones constantemente engranados no pueden estar todos fijos a sus ejes, ya que si lo estuvieran no se produciría transmisión de movimiento e incluso se llegaría a la rotura del conjunto. Por lo tanto, los piñones que no intervengan en una relación deben girar libremente; son los llamados piñones locos.

Por regla general, todos los piñones correspondientes a uno de los ejes están fijos, mientras que los del otro eje giran libres hasta que se selecciona una velocidad, momento en el que uno de los piñones locos se queda solidario a su eje y se produce la transmisión del par motor.

5.5. Mandos de accionamiento de la caja de cambios

Como hemos señalado, en la caja de cambios se encuentran los desplazables con los que se seleccionan las velocidades a través de las horquillas de accionamiento que llevan acopladas y que, a su vez, van sujetas a unas varillas que se mueven impulsadas por la palanca de cambios.

Según Jaime Carlos Borja, (ed. Macmillan profesional) describe que existen algunos mecanismos que facilitan el correcto funcionamiento de la selección de velocidades.

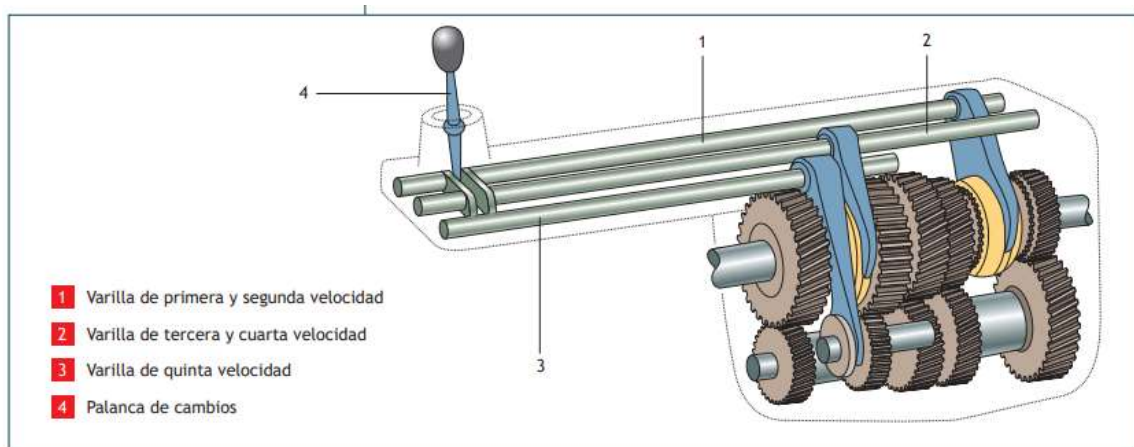
- **Fijación mediante bolas y muelles.** Una vez seleccionadas las velocidades, para que se mantengan fijas y no se salgan debido a vibraciones del funcionamiento, los desplazables poseen un mecanismo de anclaje a base de bolas de acero y muelles. Estos últimos tienen como objeto presionar las escotaduras mecanizadas en las varillas, manteniéndolas fijas en su soporte por la presión que ejercen los muelles sobre la propia bola de acero. Para poder introducir otra velocidad es necesario volver a desplazar la varilla de mando a su posición original a través de la palanca de cambios accionada por el conductor.
- **Mecanismo en la palanca de cambios.** Si se accionasen dos velocidades a la vez, se destruiría el conjunto de la caja de cambios, puesto que engranar dos piñones que giren a distinta velocidad partiría el eje. La palanca de cambios, para evitarlo, tiene una forma particular que imposibilita esta acción.

5.6. Selector de velocidades

La palanca de velocidades, que va instalada en el interior del habitáculo, pivota en una rótula. Esta rótula se ocupa de permitir el movimiento de la palanca para poner en marcha las varillas que accionan las diferentes velocidades.

Según el autor Jaime Carlos Borja, (ed. Macmillan profesional) En la mayoría de los vehículos y camiones existen tres varillas de accionamiento de las velocidades.

Figura. 9 - Esquema del selector de velocidades



Fuente: sistema de transmisión y frenado, Jaime Carlos Borja, (ed. Macmillan profesional, pág.42)

5.7. Caja de cambio Automática

En contraste, la caja automática nos permite cambiar las relaciones de marcha sin la intervención de un conductor, la única función es solo acelerar, y frenar y guiar el volante. Esta comodidad relaja la experiencia de manejo.

5.7.1. Tipo de caja automática

- **Variador continuo (CVT o Multitronic):** Este tipo de caja varía la relación de velocidades de manera continua y es un tipo de transmisión muy empleado en ciclomotores y/o motocicletas, pues permite mantenerse a potencia máxima sin que se produzca un salto entre las distintas velocidades. También era utilizado antiguamente en automóviles de baja cilindrada, aunque con los avances actuales se ha logrado que soporte mejor los valores de par de turismos con una mayor cilindrada, haciendo que sus cadenas o correas sean mucho más resistentes.

- **De convertidor de par:** Esto quiere decir que la caja automática esta basados en el convertidor de par son los más tradicionales y han sido empleados desde que comenzaron a introducirse este tipo de sistemas en la industria automovilística. En este tipo de cambio, el disco de embrague que habitualmente llevan las transmisiones manuales es sustituido por el convertidor de par, haciendo que los cambios de velocidad resulten mucho más suaves.

5.8. Tipo de mando para una caja automática

En una caja manual no hay confusión posible ya que sólo existe la palanca tipo en H.

Pero en una caja automática, en cambio, hay distintas posibilidades, que resultan de combinar dos variables: por una parte, si se trata de un mando analógico o secuencial; por otra, si ese mando sirve para seleccionar marchas o para eliminarlas.

- **Mando analógico:** aquél en el que hay una posición del mando para cada una de las relaciones de cambio.
- **Mando secuencial:** cuando hay una secuencia para variar las relaciones (mover una palanca o pulsar un botón), pero no una posición de esa palanca o ese botón distinta para cada marcha.

Dentro de estos dos tipos de mandos se encuentra dos tipos de funciones:

- **De selección:** aquella en la que el movimiento del mando sirve para engranar marchas. En el caso de las cajas automáticas, el mando de selección está supeditado al control electrónico.
- **De bloqueo:** es el opuesto al de selección. Con este tipo de mando, propio de las cajas automáticas, lo que se hace es eliminar la posibilidad de que el cambio engrane ciertas marchas. Se dice que un cambio de cinco marchas está bloqueado en tercera si sólo pueden entrar las tres primeras.

IV. Diseño Metodológico

El diseño metodológico es un plan en el que establecemos estrategias y procedimientos para recolectar datos y procedimientos con el propósito de dar respuestas a un problema planteado con los objetivos de nuestra investigación.

El estudio denominado manual de mantenimiento preventivo para una caja de cambio Eaton Fuller de 13 velocidades se realiza para la empresa "Transportes Gutiérrez" ubicada en Managua, Nicaragua.

Tipo de estudio

Nuestro estudio se caracteriza por ser una investigación aplicada, porque se empleará conocimientos existentes para la solución de un problema que tiene un contexto práctico.

Así mismo es de carácter explicativo pues ya identificado el problema se explicará los efectos de las fallas y posibles soluciones.

Enfoque de la investigación

El enfoque metodológico utilizado para la recolección y análisis de nuestra investigación es el enfoque cualitativo, ya que está basado en un problema poco frecuente que nos permite justificar con procedimientos prácticos (técnicas e instrumentos) para el desarrollo de la investigación.

V. Desarrollo del diseño metodológico.

Nuestro diseño metodológico consiste en dar respuesta a las necesidades de transportes Gutiérrez, mantener la vida útil del equipo cabezal, considerando los costos en reparación y evitar paros imprevistos que pueda presentar el equipo, hay que recalcar que la empresa no posee un plan de mantenimiento en la actualidad, lo cual hace que la rentabilidad de su negocio tenga un impacto económico.

En el presente manual se detallarán tareas programadas para la realización de un mantenimiento predictivo y preventivo, en las siguientes páginas se observará las diferentes averías que puede tener el equipo, en el cual se especifica todo el conjunto que se relaciona a la caja de cambio entre ello tenemos embrague, transmisión y lubricación.

Aclaremos que nuestro tema trata de implementar un mantenimiento preventivo, pero es importante destacar la función que tendrá el mantenimiento predictivo, ya que este será la base para llevar a cabo el plan de mantenimiento.

Procedimientos de reparación: Este procedimiento consta de instalar y remover las piezas que compone al conjunto de una caja de velocidades, donde se proporciona ilustraciones especiales y se explica los procedimientos que se necesitan de guía.

Localización de averías: Este manual es una guía de servicio, por tanto, determinamos las fallas más comunes que pueda presentar los sistemas.

Lubricación: Se especifica el tipo de lubricante y el tiempo para realizar su cambio.

Proyecciones de costo: En este apartado se observará que tan rentable es realizar un plan de mantenimiento preventivo vs el valor real de una caja semi-nueva.

1. Diagnóstico de fallas que se pueden presentar en el embrague

Tabla N° 1 Fallas del embrague

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Alabeo excesivo del disco	Deformación ocurrida	Corrija el salto hasta aproximadamente 1,0 mm
Disco preso en el eje piloto	Perfil golpeado durante el montaje	Elimine la rebaba o cambie el disco
	Cubo o eje piloto con desgaste irregular en el perfil	Cambie el disco o el eje piloto, o bien, cambie ambos
	Cubo oxidado en el eje piloto	Limpie el cubo y el eje piloto. Lubrique levemente
Disco adherido en el volante o placa de presión	Vehículo estacionado por mucho tiempo sin que el embrague haya sido accionado	Limpie con lijas las superficies del volante y la placa del plato de presión, así como el revestimiento del disco
Disco pegado al volante o placa del plato por vacío	Remaches sin agujeros o suciedad en el agujero	Perforar el remache sin agujeros con broca de 0.2 mm, o limpie si es necesario. Lije la superficie del revestimiento para tomarlo un poco áspero.
Espesor mayor del disco	Montaje del disco no especificado	Monte el disco correctamente
Defecto en rodamiento guía del eje piloto		Cambie el rodamiento
Placa de presión no retrocede	Excesivo juego en el rodamiento de empuje	Acierte el juego conforme especificación del fabricante

Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2015 pág. 28

Tabla N° 2 Fallas del embrague

DEFECTO	CAUSA	SOLUCION
Disco errado	No existe compatibilidad entre el Sistema de amortiguamiento del disco y el auto	Monte el disco correcto
Desbalanceo		Cambie el plato de presión y si es necesario el disco. Monte rodamiento nuevo
Rodamiento guía del eje	Defecto en el rodamiento o ausencia del mismo	Cambie el rodamiento
Rodamiento de empuje	Rodamiento defectuoso o seco	Centralice el rodamiento
	Rodamiento	

Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2015 pág. 28

2. Diagnóstico de fallas que se pueden presentar en la transmisión

LOCALIZACION DE AVERIAS EN LA TRANSMISION			
Síntoma		Causa posible	Solución/Prevención
El aceite se filtra	Transmisión	Filtración por la junta y sello del teten de los cojinetes delanteros y traseros, junta de la tapa de caja picada al igual que la de expansión del eje de desplazamiento	Repare y reemplace según corresponda
		Cantidad inadecuada de aceite de engranaje y falta de viscosidad	Verifique el nivel y tipo de aceite
Ruidos	Transmisión	Chirridos en la transmisión	Compruebe que no hay tornillos
		Pernos de montaje de la transmisión del motor flojos	Apriete los pernos
Dificultad para engranar	Transmisión	Cojinete de eje impulsor o eje transmisor dañados	Reemplazar cojinete
	Sistema de control	Cojinete piloto de cigüeñal de motor desgastado y/o dañado	Reemplazar cojinete
	Lubricación	Cono sincronizador y anillo gastado	Reemplazar según corresponda

Fuente: Eaton Fuller trsm-4300s transmisiones 2009 pág. 190

LOCALIZACION DE AVERIAS DE TRANSMISION			
<u>Síntoma</u>		<u>Causa posible</u>	<u>Solución/ Prevención</u>
Engrane resbalan	Sistema de control	Unión desgastada o dañada	Reemplace la unión
		Pernos y tuercas flojos	Apriete los pernos y tuercas
		Ajuste inadecuado de la barra de enlace	Ajuste la barra de enlace
	Caja de cambio	Bola fiador y resortes desviados o rotos	Repare o reemplace según corresponda
		Ranura del eje de desplazamiento esta desgastada	Reemplace la horquilla de cambios
		Cubo sincronizador y manguitos desgastados	Reemplace según corresponda
	Engranaje de transmisión	Dientes de engranajes de embrague y manguito sincronizador desgastados o dañados	Reemplace según corresponda
		El cojinete del eje de impulso y eje de trasmisor desgastado o roto	Reemplace el cojinete
		Anillo de reten y arandela de empuje desgastados o rotos	Reemplace según corresponda
		Los pernos de montaje de la transmisión al motor están flojos	Apriete los pernos
Dificultad para engranar	Motor	La velocidad de ralentí del motor es demasiado alta	Ajuste la velocidad de ralentí
	Embrague	Desembrague inadecuado	Ajuste el embrague
		El disco de embrague se pega	Repare o reemplace
		Manguito de cambios de embrague combado	Reemplace el manguito de cambio

Fuente: Eaton Fuller trsm-4300s transmisiones 2009 pág. 191

3. Manual de procesos de desmontaje y montaje del embrague

3.1. Desmontaje

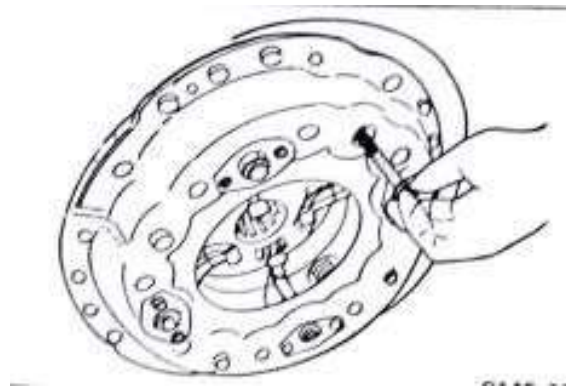
Paso 1: Quite la tapa de embrague y disco

Instale los seis pernos de fijación y arandelas planas por la tapa del embrague en el orificio roscado de la placa de presión.

Apriete los pernos uniformemente para comprimir los resortes de embrague y liberar la tensión de la placa de presión.

Afloje los pernos de ajuste una vuelta cuando la tensión del resorte se libere.

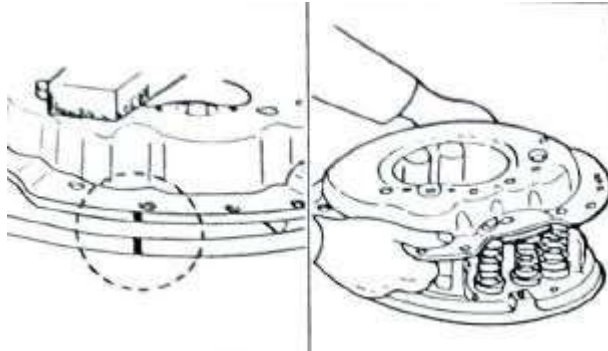
Figura.10 - Tapa del embrague



Fuente: Manual de taller para caja Mack, pág. 27

Antes de quitar las herramientas especiales y los pernos de la placa de acoplamiento comprima la tapa de embrague para mitigar la tensión del resorte de compresión y libera lentamente.

Figura.11- Extracción de la tapa de embrague



Fuente: Manual de taller para caja MACK, pág. 27

Paso 2: Desarmar el conjunto de palanca del desembrague.

Quite el pasador y de la palanca de desembrague.

Figura. 12- conjunto de desembrague



Fuente: Manual de taller para caja MACK, pág. 28

Paso 3: Desmontaje del plato y el disco del embrague

El plato opresor se encuentra acoplado juntamente con el volante de inercia y que está sujeto por 6 pernos los cuales deben ser retirados para verificar los problemas que presenta el plato opresor y el disco de embrague, tal como se puede observar en la siguiente fotografía:

Foto: 1 - Desmontaje del sistema de embrague



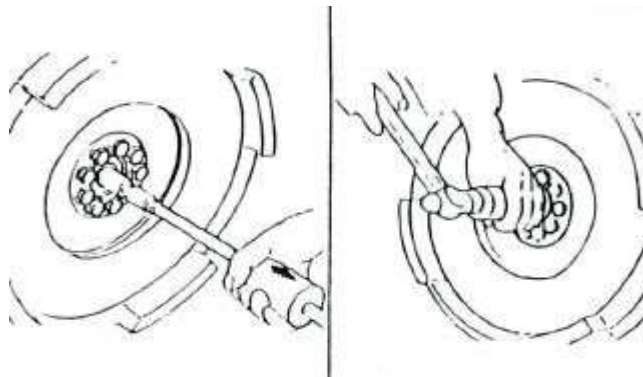
Fuente: propia

Paso 4: Reemplazo del cojinete piloto

Remueva el cojinete con la herramienta especial extractor de cojinete.

Instale el cojinete piloto con una varilla para aterrajear, después de instalar asegúrese de que gira sin dificultad.

Fig.13 - Extracción del cojinete piloto.



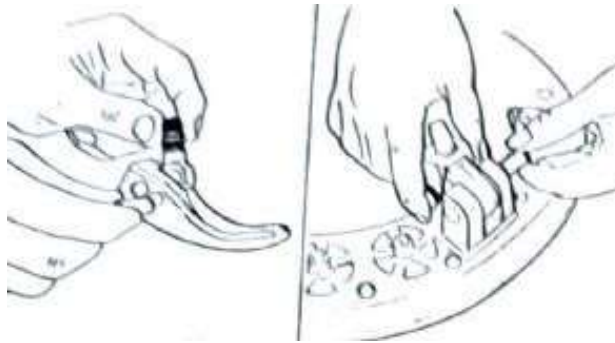
Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 28

3.2. Montaje

Armado del conjunto de embrague

Arme la palanca de desembrague, soporte de la palanca de desembrague y resorte de tensión y luego instale el conjunto de la palanca de desembrague sobre la palanca de presión.

Figura. 14 – Montaje del conjunto de embrague.



Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 29

Por favor no aplicar grasa en los bujes.

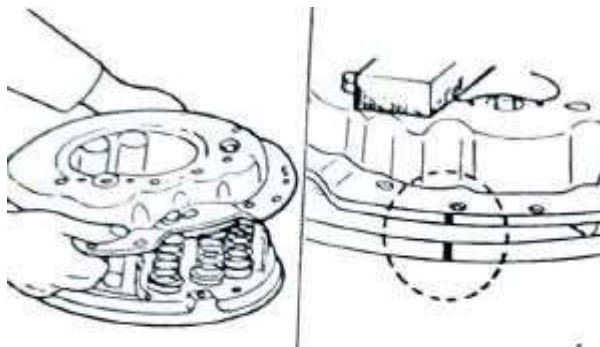
Instale la tapa en posición según la marca de alineación y comprima la tapa de embrague para mitigar la tensión del resorte de compresión.

Instale seis pasadores de arrastre en los orificios del volante.

Asegúrese de que los vástagos de los pasadores encajen a presionen el aro del volante.

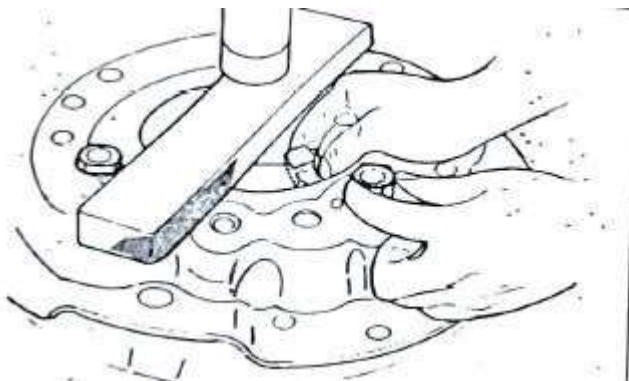
Coloque la placa intermedia en las ranuras de los pasadores de impulsión, se gira la placa intermedia a la derecha se utiliza una galga de espesor 0,006 para comprobar el lado libre entre el pasador impulsar y la ranura impulsora.

Figura.15- conjunto de embrague



Fuente: Manual de taller para caja MACK, pág. 30

Figura. 16 – Calibración del embrague.



Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 31

Apriete temporalmente las tuercas de soporte de la palanca de desembrague.

Recubra el asiento esférico de tapa y la sección roscada con un poquito de grasa.

Instale los seis pernos de fijación de placa de presión con las arandelas placas por la tapa de embrague en los orificios aterrajados de la placa de presión.

Figura. 17- Fijación del plato opresor.



Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 32

Paso 5: Instale el disco de embrague en el volante motor.

Inserte un árbol de alineación o un eje proveído de cuña a través del cubo del disco de embrague y adentro del cojinete piloto del volante para establecer el disco de embrague en su posición correcta.

Figura. 18 – Verificación del árbol de alineación.



Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 33

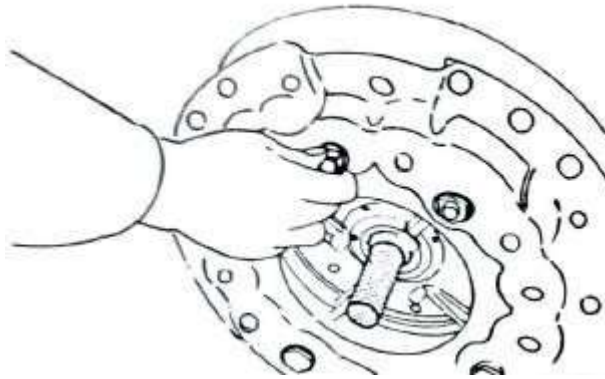
Paso 6: Instale el conjunto de tapa de embrague.

Inserte los pasadores de alineación de la tapa de embrague en su lugar en la tapa de embrague.

Apriete los pernos uniformemente. Presione varias veces alrededor de la tapa hasta que quede ajustada. Quite las herramientas especiales.

Figura. 19 – Instalación de la tapa de embrague.

Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 34



Paso 7: Ajuste de la altura de la palanca de desembrague.

Cuando instale un nuevo disco de desembrague, ajuste la holgura de la superficie de contacto entre la herramienta especial (calibrador de altura de palanca) y la palanca de desembrague girando la tuerca del soporte de la palanca de desembrague.

Figura. 20- Ajuste de holgura.



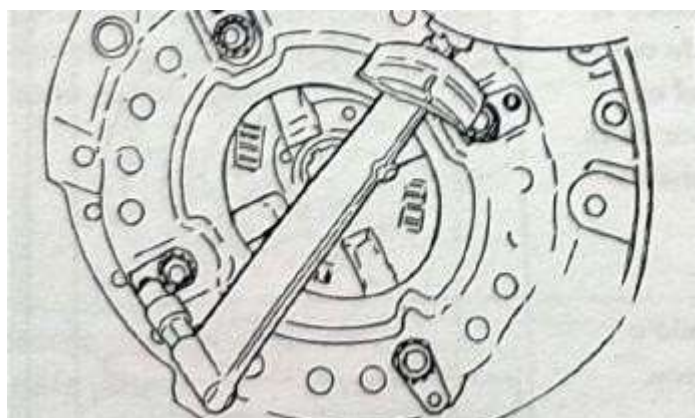
Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 34

Paso 8: Instale la placa fiadora

Asegúrese que cierre la tuerca de soporte con la placa fiadora.

Figura. 21 – inserción de la placa fiadora.

Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 34



4. Causas de falla del embrague.

Lengüetas del diafragma de la prensa desgastada

El desgaste ocurre cuando el rodamiento del embrague se encuentra al tope, cuando se encuentra agripado o bloqueado, el desgaste se puede observar en la siguiente

Foto: 2- Desgastes en el sistema de embrague.



Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2016 pág. 30

Verificación del plato opresor

Para diagnosticar que problemas tiene y en qué estado se encuentra el plato opresor es necesario realizar un reglaje o calibrado con una lámina calibradora para determinar el estado del plato opresor y si es necesario realizar una rectificación o remplazo por otra pieza.

Foto 3- Conjunto del plato opresor.

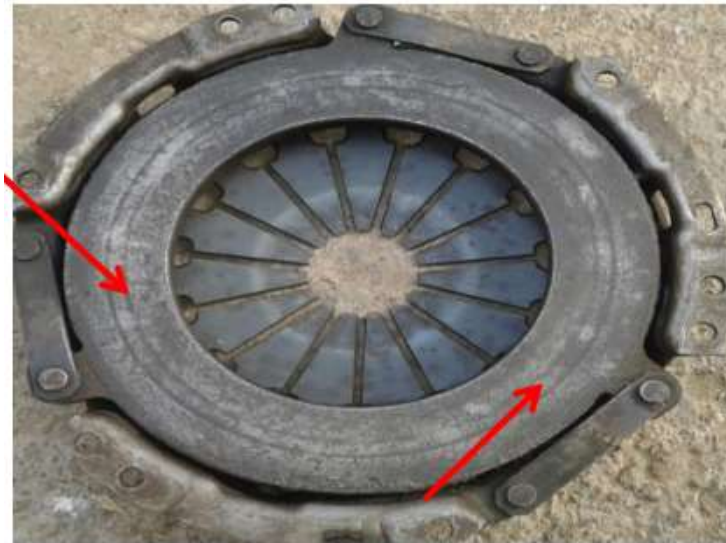


Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2016 pág. 30

Prensa con fisuras o rayado en el plato opresor

Esto debe a causa de la secuencia de pares de apriete incorrecta, el desgaste del revestimiento del disco hace que la superficie del plato opresor quede rayada, tal como se puede observar en la siguiente

Foto: 4- Plato opresor rayado

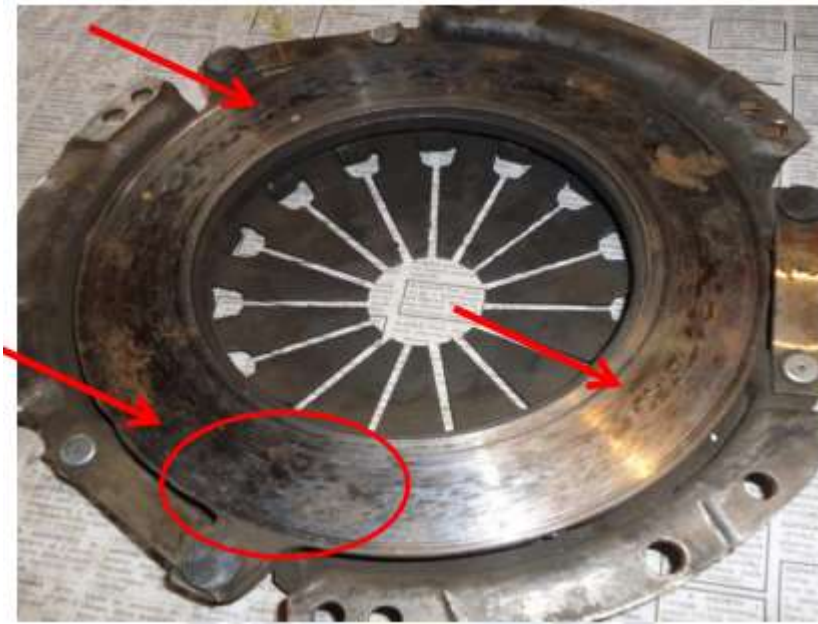


Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2016 pág. 31

Plato opresor recalentado.

Esto ocurre cuando se somete a esfuerzos al vehículo para realizar un adelantamiento o para subir una pendiente y el régimen del motor se sobre revoluciona sin obtener la aceleración deseada. El conductor demora mucho en levantar el pie del pedal del embrague mientras acelera (acción de patinaje) al cambiar de marcha. Cuando el disco de embrague patina, deja de transmitir la potencia del motor a la caja de cambios. El plato se sobrecalienta, toma un color azulado y el revestimiento del disco se alisa.

Foto 5- Plato opresor recalentado.



Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2016 pág. 32

Deformación del disco de embrague

Estas deformaciones se producen durante la instalación, se dejó colgar la transmisión sobre la flecha de mando. La causa del frenado brusco del motor y el erróneo cambio de velocidades a altas revoluciones ocasionan que el motor se sobre revolucione las pastas del disco se destruyen, el embrague puede tener material de fricción incrustado entre el arillo superior y la tapa, se puede observar en la siguiente.

Foto 6- Disco de embrague.



Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2016 pág. 35

Revestimiento del disco de embrague quebrado

Se produce por el embragado a altas revoluciones o modificaciones a los soportes del motor tal como se puede observar en la siguiente

Foto: 7- Disco quebrado.



Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2016 pág. 38

Interferencia del disco con el volante de inercia

El exceso rectificado del volante de inercia ocasiona contacto del disco con los pernos del cigüeñal, para evitar se debe instalar el disco en posición correcta, si la superficie del volante muestra signos de recalentamiento o fisuras se debe reemplazar. El cual se puede observar en la siguiente

Foto: 8- Volante de inercia

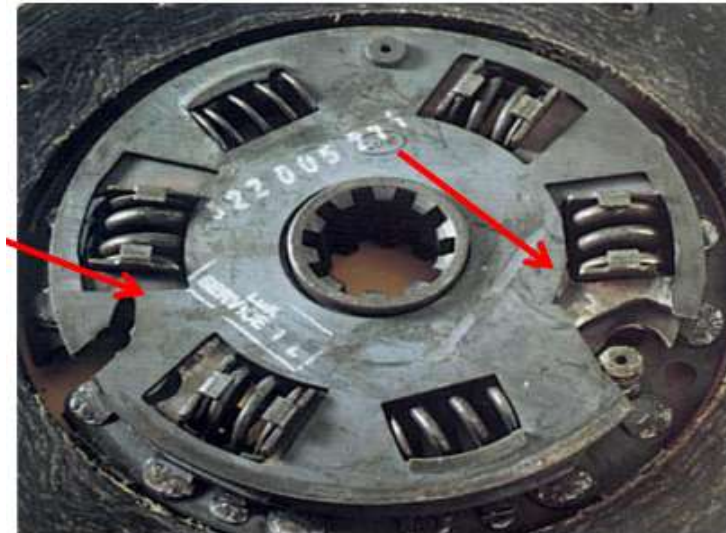


Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2016 pág. 40

Amortiguador de torsión quebrado

La utilización del embrague de forma no adecuada ocasiona que se rompan los resortes, conducir en regímenes de motor demasiado bajos provoca la destrucción del amortiguador del disco, como se puede apreciar.

Foto 9- Amortiguador roto



Fuente: mantenimiento del sistema de embrague, 2016 pág. 40

5. Manual de procesos de montaje y desmontaje de la caja de transmisión

Estos puntos que se tomaran en cuenta son de gran importancia para el desmontaje y montaje de la transmisión.

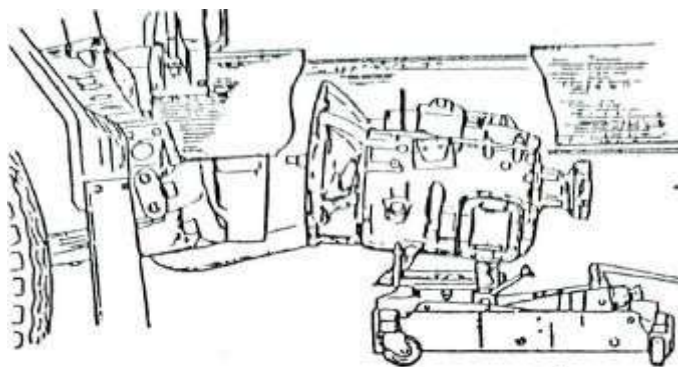
- No trabajar en la transmisión mientras este caliente.
- Trabe las ruedas.
- Drene el aceite de la transmisión.

5.1. Desmontaje

Paso 1

- Desconectar el eje cardán.
- Desconectar el colector de cables, como velocímetros y otros.
- Desconectar el cable de freno de estacionamiento si está fijada.
- Desconecte la varilla de control de la transmisión.

Figura. 22- Desconexión de la caja de cambio.



Fuente: Manual de taller para caja de MACK, pág. 45

Paso 2: Desmontaje de los árboles de transmisión

Retirar los pernos de la parte posterior del árbol de transmisión que sujetan a la caja de velocidades con el diferencial usando el dado y llave 14mm de esta manera se realiza el desmontaje de los árboles de transmisión principal como se observa en la foto.

Foto 9- Desmontaje del Árbol de Transmisión Posterior



Fuente: Manual de mantenimiento 2015, pág. 37

Foto 10- Desmontaje del Árbol de Transmisión Anterior



Fuente: Manual de mantenimiento 2015, pág. 38

Paso 3: Desmontaje de la campana y motor de arranque de la caja de cambios.

Extraer los pernos de sujeción de la campana y el motor, usando dados y llaves 14 y 17m.m., Para desmontaje del motor de arranque se retiran los pernos con dado de 14m.m., esto se puede apreciar en la foto.

Foto: 11- Desmontaje de la Campana y el Motor Arranque



Fuente: Manual de mantenimiento 2015, pág. 38

Paso 4: Desmontaje del cilindro auxiliar

Se realiza, retirando dos pernos que sujetan a la campana de la caja de cambios con una llave de 12mm., esto se puede apreciar en la foto.

Foto: 12 -Desmontaje del Cilindro Accionamiento



Fuente: Manual de mantenimiento 2015, pág. 39

Paso 5: Extracción de filtro de aire regulador

Quitar las líneas de aire del filtro de aire regulador.

Retire los 2 tornillos de presión del filtro de aire regulador.

Foto. 13 - Extracción de filtro de aire.



Fuente: Manual de taller para caja de eaton pág. 53

Paso 6: Desinstalar la palanca o control de cambio.

- Quitar los 4 tornillos de presión que retienen la base de la palanca.
- Para romper el sello de la junta, sacude ligeramente la carcasa de la palanca.
- Remueve la carcasa y los resortes de tope como sea necesario.
- Remueva la junta y limpie el área que hará contacto con la junta de refacción.

Figura 23– Palanca de control de cambio.



Fuente: Manual de taller para caja de MACK pág. 53

Paso 7: Extracción de la carcasa de cambio.

- Retirar los 2 tornillos que aseguran el enfriador de aceite, remover la válvula esclava.
- Quitar las piezas de bloqueo: pasador, resortes y manguito.
- Retirar la carcasa e inspeccionar el pasador de rodillo y reemplázelo si está dañado.
- Retirar la junta y limpiar la superficie de montaje.

- Inclinar el conjunto y retirar los juegos de resortes de tensión y bolas de los huecos superiores.

Foto 14 –Extracción de carcas de cambio.

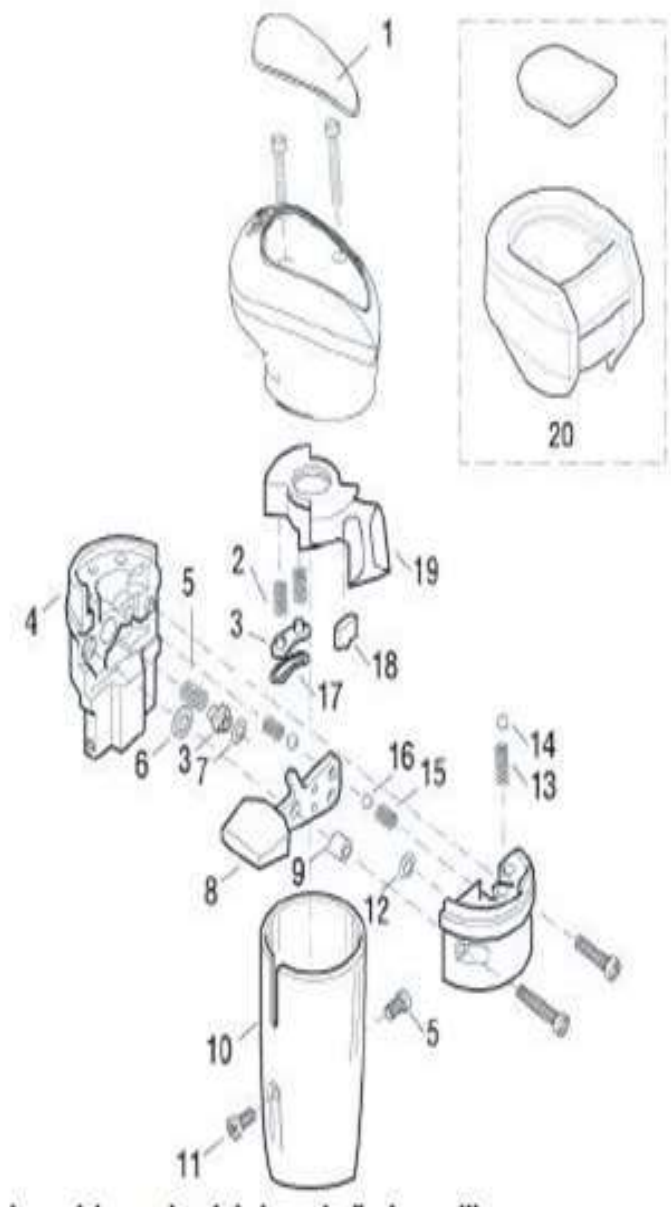


Fuente: Manual de taller para caja de Eaton pág. 53

Paso 8: Válvula Roadranger

Figura 24- montaje y desmontaje de los elementos de la caja de cambio.

1. Medallón
2. Resorte
3. Retenedor
4. Carcasa
5. Resorte
6. Arandela
7. Anillo "O"
8. Selector de rango
9. Pasador
10. Cubierta
11. Tornillo
12. Anillo "O"
13. Resorte
14. Bola de 5/32
15. Resorte
16. Bola
17. Sello
18. Tope
19. Botón del multiplicador
20. Perilla de cambio estilo antiguo



Fuente: Manual de taller para caja Eaton pág. 60

- Retire los dos tornillos que sostiene la cubierta inferior de la válvula y deslice hacia debajo de la palanca de velocidades, para exponer las conexiones de las líneas de aire y desconecte los conductos de aire.
- Afloje la tuerca de presión y gire la válvula de control afuera de la palanca de cambio.
- Haga palanca en el medallón en el rebaje de la cubierta superior.
- Saque los dos tornillos en el lado de la carcasa de la válvula para separar la carcasa.
- Retire la palanca de selección de rango de la carcasa izquierda, junto con las bolas de posición y la guía.
- Si es necesario, retire el resorte y el anillo “O” y el manguito de la carcasa

Paso 9: Extracción de la flecha de entrada sin desarmar la caja principal.

- Retirar los seis tornillos de presión y la cubierta del rodamiento delantero.
- Retirar el seguro de retención de rodamiento de la ranura de la flecha de entrada.
- Utilizar una barra blanda y un mazo para mover la flecha de entrada hacia la parte trasera de la carcasa, tanto como sea posible.
- Instale el extractor de rodamientos y retírelo, quitar el espaciador de engranes de velocidades.
- Quite el seguro interno del engrane y jale hacia el frente la flecha.

Foto 15- Extracción de flecha.

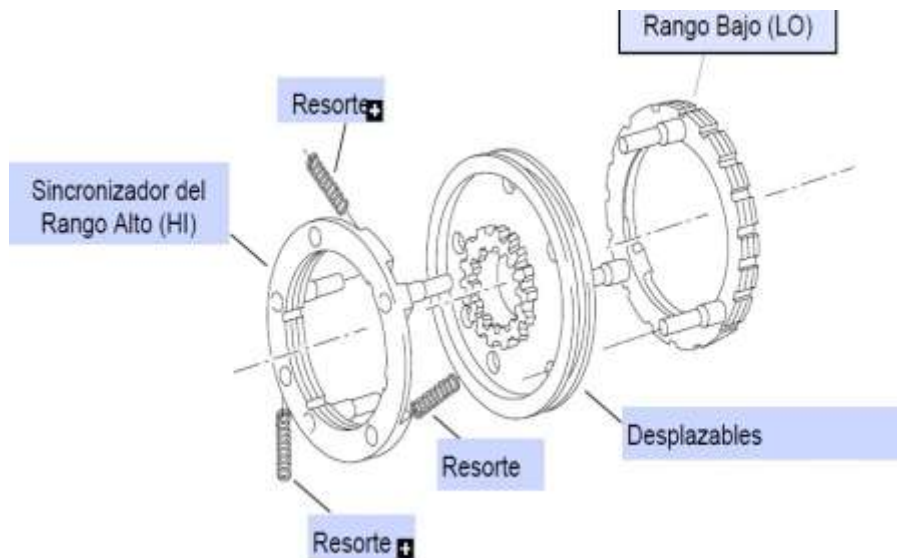


Fuente: Manual de taller para caja Eaton pág. 61

Paso 10: Desamblaje del conjunto sincronizador

- Ponga el mayor anillo sincronizador del rango de las marchas reducidas (LO) en la bancada.
- Agarre ambos lados del sincronizador del rango de las marchas altas (HI) y puje.
- Desde los pernos del anillo sincronizador del rango de las marchas reducidas (LO), remueva el desplazable.

Figura. 25- Dispositivo sincronizador



Fuente: Manual de taller para caja eaton pág. 60

Paso 11: Como remover el conjunto del engrane motriz auxiliar.

- Remover el anillo elástico.
- Remueva el engranaje motriz auxiliar.
- En el interior de la caja golpee el rodamiento atrás hasta que el anillo elástico se quede expuesto.

Foto 16- conjunto del engrane motriz auxiliar.



Fuente: Manual de mantenimiento 2015, pág. 42

5.2. Montaje

Paso 1: Armado de la Válvula Roadranger

- Utilizar una cantidad pequeña silicona en los anillos “O” para evitar obstruir los puertos. una pequeña cantidad de grasa en los resortes de posición y en los balines esto ayudara a mantenerlo en su lugar durante el rearmado.
- Reinstale la válvula de control en la palanca de cambios y apriete la tuerca de presión.
- Una las líneas y mangueras de aire y reinstale la cubierta inferior. (referirse a la figura 24)

Paso 2: Instalación de filtro de aire regulador.

- Colocar el filtro de aire en su posición.
- Aplique sellador a los 2 tornillos de presión de sujeción.
- Ajustar los tornillos a un torque de 10.85 -16.30 Nm (8-12 lb pie).

Paso 3: Instalación de una válvula esclava.

- limpie la superficie de la junta e instale las conexiones de aire.
- Lubrique ligeramente e instale el pasador de embolo, el resorte y el manguito en la caja.
- Instale todas las mangueras y una junta nueva.
- Aplique sellador a los tornillos de presión de retención.
- Instalar los tornillos de presión de sujeción a un torque de 10.85 Nm 8-12 lb pie).

Paso 4: Instalación de la palanca o control de cambio.

- Limpie cuidadosamente la superficie de montaje, coloque una nueva junta de carcasa sobre la superficie e instale los resortes
- Instale la carcasa asegurándose de que la punta de la palanca se ajuste dentro de la ranura de bloque de cambio.
- Aplique sellador e instale los tornillos de presión de sujeción a un torque de 47.45-61.01 Nm (35-45 lb pie).

Paso 5: Instalación de la carcasa de cambio.

- Coloque la carcasa de la barra y los bloques de cambios en posición neutral.
- Poner los embragues deslizantes de la flecha principal en posición neutral
- Coloque una nueva junta y cerciórese de que los yugos se insertan en las ranuras del embrague correspondiente.
- Aplicar sellador e instale los tornillos de presión de 47.45-61.01 Nm (35-45 lb pie).
- Instale la pieza de bloqueo.
- Instale la válvula esclava.

Paso 6: Instalar el sello de aceite del eje principal.

- Poner el sello en el instalador del sello de aceite e instale un nuevo sello en la tapa del rodamiento trasero tiene que estar nivelado.
- Instalar un nuevo deflector de aceite en el rotor del velocímetro

- Instale la horquilla de salida sobre el eje de salida, esta se desliza en el rotor de velocímetro.

Paso 7: Ensamble del conjunto sincronizador.

- Los pernos de sincronización del rango de las marchas reducidas (LO) tienen que estar alineados con los agujeros achaflanados en la base del desplazable.
- En la bancada, ponga el anillo sincronizador del rango de las marchas reducidas (LO) vuelta hacia abajo con los pernos hacia arriba.
- Con el rebajo del desplazable vuelto hacia arriba, ponga el desplazable en los pernos del sincronizador del rango de las marchas reducidas (LO).
- En los alojamientos del sincronizador del rango de las marchas altas (HI), instale los tres (3) resortes.
- Ponga el anillo sincronizador del rango de las marchas altas (HI) en el anillo sincronizador del rango de marchas reducidas (LO). Gire el sincronizador de las marchas altas (HI) hasta que los resortes estén asentados contra los pernos.
- Aplique presión hacia abajo en el anillo sincronizador del rango de las marchas altas (HI), girándolo simultáneamente en el sentido contrario de las agujas del reloj.

Figura.27-Acople



Fuente: Manual de taller para caja de eaton pág. 72

- Eso comprimirá los resortes para que asenté totalmente el sincronizador de las marchas altas (HI) en el sincronizador del rango de las marchas reducidas (LO). Este procedimiento hay que ser realizado con un movimiento rápido de torsión y presión.

Paso 8: Instalación el conjunto del eje principal auxiliar.

- Utilizar un mazo blando para instalar la pista exterior del eje de rodamiento.
- Se utiliza marcador para señalar dos dientes del engranaje de súper reducción apartados 180° entre sí.
- Instalar la arandela llana en el engranaje del eje principal auxiliar.
- Instalar el eje principal auxiliar en el alojamiento del rodamiento trasero

Foto 17- Conjunto del eje principal



Fuente: Manual de taller para caja de eaton pág. 73

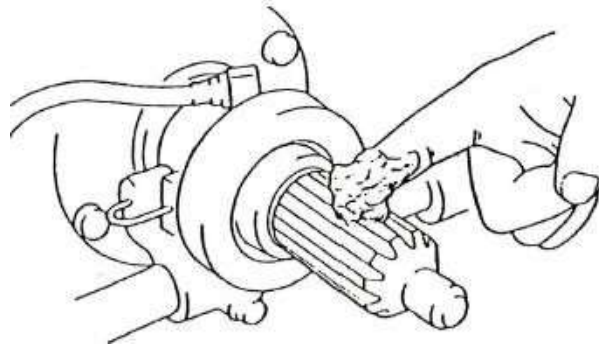
Paso 9: Armado del conjunto de flecha de salida.

- Desde el frente de la flecha principal auxiliar, arme el embrague de reducción profunda sobre las estrías.
- Marque dos dientes opuestos en el engrane de rango bajo con tinte de matricero.
- Ensamble el engrane de rango bajo con el acoplador e instale los bujes si los extrajo.
- Instale la arandela estriada en el engrane de rango bajo, armar el engrane sobre el acoplador.
- Girar la arandela estriada sobre los pasadores a través de la arandela de seguridad.
- Deslizar el conjunto de engrane sobre la flecha principal auxiliar.
- instalar la clavija y colocar la arandela de presión.

- Tire de la transmisión hacia atrás, baje el gato elevador de la transmisión y retire.

Paso 10: Aplicar una grasa resistente al calor en la estría del eje impulsor

Figura. 28- Eje impulsor



Fuente: Manual de taller para caja eaton, pág. 45

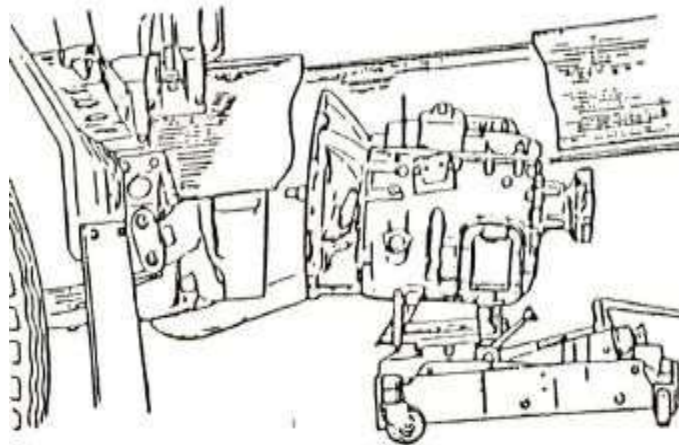
Paso 11: Montar la transmisión

- Levante la transmisión con un gato hasta que la estría del eje impulsor y la estría del disco del embrague queden alineadas.
- Introduzca la transmisión y fije la caja del embrague a la caja del volante.
- Coloque los pernos superiores alrededor de la caja del embrague.
- Baje el gato y retírelo, coloque los pernos remanentes alrededor de la caja del embrague.

Paso 12: Instale el cilindro de desembrague o reforzador de embrague

- Conecte la varilla de control de la transmisión.
- Conecte el cable de freno de estacionamiento.
- Conecte el colector de cables eléctricos y otros.
- Conecte el eje cardan.
- Llene la transmisión con aceite para engranajes hasta el orificio del tapón de relleno.

Figura. 29 - armado.



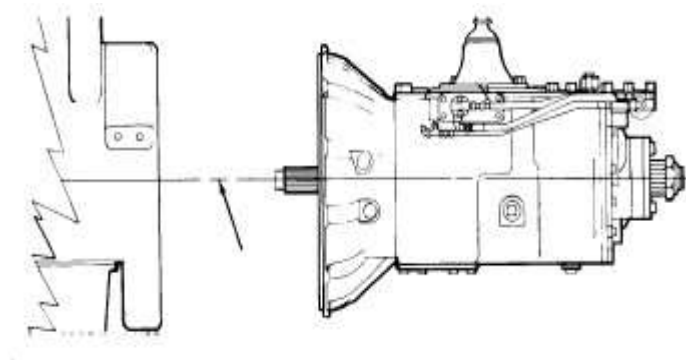
Fuente: Manual de taller para caja de Eaton, pág. 45

Paso 13: Alineación concéntrica de la transmisión con el motor.

Se habla del tema ya que una mala alineación conlleva a consecuencias de fallas comunes; como el desgaste prematuro en la ranura del eje de entrada del cubo trasero de los embragues de los embragues.

La alineación concéntrica significa que el motor y la transmisión deben tener un eje común como se puede mostrar en la siguiente imagen.

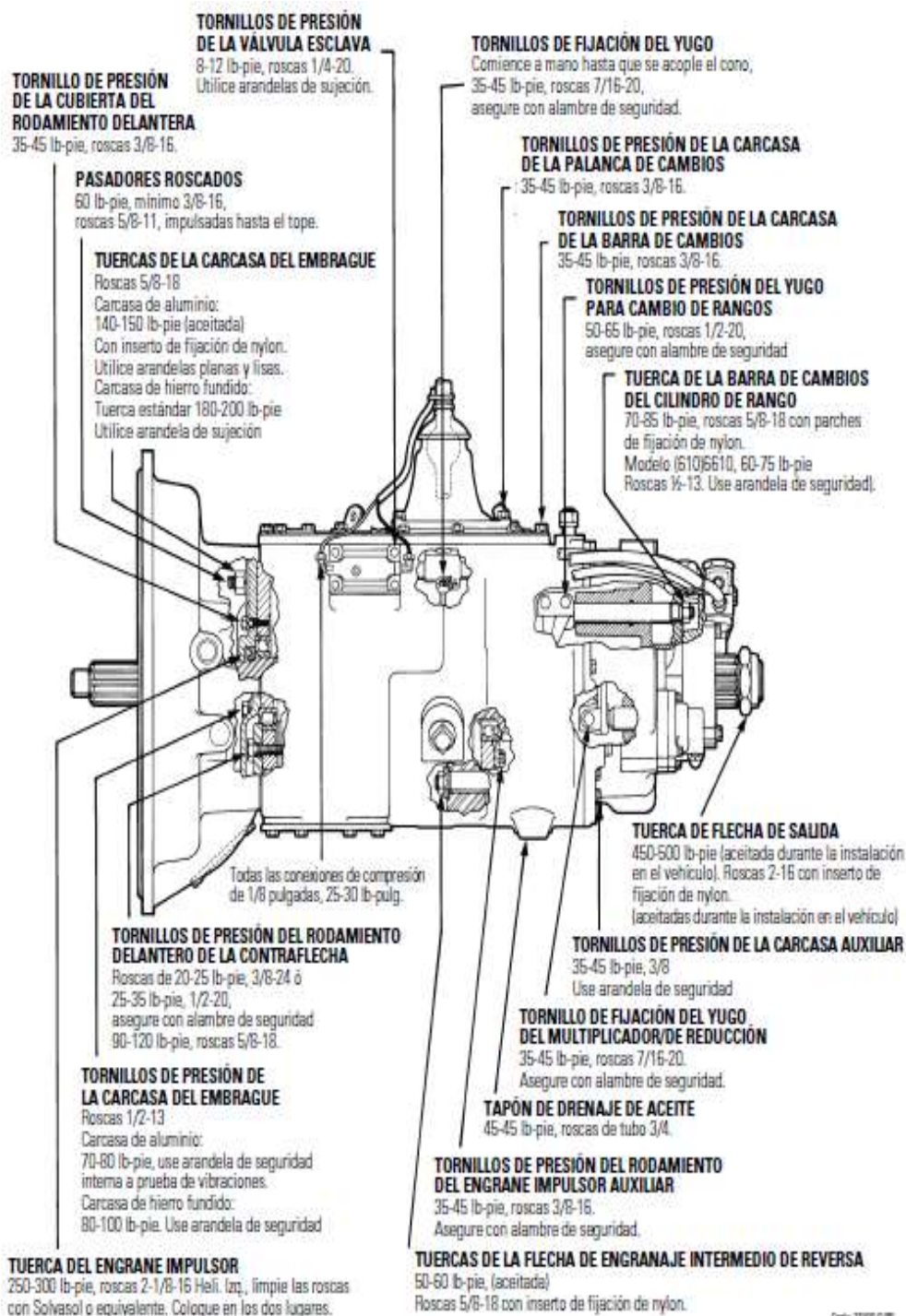
Figura. 30- alineación concéntrica de una caja de cambio.



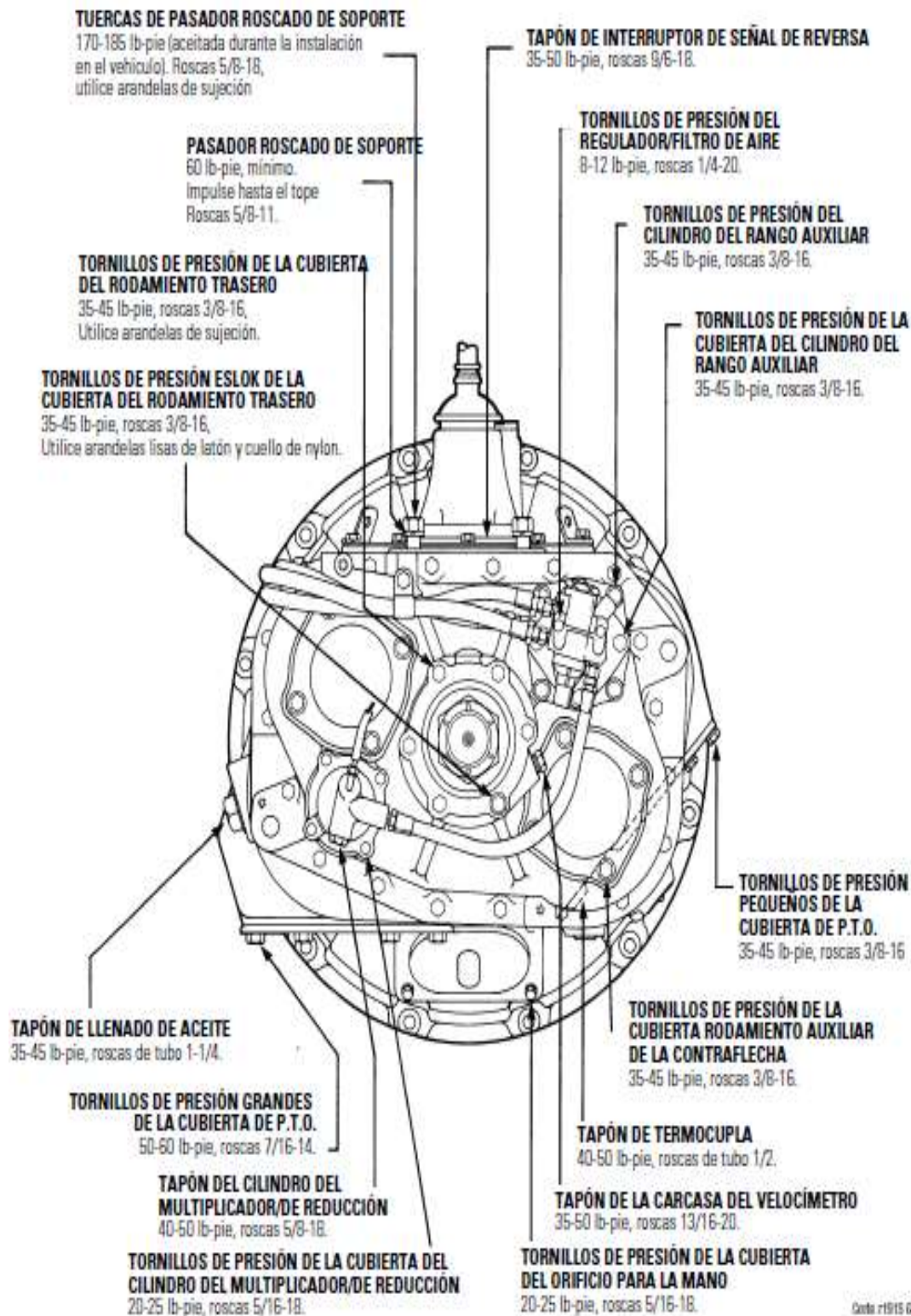
Fuente: Manual de taller para caja Eaton, pág. 52

5.3. Recomendaciones de Torque

RECOMENDACIONES DE TORQUE



RECOMENDACIONES DE TORQUE



Grado r1915 G/M

6. Lubricación para caja Eaton Fuller.

Los lubricantes son sustancias líquidas, gaseosas, sólidas o semisólidas de origen animal, vegetal, mineral o sintético, que se utiliza para reducir la fricción y el desgaste entre piezas y mecanismos en movimiento.

Según la composición puede ser:

- **Bases minerales:** Son mezclas de hidrocarburos en forma de cadenas o anillos saturados y no saturados, los aceites minerales cubren aproximadamente un 90% de la demanda de aceites lubricantes.
- **Base sintética:** Este se obtiene de los laboratorios a través de compuestos químicos, esto lo hacen de mayor calidad.
- **Base semi sintética:** Es una mezcla de aceite mineral y sintético guarda los beneficios más útiles para favorecer el mantenimiento de tu coche

6.1. Temperatura de operación.

Para mantener un programa de lubricación adecuado se toman en cuenta:

Las transmisiones no deben ser operadas en temperaturas superiores de 121° C - 250° C esto hace exceder las temperaturas en el diente del engranaje cargado 177°C -350°F, lo que rompe el tratamiento térmico de los engranajes.

ESPECIFICACIONES DE LUBRICANTES DE TRANSMISION			
PRODUCTO	TIPO DE LUBRICANTES	ESPECIFICACION	INTERVALOS DE CAMBIOS APLICACIÓN EN LINEA DE TRANSPORTE
Mobile HD LS 80W-90	Sintético	SAE 80W-90 (API GL-5)	40,000Km- 25,000millas
LIQUI MOLY 80W-90	Mineral	SAE 80W-90 (API GL-5)	40,000Km- 25,000millas
Total transmisión	Mineral	TM SAE 80W-90 (API GL-5)	40,000Km- 25,000millas
SHELL SPIRAX S2 80W90	Mineral	SAE 80W-90 (API GL-5)	40,000Km- 25,000millas

Fuente: Manual EATON Fuller (1998) pág. 11

Dicho lo anterior las temperaturas suelen excederse por estas condiciones

- Operaciones continuas con altas cargas / bajas rotaciones.
- Alta temperatura ambiente.
- Sistema de escape muy cerca de la transmisión.
- Operaciones en alta potencia.

6.2. Nivel de aceite en la transmisión

Antes de inspeccionar el nivel de aceite, se deja operando el motor por lo menos 2 minutos y que la temperatura del lubricante este entre 15.5°C - 48.8°C o 60°F – 120°F.

La capacidad aproximada de lubricantes en la transmisión

- 8 L- 15 Litros
- 12L – 17 Litros

Inspeccione el nivel de fluido e inspeccione el vaciamiento en los intervalos regulares de mantenimiento.

- Dejar el vehículo en un suelo
- Apague el motor
- Remover el tapón de agujero de suministro
- Limpie y reinstale el tapón de agujero de suministros y apriételo
- Comprobar que el lubricante de la transmisión si esta nivelado con el fondo del agujero del suministro.

Figura. 31- Nivel de aceite.

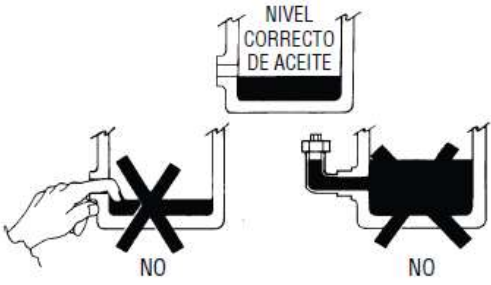


Fuente: Manual EATON fuller (1998) pág. 12

6.3.Utilización de los diversos aceites lubricantes en base al tipo de mecanismo.

Mecanismo	Pesado	Grado aceite
Dirección	si	Power Steering Fluid
Transmisión Automática	si	ATF
Transmisión Manual	si	80W-90
Motor	si	20W-50, 15W-40
Diferencial	si	80W-90, 85W-140
Sistema Hidráulico	si	ISO 40, 68, SAE 10W

6.4. Especificaciones de mantenimiento preventivo

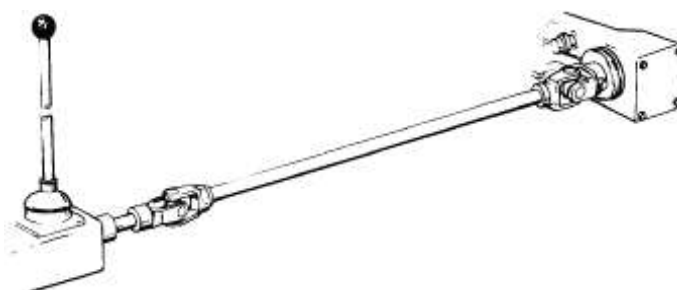
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES EATON FULLER	
	
CADA 10,000 MILLAS VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE	
CADA 20,000 MILLAS VERIFICAR EL TORNILLO DE PRESION	
CADA 20,000 MILLAS VERIFICAR EL DESGASTES DEL BUJE	

Fuente: Transmisiones Fuller trts0910s pág. 25

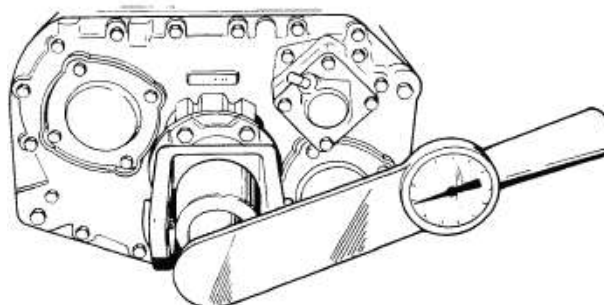
**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO SEGÚN LAS
ESPECIFICACIONES EATON FULLER**



**CADA 20,000 MILLAS VERIFICAR
EL VARILLAJE DE CONTROL
REMOTO**



**CADA 20,000 MILLAS VERIFICAR
QUE LOS TORQUES SEAN
CORRECTOS EN LAS
CONRAFLECHAS**



**CADA 20,000 MILLAS VERIFICAR
QUE LAS FLECHAS DEL PEDAL
ESTEN LUBRICADAS**



Fuente: Transmisiones Fuller trts0910s pág. 26

6.5. Cronograma de mantenimiento preventivo

Cronograma de mantenimiento preventivo										1/1						
Datos Generales de la Caja																
Año	2023	No.Serie	RTLO-14613 AP2	Marca	Eaton Fuller	Vel.	13	Vehículo	Freightliner							
Requerimientos de mantenimiento				Est.		Kilometraje										
Actividad	Caja de cambios / embrague	Bueno	Malo	Diario	500 km	5.000 km	10.000 km	20.000 km	30.000 km	40.000 km	50.000 km	60.000 km	70.000 km	80.000 km	90.000 km	100, 000 km
1	Verificación de los niveles de aceite (caja)			X												
2	Cambio de aceite de la caja de cambios								X				X			
3	Inspección de cojinetes y rodamientos (caja)															X
4	Inspección de engranajes (fisuras/desgaste)															X
5	Inspección de sincronizadores (fisuras/desgaste)															X
6	Inspección de horquillas (fisuras/desgaste)															X
7	Cambio de empaquetadura (Caja)															X
8	Revisión de terminales de válvulas de aire (caja y palanca)								X							X
9	Revisión de mangueras de aire (caja y palanca)								X							X
10	Inspección de copplings hembra y macho (desgaste)					X			X			X				
11	Verificación de crucetas				X		X			X			X			
12	Inspección de la volante de inercia															X
13	Inspección de volante intermedia															X
14	Inspección del plato opresor															X
15	Reemplazo de discos de embrague															X
17	Inspección de horquilla de collarín															X
18	Reemplazo de balinera de collarín															X
19	Calibración del embrague							X			X			X		
20	Reajuste de pernos de la caja de cambios									X						

Nota:

A un kilometraje de 500 km de recorrido no se refleja nada debido a que estamos tratando con elementos que son de alta durabilidad y que cuentan con una vida útil que superan los 500 km recorridos.

Pero es opción del dueño u operario del vehículo si desea realizar una de las actividades rápidas antes mencionadas en el “Cronograma de mantenimiento preventivo”, como la revisión de terminales y mangueras para detectar fugas de aire.

6.6. Proyecciones de costo

COTIZACION DE REPUESTOS				
PARTE	CAJA DE CAMBIOS			
MARCA	EATON			
NO.SERIE	RTLO-14613			
AREA	ITEM	DESCRIPCION	P/UNITARIO	TOTAL
EMBRAGUE	2	Disco de embrague 15"x2" de 4 paletas/pastillas de cerámica	C\$ 3.000,00	C\$ 6.000,00
	1	Diafragma de presión	C\$ 18.155,00	C\$ 18.155,00
	1	Volante de inercia	C\$ 7.262,00	C\$ 7.262,00
	1	Balinera de collarín	C\$ 450,00	C\$ 450,00
	1	Bushing	C\$ 3.000,00	C\$ 3.000,00
	1	Balinera de empuje	C\$ 1.800,00	C\$ 1.800,00
	1	Balinera piloto	C\$ 832,00	C\$ 832,00
TRANSMISION	1	Set primario (incluye ejes, engranajes, arandela de seguridad y balinera)	C\$ 13.800,00	C\$ 13.800,00
	1	Set Principal (incluye ejes, engranajes, arandela de seguridad y balinera)	C\$ 30.015,00	C\$ 30.015,00
	1	Set Secundario (incluye ejes, engranajes, arandela de seguridad y balinera)	C\$ 21.505,00	C\$ 21.505,00
	1	Acoplador de cambios altos 13	C\$ 2.000,00	C\$ 2.000,00
	1	sincronizador cambio 13	C\$ 2.000,00	C\$ 2.000,00
	2	Tren Fijo	C\$ 7.300,00	C\$ 14.600,00
	1	Engranaje Yoyo	C\$ 700,00	C\$ 700,00
LUBRICACION	1	Cubeta Aceite SAE 80W-140 Puma	C\$ 3.300,00	C\$ 3.300,00
EXTRAS		Mano de obra	C\$ 23.000,00	C\$ 23.000,00
			Sub-Total	C\$ 148.419,00
			I.V.A. (15%)	C\$ 22.262,85
			TOTAL C\$	C\$ 170.681,85
			TOTAL \$	\$ 4.716,27

VI. Conclusiones

Se elaboró este manual con el objetivo de maximizar la disponibilidad y buen funcionamiento de los camiones de “transportes Gutiérrez”, indicando los intervalos de mantenimientos necesario y cuando se presente alguna falla en la caja, se indica los procedimientos a seguir.

De igual manera durante una evaluación mecánica y visual, se logró explicar básicamente el montaje y desmontaje de la caja con esto se podrá lograr al capacitar al personal a cargo de los mantenimientos.

Mediante inspecciones mecánica y procesos técnicos con personal capacitado se identificó las fallas y su frecuencia de ocurrencias que la caja Eaton fuller logrando poder realizar un cronograma de intervalos de mantenimientos para ayudar a la empresa de transportes Gutiérrez a llevar un orden en los mantenimientos de la caja de sus camiones.

Para cuantificar los costos en que se recurrirá para el proceso de mantenimiento y reparación para la caja Eaton Fuller. Se cotizo con diferentes casas comerciales especializados en repuestos para vehículos pesados y se determinó sus costos promedios lo cual se reflejan en el presente proyecto.

VII. Recomendaciones.

Con todos los resultados obtenidos podemos realizar las siguientes recomendaciones:

- Se necesita aplicar todas las medidas de higiene y seguridad para evitar accidentes mientras se esté ejecutando el mantenimiento.
- Usar correctamente las herramientas de trabajo para evitar daños en las herramientas o piezas que estructuran la caja.
- Aplicar las técnicas de montaje y desmontaje para la caja Eaton Fuller recomendadas en el manual para evitar pérdida de tiempo a la hora de cualquier reparación a la caja.
- Realizar inspecciones pre operacionales a la caja con frecuencia para detectar daños o desgastes en piezas de la transmisión o embrague.
- Verificar si el tipo de lubricante para la caja es el correcto debido al clima y terreno por donde transita.
- Cambiar el aceite cada 40,000 km, a como lo especifica el fabricante, para evitar desgaste o fisuras en las piezas de la caja.
- No utilizar herramientas neumáticas a la hora de desarmar y montar todo el sistema de la caja ya que causa deformaciones en las piezas y causa trepidación.

VIII. Bibliografía

William H. Crouse. (1997). *Sistema de transmisión y frenado*. Ediciones marcombo S, A México- Barcelona.

J Alonzo Pérez (2014). *Sistema de transmisión y frenado*. Ediciones paraninfo S, A.

Esteban Domínguez, Julián Ferrer. (2012). *Sistema de transmisión y frenado*. Editex S, A.

William H. Crouse. (1993). *Mecánica del automóvil tercera edición*. Ediciones marcombo S, A México- Barcelona.

EATON. (1998). *Procedimiento de instalación y ajuste para los embragues Eaton*. Eaton corporation clutch división.

MACK. (1991). *Manual de servicio Vol. II*. Mack corporation publicación servicio

IX. Cronograma de trabajo

Cronograma de trabajo									
Actividades	Meses	Enero			Febrero				marzo
	Días	14	21	28	4	11	18	25	4
Portada, tema general y objetivo específicos	sábado	✓							
Marco teórico, conceptos, definiciones.	sábado		✓						
Diseño Metodológico, Enfoque, tipo de investigación.	sábado			✓					
Desarrollo del diseño metodológico.	sábado				✓				
Fallas, montajes y desmontaje del embrague.	sábado					✓			
Fallas, montajes y desmontaje de la caja, fallas.	sábado						✓		
Proyecciones de costos, cronograma de mantenimiento.	sábado							✓	
Conclusión y recomendación anexos	sábado								✓

X. ANEXOS

Equivalentes Decimales

TABLA DE CONVERSION			
1/64015625	17/64265625	33/64515625	49/64765625
1/3203125	9/3228125	17/3253125	25/3278125
3/64046875	19/64296875	35/64546875	51/64796875
1/160625	5/163125	9/165625	13/168125
5/64078125	21/64328125	37/64578125	53/64828125
3/3209375	11/3234375	19/3259375	27/3284375
7/64109375	23/64359375	39/64609375	55/64859375
1/8125	3/8375	5/8625	7/8875
9/64140625	25/64390625	41/64640625	57/64890625
5/3215625	13/3240625	21/3265625	29/3290625
11/64171875	27/64421875	43/64671875	59/64921875
3/161875	7/164375	11/166875	15/169375
13/64203125	29/64453125	45/64703125	61/64953125
7/3221875	15/3246875	23/3271875	31/3296875
15/64234375	31/64484375	47/64734375	63/64984375
1/425	1/25	3/475	1 1.0

Conversiones métricas

1 milla = 1,609 kilómetros (km)
 1 pulgada = 25.4 milímetros (mm)
 1 libra = 0.453 kilogramos (kg)
 1 pintas = 0.473 litros (l)
 1 libra • ft = 1.356 Newton/Metros (N.m)

Conversiones Métricas

TABLA DE CONVERSIÓN									
MM	Pulg.	MM	Pulg.	MM	Pulg.	MM	Pulg.	MM	Pulg.
1	.0394	21	.8268	41	1.6142	61	2.4016	81	3.1890
2	.0787	22	.8661	42	1.6535	62	2.4409	82	3.2283
3	.1181	23	.9055	43	1.6929	63	2.4803	83	3.2677
4	.1575	24	.9449	44	1.7323	64	2.5197	84	3.3071
5	.1969	25	.9843	45	1.7717	65	2.5591	85	3.3565
6	.2362	26	1.0236	46	1.8110	66	2.5984	86	3.3858
7	.2756	27	1.0630	47	1.8504	67	2.6378	87	3.4252
8	.3150	28	1.1024	48	1.8898	68	2.6772	88	3.4646
9	.3543	29	1.1417	49	1.9291	69	2.7165	89	3.5039
10	.3937	30	1.1811	50	1.9685	70	2.7559	90	3.5433
11	.4331	31	1.2205	51	2.0079	71	2.7953	91	3.5827
12	.4724	32	1.2598	52	2.0472	72	2.8346	92	3.6220
13	.5118	33	1.2992	53	2.0866	73	2.8740	93	3.6614
14	.5512	34	1.3386	54	2.1260	74	2.9134	94	3.7008
15	.5906	35	1.3780	55	2.1654	75	2.9528	95	3.7402
16	.6299	36	1.4173	56	2.2047	76	2.9921	96	3.7795
17	.6693	37	1.4567	57	2.2441	77	3.0315	97	3.8189
18	.7087	38	1.4961	58	2.2835	78	3.0709	98	3.8583
19	.7480	39	1.5354	59	2.3228	79	3.1102	99	3.8976
20	.7874	40	1.5748	60	2.3622	80	3.1496	100	3.9370
								200	7.8740
								300	11.8110



NICARAGUA MACHINERY COMPANY DEPARTAMENTO DE REPUESTOS

Página 1 de 1

CLIENTE : N0AA00 CLIENTE DE CONTADO
 ATENCION: KENDRICK MEJIA
 TELEFONO:
 EQUIPO..
 MARCA... IN
 MODELO..
 SERIE... INTER
 ARREGLO.:

COTIZACION: 60Q407361
 FECHA..... 16/02/2023
 EXPIRA.... 16/03/2023
 No.ORDEN..
 MONTO EN.. DOLARES

LINEA	CANT	EXIS B/O	NUMERO	NO.ANTERIOR	CODIGO SAC	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
1	1	0	1 FULK2993			KT XMSN	1,065.22	1,065.22
2	1	0	1 FULK3494			SINCRONIZADOR COMP	414.83	414.83
SUB-TOTAL								1,480.05

Facturas de Repuestos.

REPUESTOS "ALMIR, S.A."
 IMPORTADORES DIRECTOS EQUIPOS PESADOS
 SUCURSAL IV SAHANA GRANDE
 REC: 3010000034291

PROFORMA N° 18324

Cliente: **COYA 14613**

Descripción: **10 02 1023**

CANT.	NÚMERO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	12104 (14)	Pila	100	100
1	12104 (14)	Accesorio de combustible	100	100
1	1404549 (15)	Seguridad	2.100	2.100
1	14148 (15)	Seguridad	200	200
1	204209 (15)	Engrenaje	2.100	2.100
1	15253 (15)	Engrenaje	3.800	3.800
1	21241 (15)	Engrenaje	2.400	2.400
1	21244 (15)	Engrenaje	4.000	4.000
1	20431 (15)	Engrenaje	18.300	18.300
SUB TOTAL CS				28.000
IVA 18%				5.040
TOTAL CS				33.040

Recibido en efectivo por el cliente

RECIBO DE PAGAMENTO POR SE COMPRA

RECIBO DE PAGAMENTO POR SE COMPRA

RECIBO DE PAGAMENTO POR SE COMPRA

REPUESTOS "ALMIR, S.A."
 IMPORTADORES DIRECTOS EQUIPOS PESADOS
 SUCURSAL IV SAHANA GRANDE
 REC: 3010000034291

PROFORMA N° 18323

Cliente: **COYA 14613**

Descripción: **10 02 1023**

CANT.	NÚMERO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	20391 (10)	Engrenaje	2.800	2.800
1	14400 (11)	Seguridad	100	100
1	20340 (12)	Engrenaje	3.500	3.500
1	14749 (13)	Accesorio	500	500
1	14118 (14)	Engrenaje	900	900
1	20381 (15)	Engrenaje	3.200	3.200
1	21502 (16)	Engrenaje	4.000	4.000
1	14354 (17)	Engrenaje	3.800	3.800
1	5.1341 (18)	Accesorio	2.560	2.560
SUB TOTAL CS				24.100
IVA 18%				4.338
TOTAL CS				28.438

Recibido en efectivo por el cliente

RECIBO DE PAGAMENTO POR SE COMPRA

RECIBO DE PAGAMENTO POR SE COMPRA

RECIBO DE PAGAMENTO POR SE COMPRA