

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**TESIS
ANÁLISIS DE LAS CAJAS AUTOMÁTICAS
POWERSHIFT, MEDIANTE EL USO DE
ELECTROVÁLVULAS POR MODULO
ELECTRÓNICO, EN UN CARGADOR FRONTAL
CAT 950F**

**PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

Autor:

**Bach. Renatto Romario Barandiarán Pizarro
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4448-3676>**

Asesor:

**Mg. Juan Carlos Vives Garnique
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0988-9881>**

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2021

**ANÁLISIS DE LAS CAJAS AUTOMÁTICAS POWERSHIFT, MEDIANTE EL
USO DE ELECTROVÁLVULAS POR MODULO ELECTRÓNICO, EN UN
CARGADOR FRONTAL CAT 950F.**

APROBACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Mg. Juan Carlos Vives Garnique

Asesor Metodológico

Mg. Silvia Yvone Gastiaburú Morales

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. Carlos Alexis Alvarado Silva

Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Juan Carlos Vives Garnique

Vocal del Jurado de Tesis

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este proyecto de investigación a mi abuelo ALFREDO ENRIQUE BARANDIARAN REQUEJO, por ser quien me inspiro y guio a conocer y emprender en el mundo de la ingeniería, por dejarme el legado de QUERER ES PODER, por ser quien estuvo en mis inicios apoyándome sin condición, apostando todo por mí, dejándome después de su fallecimiento una meta muy grande que hoy por hoy lo estoy cumpliendo. A mis señores padres, hermanos, abuelos y familia en general por ser parte de esta gran aventura de estudios superiores, por brindarme su apoyo, reconocimiento y confianza para ser hoy en día un gran profesional. Finalizo dedicando este logro profesional a Nuestro Señor DIOS y nuestra Virgen María por iluminarme y darme la sabiduría, paciencia y responsabilidad, para poder culminar mi carrera profesional y poder emprender para el apoyo y el bien de la sociedad.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro SEÑOR DIOS Y NUESTRA VIRGEN MARIA por brindarme su sabiduría, paciencia, responsabilidad, para poder culminar mi carrera profesional.

Agradezco a mis abuelos; MANUEL PIZARRO LAZO Y YOLANDA VIVANCO CASUSOL, por tomar las riendas de mis últimos años de carrera y permitir poder cumplir este gran sueño de ser un gran profesional, confiando plenamente en mí.

Agradezco mis señores padres, JOSÉ LUIS BARANDIARÁN CORDOVA Y YOLANDA PIZARRO VIVANCO, por darme la vida, su apoyo, consideración, amor, consejos y estar en cada paso que he dado en mi vida.

Agradezco a mis hermanos, CRISTEL SHANTAL BARANDIARÁN PIZARRO, JOSÉ LUIS BARANDIARÁN PIZARRO Y FRANSHESCA BARANDIARÁN PIZARRO por permitirme ser su ejemplo y dejar un logro que les permitan verme como ejemplo en la vida.

Agradezco a mi abuela VIOLETA CORDOVA DE BARANDIARAN, tíos, primos, mejores amigos y familiares todos por brindarme su apoyo.

Agradezco a mi señorita novia IRINA CHAVEZ HERNANDEZ por su apoyo incondicional hacia mi persona.

Agradezco a la UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN, a cada uno de los docentes, como al ING. MARCELO ROJAS CORONEL, por sus consejos brindados desde el primer ciclo hasta el día de hoy, brindándome su apoyo y amistad, por los conocimientos tanto teóricos como prácticos como herramientas fundamentales para nuestro crecimiento del día a día y ser el futuro del país.

Finalizo dándole el agradecimiento a la EMPRESA STEM por permitirme ser parte de su gran equipo de trabajo y aprender desde el día número uno dentro de su taller mecánico eléctrico de maquinaria pesada y motores industriales, los conocimientos del mundo global de la línea de la maquinaria pesada , al Sr. PEDRO REAÑO, mi maestro y asesor, agradecido de todo corazón por permitirme realizar este proyecto de investigación y guiarme paso a paso con mucho entusiasmo para poder finalizar mi carrera profesional.

RESUMEN

ANÁLISIS DE LAS CAJAS AUTOMÁTICAS POWERSHIFT, MEDIANTE EL USO DE ELECTROVÁLVULAS POR MODULO ELECTRÓNICO, EN UN CARGADOR FRONTAL CAT 950F.

ANALYSIS OF THE POWERSHIFT AUTOMATIC BOXES, BY USING SOLENOID VALVES BY ELECTRONIC MODULE, IN A CAT 950F FRONT LOADER.

Barandiarán Pizarro, Renato Romario.

El presente proyecto analiza la eficiencia que emite la caja automática powershift mediante el aporte de las electroválvulas controladas por módulo de control electrónico, para el Cargador Frontal 950 F- CAT. Que se desarrolló en la EMPRESA STEM – Servicio Técnico Eléctrico Mecánico, Maquinaria Pesada - Chiclayo – Perú. Este estudio se basa en analizar la importancia de la tecnología electrónica que se incorpora en el mundo de la maquinaria pesada, dando pasos agigantados en la modificación de piezas mecánicas por piezas electrónicas y eléctricas, brindando rentabilidad y eficiencia a la maquina desde su función, mantenimiento, componentes, costo, etc. Nos basamos en analizar la caja powershift, porque es el primer componente que se le incorpora sistema eléctrico a este tipo de maquinaria pesada Cargador Frontal modelo 950 F- CAT cumpliendo estos dispositivos funciones de piezas mecánicas en maquinarias pesadas con temporales, los componentes mecánicos reemplazados por eléctricos brindaran mayor eficiencia al emitir funciones que ejecute el operador. Este proyecto se enfoca en analizar parte de la eficiencia de la caja automática powershift, mediante el aporte de las electroválvulas por modulo eléctrico. Se realiza una investigación cualitativa-experimental, mediante el programa MATLAB, y se finalizó realizando cálculos tanto para presiones en el programa MATLAB, cálculos de transmisión y dimensiones de ejes de los componentes de las marchas de cambio, cálculos de voltaje que emite cada electroválvula y el estudio de ejecución del control ECM. Aportante también para englobar el estudio el rendimiento de combustible que emite esta máquina al tener un controlador pc.

PALABRAS CLAVES: Powershift, Matlab, Electrovalvulas, Transmisión.

ABSTRACT

This project analyzes the efficiency emitted by the automatic powershift box through the contribution of the solenoid valves controlled by an electronic control module, for the Front Loader 950 F-CAT. That was developed in the STEM COMPANY – Mechanical Electrical Technical Service, Heavy Machinery - Chiclayo – Peru. This study is based on analyzing the importance of electronic technology that is incorporated into the world of heavy machinery, taking leaps and bounds in the modification of mechanical parts for electronic and electrical parts, providing profitability and efficiency to the machine from its function, maintenance, components, cost, etc. We base ourselves on analyzing the powershift box, because it is the first component that is incorporated into the electrical system of this type of heavy machinery. Model 950 F-CAT Front Loader, these devices fulfilling the functions of mechanical parts in heavy machinery with storms, the mechanical components replaced by electrical devices will provide greater efficiency by issuing functions performed by the operator. This project focuses on analyzing part of the efficiency of the automatic powershift box, through the contribution of the solenoid valves by electric module. A qualitative-experimental research is carried out, using the MATLAB program, and it was finished by making calculations for both pressures in the MATLAB program, transmission calculations and axis dimensions of the components of the gear changes, voltage calculations emitted by each solenoid valve and the ECM control execution study. Also contributing to encompass the study of the fuel efficiency that this machine emits when having a pc controller.

KEY WORDS: Powershift, Matlab, Electrovalvues, Transmission.

INDICE

CARÁTULA

APROBACIÓN DEL JURADO	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
INDICE	vi
I. INTRODUCCIÓN.	11
1.1. Situación Problemática.....	11
1.1.1. Internacional.	11
1.1.2. Local.....	11
1.2. Antecedentes de la investigación.	12
1.2.1. Antecedentes.....	12
1.3. Formulación del Problema.....	15
1.4. Justificación e Importancia del Estudio.....	15
1.4.1. Justificación Tecnológica.	15
1.4.2. Justificación Ambiental.....	16
1.4.3. Justificación Económica.....	16
1.5. Hipótesis.....	16
1.6. Objetivos.....	16
1.6.1. Objetivo General.....	16
1.6.2. Objetivos Específicos.....	17
1.7. Definición de Términos Básicos.....	18
II. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. Historia.....	20
2.1.1. Historia de la Caja de Cambios.....	20
2.1.2. Información y Componentes de la Caja de Cambios.....	21
2.1.3. Información del Cargador Frontal	33
2.1.4. Clasificación de Cargadores Frontales	36

III.	Población y MATERIALES Y MÉTODOS. -	38
3.1.	Tipo y Diseño de Investigación. -	38
3.2.	Variable y Datos. -	38
3.3.	Operacionalización De Variables. -	39
3.4.	Procedimientos y recolección de datos.-	45
3.5.	Técnicas de recolección de datos. -	45
3.6.	Instrumentos de Recolección de Datos. -	45
3.7.	Guías de Observación. -	46
3.8.	Cuestionarios. -	46
3.9.	Validez y confiabilidad. -	46
3.10.	Métodos de Análisis de Datos. -	46
3.11.	Aspectos Éticos. -	46
IV.	RESULTADOS. -	48
4.1.	Cargador Frontal 950F - CAT Año de la maquina - Descripción _____	48
4.2.	Descripción del proceso de evaluación para el análisis de eficiencia en la caja y sus componentes	53
4.2.1.	Primer Resultado (objetivo A) - Medición de presión de aceite correspondiente al control de válvulas (electroválvulas) hacia la caja POWERSHIFT. -	53
4.2.2.	Segundo resultado (objetivo B y C). -	72
4.2.3.	Tercer resultado (objetivo D). -	86
4.2.4.	Cuarto resultado (objetivos E y F). -	87
V.	CONCLUSIONES. -	114
VI.	RECOMENDACIONES. -	118
VII.	BIBLIOGRAFIA. -	119
VIII.	ANEXOS. -	121

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operaciones de Variables Tabla.....	39
Tabla 2 FICHA TECNICA CARGADOR FRONTAL	49
Tabla 3 TRANSMISIONES.....	54
Tabla 4 PRESIONES.....	56
Tabla 5 Herramientas	59
Tabla 6 RESULTADOS DE MARCHAS.....	74
Tabla 7 RESULTADOS DE MARCHAS 2.....	77
Tabla 8 CONJUNTO DE CARTUCHOS.....	87
Tabla 9 RANGO DE VELOCIDADES	95
Tabla 10 RELACION DE TRANSMISION.....	99
Tabla 11 ENGRANAJES	100
Tabla 12 RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE	105
Tabla 13 TRABAJOS HABILES DEL CARGADOR FRONTAL.....	105
Tabla 14 DIAS LABORABLES CARGADOR FRONTAL	106
Tabla 15 TABLA FINAL COMPARATIVA	108

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diseño en 3D Caja De Cambios.....	21
Figura 2 Componente de Tren de Mando.....	25
Figura 3 Parte del Impelente de Turbina y Estator.....	26
Figura 4 grupo Planetario.....	27
Figura 5 Grupos de Ejes de un Cargador Frontal – abierto para indicar las partes del freno y sistema planetario.....	28
Figura 6 Parte del Conjunto de la corona de los engranes satelitales.....	29
Figura 7 Tractor de Oruga mostrando las partes del embrague de freno y mando finales.	31
Figura 8 Válvulas hidráulicas de control.....	32
Figura 9 Cargador Frontal.....	36
Figura 10 Diagrama de aumento gradual.....	58
Figura 11 Diagrama Gradual de sistema de transmisión PowerShift.....	60
Figura 12 adaptación del taps para la medición de presión en un punto de cambio para la caja powershifts.....	61
Figura 13 Medición de presión con manómetros en un cambio de la caja.....	62
Figura 14 Medición de Presión en caja de cambios.....	62
Figura 15 Medición de Presión con Nanómetro para la caja de cambio.....	63
Figura 16 Medición de Presión con manómetro en la caja de cambio.....	64
Figura 17 Medición de Presión para la Caja de Cambios.....	66
Figura 18 Leyenda en el Cargador Frontal 950 F.....	67
Figura 19 simulación 1.....	69
Figura 20 Simulación2.....	70
Figura 21 Simulación 3.....	71
Figura 22 Simulación 4.....	71
Figura 23 Esquema del diseño.....	73
Figura 24 ESQUEMA 2.....	75
Figura 25 MARCHA 1 HACIA ADELANTE.....	79
Figura 26 Marcha 2 hacia adelante.....	80
Figura 27 Marcha 3 hacia adelante.....	81
Figura 28 Marcha 4 hacia adelante.....	83
Figura 29 Reversa.....	85
Figura 30 GRAFICA DE PRESIONES.....	86
Figura 31 Se utilizó el CATSIS para poder desmontar y cambiar los repuestos de empaques y sellos:.....	90
Figura 32 CAD SIS.....	91
Figura 33 DESMONTAJE DE CAJA CILINDRICA.....	92
Figura 34 APERTURA DEL PRIMER CAMBIO.....	93
Figura 35 APERTURA DEL CAMBIO 2.....	94
Figura 36 TRANSMISION POR REVOLUCIONES.....	101
Figura 37 CALCULOS DE RELACION DE TRANSMISION.....	102

Figura 38 RELACION DE TRANSMISION TOTAL DE FLUJO.....	103
Figura 39 . Evaluación de las marchas del cargador frontal.....	116
Figura 40 CARGADOR FRONTAL 950 7.....	121
Figura 41 Cat – Sis Web. Partes De Los Componentes De La Caja Powershift Del Cargador Frontal 950 F.....	122
Figura 42 Cat – Sis Web. Partes De Los Componentes De La Caja Powershift Del Cargador Frontal 950 F.....	123
Figura 43 Cat – Sis Web. Partes De Los Componentes De La Caja Powershift Del Cargador Frontal 950 F.....	124
Figura 44 Imagen Del Tablero De Cambios Del Cargador Frontal 950 F- CAT.....	125
Figura 45 Imagen Del Proceso De Medición De Presión De La Caja Powershift	126
Figura 46 Proceso De Mantenimiento Correctivo A Los Componentes De La Caja.....	127
Ilustración 47 Proceso De Mantenimiento Correctivo A Los Componentes De La Caja Powershift.....	128
Figura 48 PROCESO DE MARCHA 1 MATLAB	129
Figura 49 - SIMULACION DEL MATLAB MARCHA 2	130
Figura 50 SIMULACION MARCHA 4 MATLAB	131
Figura 51MARCHA 4 SIMULACION MATLAB	132
Figura 52 SIMULACION REVERSA MATLAB.....	133
Figura 53 SISTEMA ECM.....	134

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Situación Problemática.

1.1.1. Internacional.

Se ha demostrado constantemente en el campo de la maquinaria pesada, como el funcionamiento esforzado, las diversas reparaciones, que se realizaban en las máquinas y la contaminación hacia el medio ambiente, permitieron que la tecnología se involucre pronto en la maquinaria pesada, dando así un cambio drástico, en la efectividad, eficiencia y productividad de las máquinas y minorando el esfuerzo de horas de trabajo, también efectuando un impacto positivo al medio ambiente. Hoy por hoy los equipos altamente rentables en cuanto consumo de combustión, control hidráulico, etc. Para que esto suceda se viene efectuando modificaciones a los controles del motor, optimizando la potencia necesaria para que ejecute de manera eficiente y se estime que con esta combinación hay un ahorro en combustión y reducción del costo operacional hasta el 40 %.

La industria de la Maquinaria Pesada ha venido innovando y mejorando con los dispositivos mecánicos eléctricos como en el control hidráulico que regula la potencia hidráulica, además de justar los modos de potencia de acuerdo con los movimientos que se realice, esta función, en conjunto con el controlador del motor, mejorara la productividad y eficiencia de la maquinaria. (VENTURA, 2020).

1.1.2. Local.

En la empresa STEM - Servicio Técnico Eléctrico Mecánico, surge la necesidad de poder realizar este análisis, de evaluar las cajas automáticas (Caja de Cambio o de Transmisión) "POWERSHIFT" mediante el sistema de electroválvulas por módulo electrónico, por ser un mecanismo tecnológico al sistema de máquinas convencionales que evalúan constantemente en su taller Mecánico Eléctrico. Estas máquinas con el sistema electrónico - automático se vienen involucrando en el Departamento de Lambayeque, haciendo un impacto positivo y renovando el

sistema de maquinaria convencional por estas máquinas tecnológicas. Estos Productos de Maquinaria desde el año 1999 se integra y evoluciona el rubro de la maquinaria, cada vez mejorando su Eficiencia e Innovación de los componentes y diseños. En maquinaria pesada, con estos nuevos sistemas y dispositivos electrónicos que se instalan a estas máquinas, para monitorear y ejecutar su función rápida y eficiente, mejorando el servicio para la minería, agricultura, construcción, etc. Compromete a conocer este nuevo mundo de la tecnología y brindar un buen servicio a los clientes de estas máquinas altamente rentables y mejoradas. Tomando como ejemplo un cargador frontal 950 F - CAT para realizar este estudio y conocer la amplitud de este sistema electrónico incorporado en el circuito de control de mando. Esto permite ver parte de la eficiencia de la Caja de Transmisión como del funcionamiento de la máquina, y el ahorro de tiempo en su operatividad. (REAÑO C. , 2020).

1.2. Antecedentes de la investigación.

1.2.1. Antecedentes.

Análisis de Fallas en Sistemas Auxiliares de la Municipalidad de Acopolca en un Rodillo Compactador.

El argumento de este estudio brota de la necesidad de aumentar la confiabilidad del Rodillo Compactador Volvo para la Municipalidad de ACOPOLCA, al presentar fallas mecánicas durante su operatividad deteniendo su ejecución de la máquina y retrasando el tiempo de trabajo, nos compromete resolver y buscar el problema para incrementar la confiabilidad hacia el motor diésel de la máquina volvo.

El valor del estudio se inicia en obtener las características del motor, cuanto este trabaja en una zona que está fuera de la altitud recomendada, esto va a contener que el peso de las pérdidas mecánicas crezcan frente una potencia indicada que reduce y permite que la pérdida relativa de potencia efectiva sea incluso menor que la que indique, también esto implica en ampliar conocimiento en el monitoreo , control y solución de problemas que afectan los sistemas auxiliares al motor propiamente dicha.

La metodología que se emplea es organizada por que el objetivo de la investigación es determinar las fallas críticas y parámetros energéticos que intervienen en el comportamiento operacional del motor. Este proyecto tiene las características que obedecen al sistema aplicativo por que mejoraran el mantenimiento del motor diésel. El diseño de la investigación fue con grupos de control, pre prueba y post prueba donde se realizó mediante el análisis de fallas críticas. (CARHUAMACA, 2018)

Estudio Comparativo entre las Transmisiones Automaticas Electrohidráulicas y de Variador Continuo Cvt

Este proyecto se pone evidente por el desarrollo de la comparación técnica y fundamentada entre la transmisión automáticas electrohidráulica y las de variador continuo CTV, se analiza las propiedades más sobresalientes de ambas transmisiones, como son los puntos a favor y en contra respecto a: diseño, construcción , operatividad, mantenimiento, economía, prestaciones y costos.se pretenderá solucionar las dudas e inconvenientes que pueden presentarse al momento de elegir una transmisión , tomando todos los aspectos y características. (SALCEDO, 2010)

Sistema de Transmisión Hidráulica Automotriz, con Modalidad de Operación Automática Incorporada con Modulo Electrónico (ECM)

Este proyecto se realiza para dar a conocer el funcionamiento, los principios y aplicaciones del sistema hidráulico automotriz. Con operación automática, con módulo electrónico, en el que se incluye posibles faltas o fallas, de cómo corregirlas y reconocerlas para su propia reparación. Estudiar las diferentes áreas de la ingeniería mecánica y parte de la ingeniería eléctrica, que analizan los diversos sistemas que hacen posibles su funcionamiento y diagnosticar para su reparación. Mencionando los dispositivos de control electrónico para su medición, comparación de funcionamiento correcto y su pronta asimilación de corrección, basado en códigos e indicadores del sistema PCM.

Esta investigación se efectúa por las funciones que realizan las cajas de cambios

automáticas, como el cambio de velocidad sin la participación del conductor y operador. Estas marchan hidráulicamente, es decir debido a la presión de aceite. Una transmisión con sistema de control electrónico, procesa continuamente la información retroalimentada por sensores, logrando así controlar todas las condiciones de funcionamiento de la transmisión del vehículo o máquina, estos mandos electrónicos permiten condiciones de velocidad más suaves y menos ruidosas. También este sistema cuenta con un control electrónico denominado. AUTO – STICK. Con la cual facilita una capacidad de cambio de velocidad manual. El módulo de control del tren de potencia (PCM) es la computadora que funciona como el cerebro de la transmisión automática, controlada electrónicamente. (ORDOÑEZ, 2014).

Mantenimiento Preventivo en la de la Municipalidad de Huancayo D para Cargador Frontal Caterpillar 966 – C

La Municipalidad de Huancayo específicamente en el área de control y mantenimiento, no presentan datos de disponibilidad y tiene una deficiencia en su mantenimiento preventivo en el Cargador Frontal 966- c. Dado este problema se hizo la determinación del dominio del mantenimiento preventivo para el cargador frontal CAT 966 – C.

Este proyecto está basado metodológicamente con un sistema tecnológico, donde al finalizar el proyecto se concluyó que, el mantenimiento, los reportes diarios a hojas de cálculo para obtener información del cargador frontal Caterpillar 966 – C, de la municipalidad de Huancayo. Para estudio se consideró las fallas que presenta el equipo (en actividades de mantenimiento) las cuales son las fallas imprevistas. (AMABLE SALAZAR, 2017).

Diseño para Cajas Automáticas con Control Electrónico

La tecnología avanza rápidamente en el campo automotriz, mejorando la innovación de procesos de reparación y mantenimiento vehicular para que su desarrollo sea más rápido y eficaz, se busca un proceso general y experimental como el cambio de fluidos hidráulico, diseñando un sistema cuya función es mantener la presión y caudal en la transmisión por medio del acople del circuito de enfriamiento de la transmisión y del sistema hidráulico. Se ha implementado un

sistema de control que ayuda al operador realice el proceso con facilidad, en un tiempo de calidad. Este proyecto realiza un método de sistema tecnológico. (BYRON).

Manual de Diagnósticos de Fallas de Funcionamiento en Maquinaria Pesada de Construcción Civil

El estudiose basa en analizar de los componentes y combustible de la línea de maquinaria pesada para construcción civil, nos basamos en su tercer capítulo para aportar los conocimientos en el estudio de la transmisión de la Maquina y así tener referencia de estos componentes que estamos analizando. Trata este tercer capítulo de proporcionar información de la fuerza del motor hacia las ruedas motrices, dando así introducción a la transmisión realizando tablas de diagnósticos de fallas, causas y posibles soluciones. (LUZ JANNETH, 2007)

1.3. Formulación del Problema.

¿Cómo influye la implementación de electroválvulas en las cajas automáticas POWERSHIFT para mejorar la eficiencia y rendimiento en el cargador frontal 950 F - CAT?

1.4. Justificación e Importancia del Estudio.

1.4.1. Justificación Tecnológica.

La presente investigación revisa el aporte el tecnológico mediante dispositivos electrónicos hacías las cajas automáticas. Es por ello que en el transcurrir del tiempo se ha mejorado la caja de mando de cables, por control de mando de selección de marcha, accionadas por electroválvulas y estas electroválvulas a la vez comandadas por un control de mando electrónico ECM, la cual le da una selección de marcha de repuesta más rápida y más fino, es decir que la marcha entra más secuencial, sin golpe de cambio de marcha.

Otra ventaja del avance del control de mando electrónico, es la selección de la marcha o velocidad de trabajo “modo automático”, la cual consiste en seleccionar una marcha específica para adelante y una marcha específica para retroceso. Como es en el caso del Cargador Frontal “950 - F” CAT evaluado.

1.4.2. Justificación Ambiental.

La tecnología ha permitido reducir hasta un 40 % de uso en el combustible, dando más productividad hacia la máquina y minorando esfuerzo, eso permite reducir la tasa de contaminación hacia el medio ambiente, aportando un mejor sistema, reemplazando el sistema mecánico, por sistema electromecánico.

1.4.3. Justificación Económica.

El avance y el aporte de la tecnología hacia el rubro de la maquinaria pesada también brinda beneficio económico, como los equipos altamente rentables, el rediseño de todo el sistema de la maquinaria pesada, ha dado un resultado de eficiencia entre potencia hidráulica y de motor, esto permite que las empresas dispongan de estas máquinas, reduciendo el costo de mantenimiento o reparación cuando lo requiera, dando así un ahorro también de tiempo – maquina.

1.5. Hipótesis.

Las electroválvulas por módulo eléctrico mejoran la eficiencia y rendimiento de la caja automáticas powershift en el cargador frontal 950F.

1.6. Objetivos.

1.6.1. Objetivo General.

Analizar parte de la eficiencia de la caja automática POWERSHIFT, mediante el aporte de las electroválvulas por módulo eléctrico.

1.6.2. Objetivos Específicos.

- a)** Hallar las mediciones de presión de aceite correspondientes al control de válvulas (electroválvulas) hacia la caja POWERSHIFT.
- b)** Hallar los cálculos matemáticos de las presiones de aceite en cada una de las marchas o para cada paquete identificando hacia adelante y de retroceso de la caja POWERSHIFT las presiones exactas para la selección de tipo de marcha utilizando el software MATLAB.
- c)** Hallar los cálculos matemáticos de las presiones de aceite en la entrada y salida de la caja POWERSHIFT utilizando el software MATLAB.
- d)** Elaborar gráficas que identifique el mismo voltaje en cada una de las electroválvulas y sensores del control de válvulas utilizando el software MATLAB.
- e)** Calcular por fórmulas matemáticas los componentes internos de la caja POWERSHIFT para obtener resultados de relación de transmisión y relación de diferencial.
- f)** Calcular las velocidades de cada marcha hacia adelante y retroceso como también la velocidad máxima del cargador frontal por cada marcha utilizando formulas mecánicas para obtener resultados de los componentes internos de la caja POWERSHIFT.
- g)** Evaluar cuanto es el porcentaje del consumo de combustible de la máquina por tipo de trabajo para su emisión de eficiencia.

1.7. Definición de Términos Básicos.

- **Cargador Frontal.**

Es un tipo de tractor que tiene un cucharón en la parte extrema frontal y su función principal es escavar, colocar o retirar material y es utilizado para construcción civil, mina, túneles, autopistas, agrícola, etc.

- **Cargador Frontal 950 F.**

Se utiliza este tipo de modelo y serie de maquinaria, por dos motivos, el primero es porque fue el prototipo diseñado para dar pase o bienvenida a la tecnología en la maquinaria, incorporando por primera vez el sistema electrónico en los dispositivos y componentes de la máquina y por último se utiliza para este tipo de investigación porque es la máquina más comercial en el ámbito de desarrollo y gestión de MAQUINARIA PESADA.

- **Caja de Transmisión.**

La principal función es reducir las revoluciones del motor. Además, invierte el sentido de giro de las ruedas, cuando es necesario las marchas así lo requieran.

- **Caja PowerShift.**

Emite la potencia del motor hacia las ruedas con los dos discos de embrague mecánico dobles.

- Su sistema es de caja de doble embrague y 6 velocidades.
- Su fabricación consta en la unión de 2 transmisiones independientes / manuales que funcionaran en paralelo. Cada uno tiene su embrague independiente y tres marchas.
- Se activarán las marchas 1,3 y 5. Mientras el otro comando realiza lo mismo con las marchas 2,4 y 6. Este proceso derivara su rápido funcionamiento.
- Cuando la primera marcha se encuentra engranada, el segundo embrague se encuentra desacoplado, pero ya seleccionada la segunda marcha.

- Ya estando el segundo embrague acoplado, el primer embrague estaría en espera, pero ya preseleccionada la tercera marcha se prepara para el siguiente cambio.
- Este proceso emite un mejoramiento de eficiencia y reduce el 15 % de combustión inferior a la transmisión utilizada. (convertidor de par y cuatro marchas).

FUNCIONES:

- Transmisión potencia.
 - Amplia o reduce el torque
 - Amplia o reduce el rpm.
 - Permitir marchas de retroceso.
- **Permitir las posiciones neutrales. -**

Electroválvulas: El grupo de electroválvulas, es la fuente del sistema de transmisiones automáticas, controla los cambios y guía de forma precisa los fluidos para la guía del cambio de marcha.

- **Módulo Control Eléctrico. -**

Los ECM se encargarán de supervisar todos aquellos aspectos eléctricos de un coche. Por norma general, se centran en el rendimiento del motor. Se aseguran de que el aire, el combustible y la chispa estén en la proporción y en el tiempo correctos.

MATLAB: Sistema de cómputo numérico que brinda un marco de desarrollo “con un lenguaje de programación propio “.

La interfaz de usuarios y su comunicación con programas de otros lenguajes y con dispositivos. Brinda las herramientas necesarias para desarrollar capacidades con un mejor alcance a los resultados.

II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Historia.

2.1.1. Historia de la Caja de Cambios.

- DA VINCI, invento los primeros cambios de velocidades compuesto por dos piezas principales, cilíndricas y cónicas, por medio de engranajes que realizaban una sola velocidad.
- HENRY FORD, un empresario automotriz americano utilizo la idea de LANCHESTER, para su creación de cajas T, el cual contaba con dos cambios y la marcha de retroceso. Esta creación fue exitosa, hubo otro hombre que profundizo este tema de las cajas automáticas y lo adecuo en los vehículos, llamado WALTER G. WILLSON. Esto llevo a la conclusión para el señor LANCHESTER podía continuar su movimiento la transmisión del par motor durante el cambio de piñón, quedando distribuidos los dientes sobre varios piñones y no solamente sobre un par. WILLSON desarrollo una caja de cambios con palanca preselector, su funcionamiento era manual y variaba las marchas al presionar un pedal.
- En el año 1924 ALLAN COATES, propuso un dispositivo multiplicador o convertidor de par.
- En la actualidad las cajas de cambio han dejado de ser cajas mecánicas para convertirse en cajas automáticas - cajas automáticas con dispositivos eléctricos, que permitieron ingresar con amplitud la tecnología, esta a su vez aportando cada vez más para el desarrollo de toda la gama automovilística en cualquier modo, carros, buses, maquinaria pesada, etc. Y esto seguirá mejorando con el pasar de los años para disfrutar una mejor comodidad al volante.

2.1.2. Información y Componentes de la Caja de Cambios.

- **Caja De Cambios**

La caja de velocidades es fundamental en un vehículo puesto a que su función principal es la de acoplar el motor y el sistema de transmisión realizando así las diferentes velocidades de giro en las ruedas.

- **Eje**

El diseño de la caja de cambios de engranaje, tiene tres ejes:

- ✓ Eje Principal
- ✓ Eje de entrada
- ✓ Eje Intermedio.
- ✓ El motor mueve al eje de entrada, por inercia impulsa al eje intermedio.

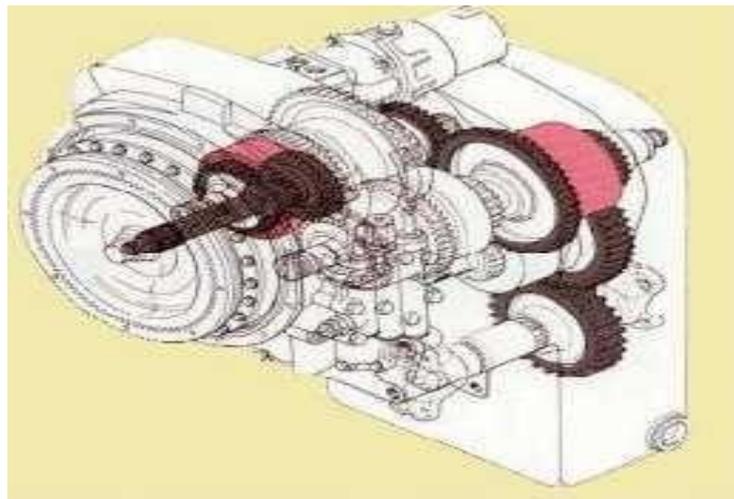


Figura 1 Diseño en 3D Caja De Cambios

Fuente: Libro Potencia y Fuerza del Cargador Frontal ORG,
MAQUINARIA PESADA.

- **Tipos. -**
 - Eje con engranajes de transmisión constante.
 - Ejes del embrague
- **Componentes Principales. -**
 - Engranaje.
 - Ejes.

- Embragues de discos múltiples.
- Carcasa.
- Sistema hidráulico de carga, Sistema de lubricación y refrigeración.
- **Características.** -
 - Automáticas.
 - Semiautomáticas
 - Engranajes planetarios de contra eje.
 - Están lubricados por aceite y refrigerados los embragues de discos múltiples.
 - Son acoplados hidráulicamente los embragues de discos y separados por resortes mecánicamente.
- **Ventajas.** -
 - Su configuración es de embragues húmedos. Esta versión con accionamiento hidráulico se emplea generalmente en modelos diésel o de tamaño considerable.
 - Luego llegaría a los EE.UU la configuración de embrague seco, con la ventaja de realizar los mantenimientos más simples, para los modelos compactos.
 - Para realizar cambios no es necesario desacoplar la potencia del motor hacia la transmisión.
 - Los cambios son suaves y rápidos.
 - En el mecanismo planetario la carga se distribuye en más puntos de contactos.
- **Válvulas de Solenoide o Electroválvulas.** -
 - Es un dispositivo diseñado controlar el paso de un fluido, se mueve mediante un solenoide, y tiene dos posiciones, abiertas y cerradas.
 - El solenoide convierte en energía mecánica mediante un magnetismo a energía eléctrica.

- **Electroválvulas Cerradas. -**

Cuando un fluido desee pasar, sin estar energéticamente conectada, la electroválvula impedirá el paso del fluido. Esto quiere decir que solo trabaja cuando hay corriente eléctrica.

- **Electroválvulas Abiertas. -**

- Su función es Emitir en el momento preciso la presión de ATF requerida por los distintos paquetes de embragues y frenos de la transmisión.
- Para el pase de fluido no necesita de corriente.
- Para realizar un correcto funcionamiento en la caja de cambios, el conjunto de las válvulas es fundamentales.

- **Tipos De Electroválvulas.**

- **Electroválvula de Acción Directa.**

El fluido procede directamente en el émbolo que apertura o cierra el orificio, brindando que el fluido pase o se detenga.

- **Electroválvula de Acción Indirecta.**

Cuando se energiza la línea o bobinado emite una señal de movimiento para apertura el orificio y permita el pase del fluido.

- **Acción Mixta.**

El cuerpo superior y el inferior combinando accionan directamente al émbolo que está fijo al diagrama mediante un resorte.

- **Características de la Electroválvula. -**

Partes de da Electroválvulas. -

- **Bobinas o válvulas. -**

Su función es generar un campo magnético, para generar el movimiento del émbolo o pistón. Eso permitirá el paso del fluido por la electroválvula.

▪ **Embolo o Pistón. -**

Este dispositivo es movido mediante la bobina para ejercer un pase de fluido. Cierra o apertura.

• **Módulo De Control Electrónico**

- Es un monitor que constantemente recibe los datos de los sensores y controles, las informaciones son utilizadas para disponer uno u otro movimiento hacia la máquina. El sistema esta creado para dar una mejor eficiencia y divisibilidad hacia la maquina o vehículo, con una emisión de gases mínimas.
- Consiste en dos partes en una memoria y el modulo, la memoria esta recargada con información del vehículo, los movimientos que se va realizar, peso, tipo de combustión etc. Esto permite que la memoria, calibre el control del ECM para que el desempeño sea más eficaz del vehículo.

• **Tecnología – Sistemas Electrónicos**

- En la mecánica automotriz y la mecánica de la maquinaria pesada, se ha realizo un gran avance gracias a la tecnología moderna, es mejorada con el avance de la tecnología, la ciencia y la Electrónica.
- En el transcurso del tiempo, la ciencia y la tecnología han evolucionado positivamente logrando un avance sustancial, En las máquinas como Motoniveladoras, Cargador Frontal, Tractores de Cadenas, Excavadoras, etc. Esta mejora se ve en la evolución de la línea de máquinas convencionales a maquinarias monitoreadas electrónicamente.
- Las Cajas Mecánicas accionadas con palancas de tamaño y peso considerable dan una determinada potencia, esta misma potencia, se puede generar con componentes de menor tamaño y peso, mediante el sistema de cajas automáticas gobernadas electrónicamente, este proceso se va a realizar mediante la caja movida por discos secos a cajas por discos húmedos, es decir bañados en aceite y accionados por pistones hidráulicos en el parque automotriz.

- **Transmisión de los componentes de la Caja PowerShift - Maquinaria Pesada**
 - Las primeras máquinas convencionales estaban en similar con sistemas de transmisión mecánicas en cuanto al diseño.
 - Mientras la transmisión aumentaba de tamaño y complejidad, sus componentes básicos se mantenían iguales.
- **Componentes del Tren de Mando de las Máquinas de Ruedas. -**
 - “Tractores de ruedas”.
 - “Compactadores de suelos”.
 - “Retroexcavadoras cargadoras”

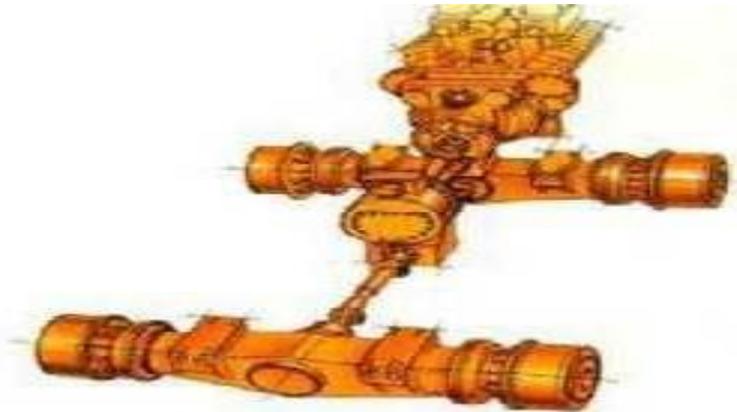


Figura 2 Componente de Tren de Mando

Fuente: Libro Potencia y Fuerza del Cargador Frontal

- **Convertidor de Par. -**

El convertidor utiliza aceite para generar la fuerza entre el motor y la transmisión, conecta al motor con la transmisión. Su función es enviar la fuerza hidráulicamente de la volante del motor a la transmisión, Los componentes principales del convertidor son:

- “Impelente”
- “Turbina”
- “Estator”
- “Eje de salida”

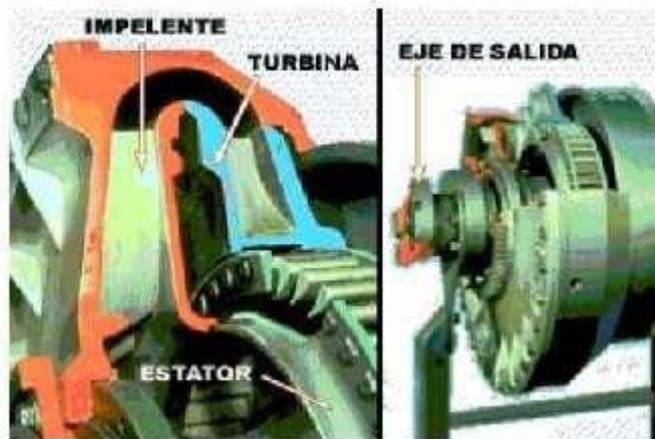


Figura 3 Parte del Impelente de Turbina y Estator

Fuente: Libro Potencia y Fuerza del Cargador Frontal

- **Componentes Básicos de la Servo transmisión Planetaria. -**
 - ✓ Los embragues activados hidráulicamente
 - ✓ El grupo planetario
 - ✓ Control electrónico de la transmisión

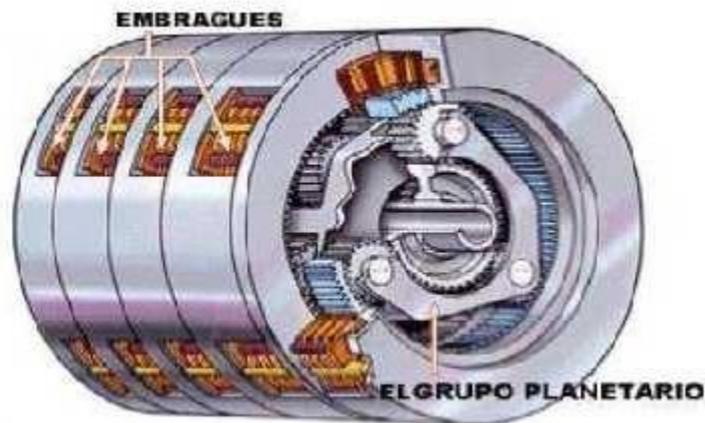


Figura 4 grupo Planetario

Fuente: Libro Potencia y Fuerza del Cargador Frontal

- **Componentes Básicos de la Servo transmisión de contra ejes. -**
 - ✓ Ejes del embrague
 - ✓ Engranajes de transmisión constante
 - ✓ Embrague del sentido de marcha y de velocidad
- **Ejes**

Los componentes principales del eje son:

 - ✓ “Grupo del diferencial/conjunto de la corona”
 - ✓ “El grupo de freno”
 - ✓ “El grupo de mando final de engranajes planetarios”
 - ✓ “El grupo de eje”

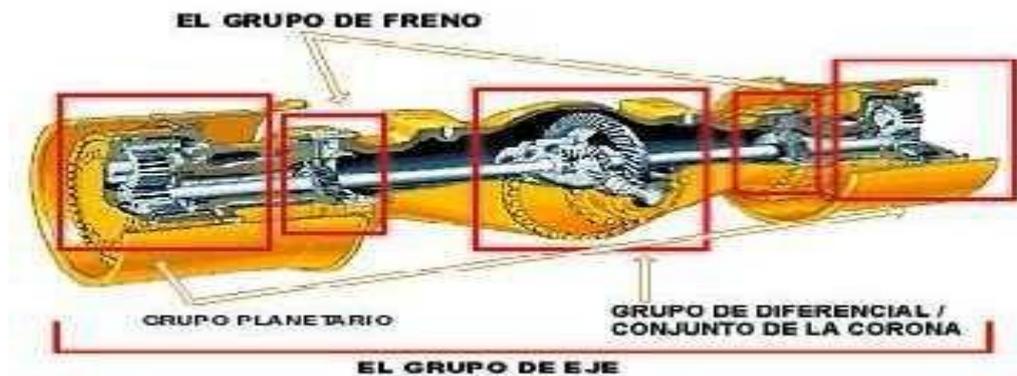


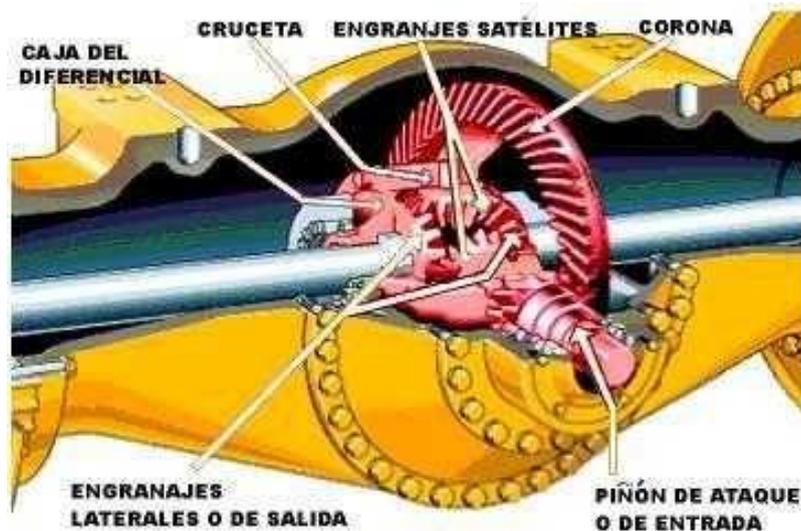
Figura 5 Grupos de Ejes de un Cargador Frontal – abierto para indicar las partes del freno y sistema planetario

Fuente: Libro Potencia y Fuerza del Cargador Frontal

- **Grupo Diferencial/Conjunto de la Corona. -**

Los componentes principales del conjunto de la corona son:

- ✓ “Piñón de ataque o de entrada”
- ✓ “Corona”
- ✓ “Engranajes satélites”
- ✓ “Cruceta”
- ✓ “El conjunto de caja del diferencial”
- ✓ Engranajes laterales o de salida”



IFigura 6 Parte del Conjunto de la corona de los engranes satelitales

Fuente:
Libro

Potencia y Fuerza del Cargador Frontal

- **Grupo de Freno. -**

Es un freno de disco enfriado por aceite, se puede encontrar tres tipos de frenos en las máquinas de ruedas. En el "freno de eje interior" (utilizado en las retroexcavadoras cargadoras de ruedas pequeñas).

El disco de freno está empalmado en estrías al eje del engranaje solar y contenido en el eje. En el freno de velocidad de las ruedas, el disco de freno está empalmado en estrías a la parte fundidas de las ruedas y gira a la velocidad de las ruedas.

Grupo Planetario

El grupo planetario contiene en un portador, “engranajes satélites, engranaje de corona, engranaje de corona, engranaje solar, ejes y cojinetes”.

Grupo del Eje

Los semiejes transmiten potencia desde el diferencial hacia las ruedas.

Sistema de tren de mando inferior

Los componentes principales del sistema de tren de mando inferior son:

- ✓ La corona

- ✓ El freno
- ✓ Embragues de dirección, y mando final

Conjunto de la corona

El piñón de ataque o de ingreso esté conectado a 90 grados con la corona emitiendo a la potencia a los frenos y a los embragues de dirección. El conjunto del engranaje del piñón y la corona recibe potencia de los engranajes de transferencia.

- **Embragues de dirección y frenos**

Los embragues de dirección y frenos son unidades de discos múltiples enfriadas por aceite que traslada potencia desde la corona a los mandos finales. Están comprendidos en un solo conjunto y trabajan en combinación para detener y guiar las máquinas de cadenas.

- **Mandos finales**

El mando final está formado por uno o varios juegos de engranajes planetarios o engranaje principal que aprovisiona la última restricción de velocidad y el aumento de par en el tren de mando.

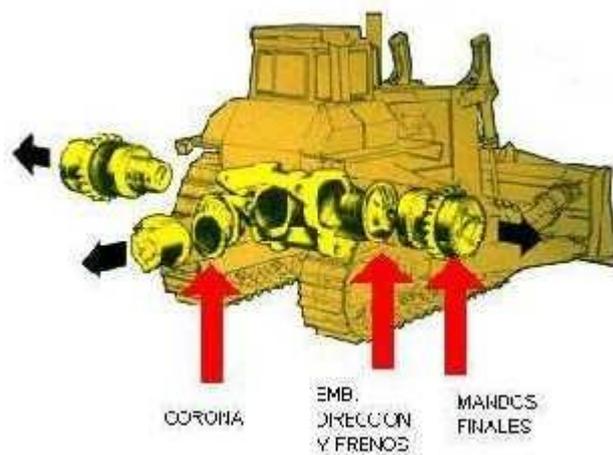


Figura 7 Tractor de Oruga mostrando las partes del embrague de freno y mando finales.

Fuente: Libro Potencia y Fuerza del Cargador Frontal

- **Sistemas de Mando Hidráulicos**

Estos Sistemas de Mando Hidráulico, disponen de velocidades ilimitadamente variables, una bomba de traslado variable altera la potencia mecánica del motor en potencia hidráulica. El flujo es enviado a través de una de las dos tuberías al motor hidráulico de mando. Esto permite que la máquina funcione a diferentes velocidades y en distintos sentidos. La bomba está diseñada para elaborar un flujo que puede ser variado.

Los componentes de un sistema de mando hidráulico son los siguientes:

- “La bomba de desplazamiento variable “(1).
- “Las tuberías hidráulicas “(2).
- “válvula hidráulica de control” (3).
- “El motor hidráulico de dos posiciones o fijo” (4).

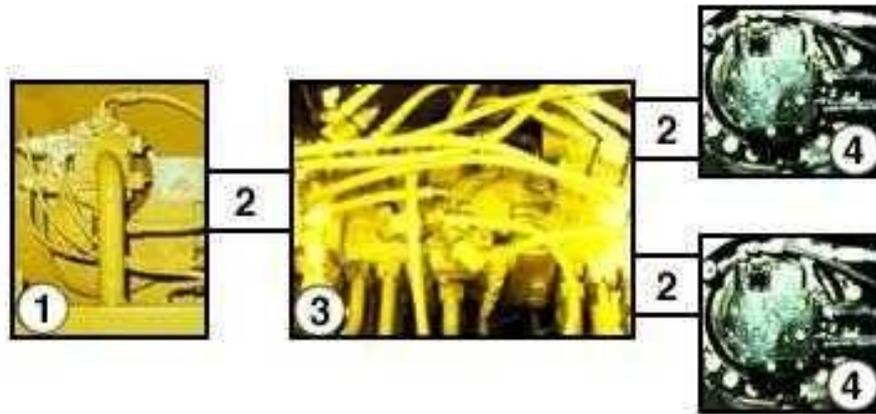


Figura 8 Válvulas hidráulicas de control.

Fuente: Libro Potencia y Fuerza del Cargador Frontal

Bomba Hidráulica

Es una máquina que transforma la energía con la que está accionada en energía del fluido incompresible, puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos.

Control De Válvulas

Es una válvula que se utiliza para controlar el flujo de un fluido, que modifica la pérdida de carga, según lo dirigido por la señal de un controlador.

Anillos

Es un aro de metal con una rendija que empasta en una abertura que recorre un ámbito exterior de un tal como un motor de combustión interna o una máquina de vapor.

Piñones

El mecanismo de la rueda de cremallera o la rueda pequeña en la transmisión por cadena o por correa.

Rodamientos

Es el movimiento rotativo, puede ser axial, radial, o una combinación de ambos. Esto es llamado cojinete y es un elemento que sirve como apoyo a un eje y sobre el cual este gire.

Sistema Hidráulico De Carga

Su función es enviar aceite a presión hacia el cilindro para que este actúe, ya sea empujándolas o jalándolas o para cualquier función que requiera fuerza.

Sistema De Lubricación Y Refrigeración

El sistema de refrigeración sirve para circular mediante el enfriamiento impulsados por una bomba centrífuga, Consta de un depósito que sirve para almacenar el refrigerante y como vaso de expansión.

Embragues De Discos Múltiples

Esto permite que, al ser apretado contra la superficie del volante, permite la transmisión gradual del movimiento de rotación.

2.1.3. Información del Cargador Frontal

- **Cargador Frontal**

Estos cargadores son utilizados en construcción como el manejo de material, excavación, carga y transporte, Los fabricantes CATERPILLAR, DEERE, KOMATSU Y VOLVO.

- **Prototipos de Cargadores Frontales**

En los años 1920, pequeños tractores para la agricultura fueron equipados con un cucharón de carga para el manejo de materiales livianos. En los años 1930, un número de fabricantes fueron creando pequeños cargadores frontales asegurando los cucharones a los tractores.

- **Cargadores sobre Neumáticos de Bastidor Rígidos. -**

Estas máquinas eran integradas, por sus fuertes bastidores que limitaban las posibilidades para maniobrar resultando del girar en grandes círculos, siendo incapaz de operar en lugares pequeños. El cucharón era soltado por la gravedad usando un mecanismo de seguridad.

- **Cargadores Sobre Neumáticos Articulado. -**

En 1944, la compañía CATERPILLAR introdujo el “Cargador Frontal modelo C”. Que tuvo una larga producción que duro hasta 1966. Este modelo de alto alcance con un arreglo especial.

- **Hidráulico. -**

El primero cargador frontal con sistema hidráulico fue en el año 1941 CARGADOR FRONTAL MODELO “HI”, por HOUGH. Este cambio permitió al operador desarrollar en la máquina la habilidad de controlar la descarga y aproximarse al banco en marcha baja y sacar un cucharón lleno inclinando hacia atrás mientras se carga.

En 1947. Este modelo hasta el día de hoy es tomado como predecesor de los cargadores frontales modernos.

- **Brazo Pivote de Cucharón**

El crecimiento de los Cargadores Frontales a partir del año 1950 hizo que a preocupación por la seguridad incremente, particularmente en el

posicionamiento de los cargadores con brazo privado del cucharón, posicionando detrás del operador.

- **El Legado de Letourneau**

Estos cargadores son de tracción diésel – eléctricas. En el año 1960, la compañía empezó a producir inmensos cargadores eléctricos con potencia para el cable y la del cucharón transmitidos por la tracción del piñón y la cremallera.

- **Nuevos Desarrollos de Cargadores Frontales. -**

Los cargadores frontales también incluyen una serie de accesorias como grapas, cuchillas, de varios tamaños que expanden la variedad de trabajos que pueden realizar para incluir las demoliciones pequeñas y la reparación de túneles.

Hoy en día, los cargadores eléctricos continuamente en el mercado y funcionan con una capacidad y versatilidad casi igual a la de dos cargadores sobre neumáticos que utilizan un motor diésel o un motor a gasolina.

2.1.4. Clasificación de Cargadores Frontales

- **Por la Forma de Efectuar la Descarga del Material**

Descarga Frontal:

Su trabajo se basa en desplazamientos cortos y repetidos para materiales suaves fracturados, como en las excavaciones abiertas.

Descarga Lateral: Tienen un cilindro hidráulico adicional que acciona al cucharón volteándolo hacia uno de los costados del cargador. Esta ventaja hace que el cargador no necesite hacer tantos movimientos, para colocarse en posición de carga al vehículo que se desee.

- **Por el tipo del Tren de Rodamiento**

Cargador Frontal Montado Sobre Neumáticos: Son equipos de excavación, carga y acarreo que tienen un cucharón que se adaptan en la parte delantera de la máquina. Estas máquinas están equipadas con sistemas mecánicos hidráulicos como motores, transmisión, bombas, convertidor, ejes.

Cargador Frontal Montado Sobre Orugas: Estas máquinas están conformadas por un tractor de orugas y un cucharón que es maniobrado hidráulicamente y cumple la misma función que el cargador sobre neumáticos.



Figura 9 Cargador Frontal

Fuente: <https://es.scribd.com/doc/202092737> Frank - 2014

Método De Evaluación Para Conocer El Rendimiento De La Maquinaria De Construcción.

El rendimiento teórico se puede valorar de las siguientes formas:

- a) Por gestión directa
- b) Por reglas o fórmulas
- c) Por tablas proporcionadas por el fabricante:

Cálculo del rendimiento de una máquina por observación directa.

los volúmenes de los materiales movidos por la máquina, durante la unidad horaria de trabajo.

Cálculo del rendimiento de una máquina por medio de reglas y fórmulas.

Para calcular la cantidad de material que moviliza la maquina en cada ciclo se multiplica por el número de ciclo de hora.

$$M3 \times \text{hora} = (m3/\text{ciclo}) \times (\text{ciclo hora})$$

La suma de la cantidad de material que moviliza la maquina es cada ciclo es la capacidad nominal de la maquina afectada por factores de corrección, expresado en porcentaje, que depende del tipo de materia.

$$m3 / \text{ciclo} = \text{Capacidad nominal de la máquina} \times \text{factor de corrección.}$$

Cargadores frontales.

Producción.

Es la capacidad el cucharón por número de cargas/hora.

“La distancia de recorrido, del lugar de carga al de descarga –sobre los camiones– debe ser la mínima posible.”

Se recomienda que siempre sea menor de 90°, para que las unidades de acarreo se acomoden, y se evitan así pérdidas de tiempo por acomodo.

III. Población y MATERIALES Y MÉTODOS. -

3.1. Tipo y Diseño de Investigación. -

El tipo de investigación será cualitativa- experimental, puesto que se pretende analizar las cajas automáticas powershift mediante electroválvulas por módulo electrónico para el cargador frontal 950 F - CAT contribuyendo así a la innovación, sustituyendo las máquinas mecánicas, por máquinas automáticas electrónicas. Evaluando parte de la eficiencia y optimización de horas de trabajo.

3.2. Variable y Datos. -

Variable Independiente:

- Presión.
- Voltaje.
- Potencia.

Variable Dependiente:

- Eficiencia de la caja automática powershift, mediante electroválvula.
- Eficiencia del control de mando, hacia el sistema de transmisión.
- Optimización de horas de trabajo del cargador frontal 950- F.

3.3. Operacionalización De Variables. -

Tabla 1 Operaciones de Variables Tabla

VARIABLES / INDEPENDIENTE	DEFINICION	OPERACIONAL	INDICADORES	TECNICA O INSTRUMENTO DE MEDICION
POTENCIA	Capacidad para desarrollar una fuerza para producir un efecto determinado, cantidad de energía entregada por un elemento.	La potencia es la rapidez con que puede trabajar el motor. Es el mayor número al multiplicar el torque del motor por la velocidad de giro en que lo genera.	KW	TESIS, LIBROS, ENCUESTA.
VOLTAJE	El voltaje, también es conocido como tensión. en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.	La magnitud que define la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos es la tensión	V	TESIS, LIBROS, ENCUESTA.
PRESIÓN	es una fuerza generada por la presión de fluido,	La presión del fluido es aquella	PSI	TESIS, LIBROS, ENCUESTA.

	la fuerza suficiente para poder levantar cargas de gran peso.	que debe entregar la bomba para que sea capaz de atravesar todo el circuito de lubricación.		
--	---	---	--	--

Variable /Dependiente	Definición / Conceptual	Definición /Operacional	Indicadores	Escala de Medición
<p>EFICIENCIA DE LA CAJA AUTOMÁTICA POWERSHIFT, MEDIANTE ELECTROVÁLVULA</p>	<p>Se ha mejorado con el transcurrir de los tiempos la caja automática de mando por cables, por control de mando de selección de marcha, accionadas por electroválvulas y estas electroválvulas a la vez comandadas por un control de mando electrónico, ECM, la cual le da una selección de marcha de repuesta más rápida y más fino ,es decir que la marcha entra más secuencial, sin golpe de cambio de marcha.</p>	<p>Las cajas automáticas PowerShift, es la respuesta de la exigencia del día a día de la innovación tecnológica que a la vez es la respuesta de la búsqueda del ahorro hombre – máquina. (Eficiencia)</p>	<p>GRAFICA DE PRESION / VOLTAJE</p>	<p>Encuesta</p>

<p>EFICIENCIA DEL CONTROL DE MANDO, HACIA EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN</p>	<p>El avance del control ECM, es seleccionar la marcha o velocidad de trabajo “modo automático”, la cual consiste en seleccionar una marcha específica para adelante y una marcha específica para retroceso.</p>	<p>El avance de la modernidad de la tecnología, en la mecánica automotriz y de la mecánica de la maquinaria pesada, es mejorada con el avance de la ciencia y de la electrónica. Tal es así, que cuando se incorpora las cajas automáticas en el parque automotriz. El funcionamiento de selección de marchas, es realizado por cables de marchas. Mando al control de selección</p> <p>Con el transcurrir del tiempo se mejora la caja automática de mando por cables, por control de mando de selección de marcha, accionadas por electroválvulas y estas electroválvulas a la vez</p>	<p>Potencia = Torque x velocidad angular</p>	<p>Encuesta</p>
---	--	--	--	-----------------

		<p>comandadas por un control de mando electrónico, ECM, la cual le da una selección de marcha de repuesta más rápida y más fino, es decir que la marcha entra más secuencial, sin golpe de cambio de marcha.</p>		
--	--	--	--	--

<p>OPTIMIZACIÓN DE HORAS DE TRABAJO DEL CARGADOR FRONTAL 950 F - CAT</p>	<p>Se utilizan principalmente los Cargadores Frontales en construcción ,excavación , carga y transporte , etc.</p>	<p>Para poder analizar el tiempo que se ahorra en la parte de transmisión y operatividad de la máquina, en el Cargador Frontal 950 F – CAT dependerá del sistema de electroválvulas y módulo de control. Ya que este sistema favorece al operario al realizar ciertas funciones sin generar más trabajo, esto se llamó optimización de trabajo que ejecuta el operario. Gracias a este sistema existe una relación hombre / maquina.</p>	<p>TIEMPO (h)</p>	<p>Encuesta</p>
--	--	--	--------------------	-----------------

3.4. Procedimiento y recolección de datos. -

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Valides y Confiabilidad.

3.5. Técnicas de recolección de datos. -

la finalidad de este proyecto es de efectuar una buena investigación, se gestionó técnicas de recolección de datos que proceda a obtener información muy importante y necesaria que me favorezca a cumplir con los parámetros trazados de mi investigación. Estas técnicas se mencionan continuación.

A. Estudio y análisis del Cargador Frontal 950 F – CAT en la Empresa STEM

B. Revisión de bibliografía especializada: artículos científicos, tesis de ingeniería. Para Cajas Automáticas POWERSHIFT y componentes.

C. Entrevista al personal, jefes, de la Empresa STEM, brindándoles una encuesta que me permita a difundir más los conocimientos para este proyecto y posibles respuestas para mi elaboración.

D. Cálculos.

3.6. Instrumentos de Recolección de Datos. -

- Laptop.
- Internet.
- Copias.
- Encuesta.
- Manómetro.
- Herramientas
- Catálogos
- Matlab.
- Ficha técnica
- Cat.sis

3.7. Guías de Observación. -

Como guías de observación para la documentación de datos la demanda de maquinaria pesada con sistema electrónico. “CAT – CARGADOR FRONTAL 950 F”.

3.8. Cuestionarios. -

Se elaboró entrevista al personal técnico y jefes de la empresa STEM y dueño de la maquina Cargador Frontal 950 F- CAT.

3.9. Validez y confiabilidad. -

La validez de los valores logrados para las variables de solución se verificará con el Software MATLAB. Al colocar las fórmulas correspondientes me brindaran gráficas y cálculos que se aproxime a los datos reales que se ha obtenido en las evaluaciones técnicas y así brindar un mejor análisis y resultados para la parte de transmisión de la caja automática POWERSHIFT, incorporadas las electroválvulas por modulo eléctrico para el Cargador Frontal 950 F- CAT.

3.10. Métodos de Análisis de Datos. -

Se utilizarán los datos y evaluaciones técnicas que se ha realizado en la maquina Cargador Frontal 950 F CAT, para identificar como primer punto, si parte de la eficiencia de la transmisión depende del control de mando hacia las electroválvulas, para identificar la potencia eficiente de la caja. Teniendo esos resultados técnicos procedemos a evaluar cálculos basados en presión de aceite para los componentes de la caja de cambios, para cada marcha hacia adelante y hacia atrás y también el voltaje que necesita las electroválvulas para emitir dicha presión correspondiente. Colaborando con los los datos obtenidos en la evaluación técnica, sean comparados con los cálculos obtenidos en el planteamiento matemático, donde se procederá a utilizar el programa MATLAB para dicha evaluación y así poder dar resultados óptimos a este análisis.

3.11. Aspectos Éticos. -

Tendremos en cuenta los aspectos éticos de profesionalismo del colegio de ingenieros del Perú (CIP) y el código de ética de investigación de la Universidad Señor de Sipán como se muestra en los anexos N° 2 y N° 3.

Código de Ética del colegio de ingenieros del Perú (CIP) aprobado en la iii Sección ordinaria del congreso nacional de consejos departamentales del Periodo 1998 – 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23 y 24 de abril 1999.

Art. 4 – Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país dependen de los juicios, decisiones incorporadas por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructuras, maquinas, productos y procesos. Por ninguna razón pondrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecta la paz y la salud.

Art. 7º: Son deberes éticos de los investigadores:

- a) Autonomía.
- b) Responsabilidad.
- c) Profesionalismo.
- d) Compromiso con la sociedad.
- e) Supervisión.
- f) Desarrollo profesional.

Art. 12 – Los ingenieros expresaran opiniones en temas de ingeniería solamente cuando ellas se basen en un adecuado análisis y conocimiento de los hechos, en competencia técnica suficiente y convicción sincera.

Código de ética de la Universidad Señor de Sipán elaborado por la dirección de investigación, revisado por el área de planificación y desarrollo institucional – asesoría legal. Ratificado por el acuerdo de consejo universitario con resolución rectoral N° 0851 – 2017/USS

Art. 14º: Respecto de los investigados y de lo investigado:

- a) Respetar las condiciones de salud, de integridad física, psicológica y moral de las personas o grupos que participan en el estudio.

- b) Solicitar y obtener el consentimiento expresado e informado de las personas sujetos investigación.
- c) Respetar la idiosincrasia y la cultura de los participantes en la investigación.
- d) Garantizar el bienestar de las personas, animales y plantas, como objeto de investigación.
- e) Garantizar el almacenamiento adecuado de la información obtenida para el estudio.
- f) Aplicar en todo momento los criterios de confidencialidad y anonimato.
- g) Presentar los resultados respetando las normas de Propiedad Intelectual.

IV. RESULTADOS. -

4.1. Cargador Frontal 950 F – CAT Año De La Máquina – Descripción:

- En el año 1996, La Empresa CAT, da un giro a la industria de la Maquinaria Pesada, dando el pase a la Tecnología, fabricando la primera MAQUINA en la línea de CARDORES FRONTALES, con sistema Electrónico remplazando algunos componentes mecánicos en las maquinas convencionales, directamente en la transmisión, dando parte al inicio del sistema eléctrico, tomando como teoría principal La Eficiencia, mejorando la calidad de vida útil de la máquina y minorando el esfuerzo de Hombre / Hora.
- La primera Máquina utilizada para dar el gran cambio tecnológico a fines de los 90 e inicios del 2000, Fue el CARGADOR FRONTAL MODELO 950 F. Se utilizó para fabricar este prototipo, por ser una máquina que está diseñada para laborar en cualquier rubro de la maquinaria pesada, como construcción, mina, agrícola, etc. Remplazando el sistema de palanca por Palancas accionadas y comandadas por un módulo de control, sensores y Electroválvulas, para comandar los cambios de marcha con fines de mejorar la labor de la máquina y minorando el esfuerzo de Hombre/ máquina y que la eficiencia y rapidez del comando del control de válvulas sea manipulada internamente por el sistema electrónico llamado ECM.

- En el año 1997 al 1998 la Empresa CAT dispone otro modelo de la misma línea de Cargadores Frontales con el código 950F – II. Esta máquina al igual que la primera, el sistema era el mismo, la estructura también, la diferencia que determina que es más sofisticado, se basaba en independizar las electroválvulas que comandan al control de Válvulas, estando expuestas en la caja de cambios y no internamente como el primer modelo dando así el mejoramiento y facilidad al evaluar el sistema cuando lo requerían, siendo más eficiente en todos los aspectos.

Tabla 2 FICHA TECNICA CARGADOR FRONTAL

<p>EMPRESA STEM: “SERVICIOS TECNICO MECANICO ELECTRICO “</p> <p>DE: RAMOS HERRERA SEGUNDO CARLOS</p> <p>CALLE: PORCULLA Nro. 340 Urb. PATAZCA</p> <p>CHICLAYO – LAMBAYEQUE</p> <p>CEL.97866065</p>	 <p>Segundo Carlos Ramos Herrera DNI: 16437757</p> <p>SEGUNDO CARLOS RAMOS HERRERA</p> <p>DNI: 16437757</p>
---	---

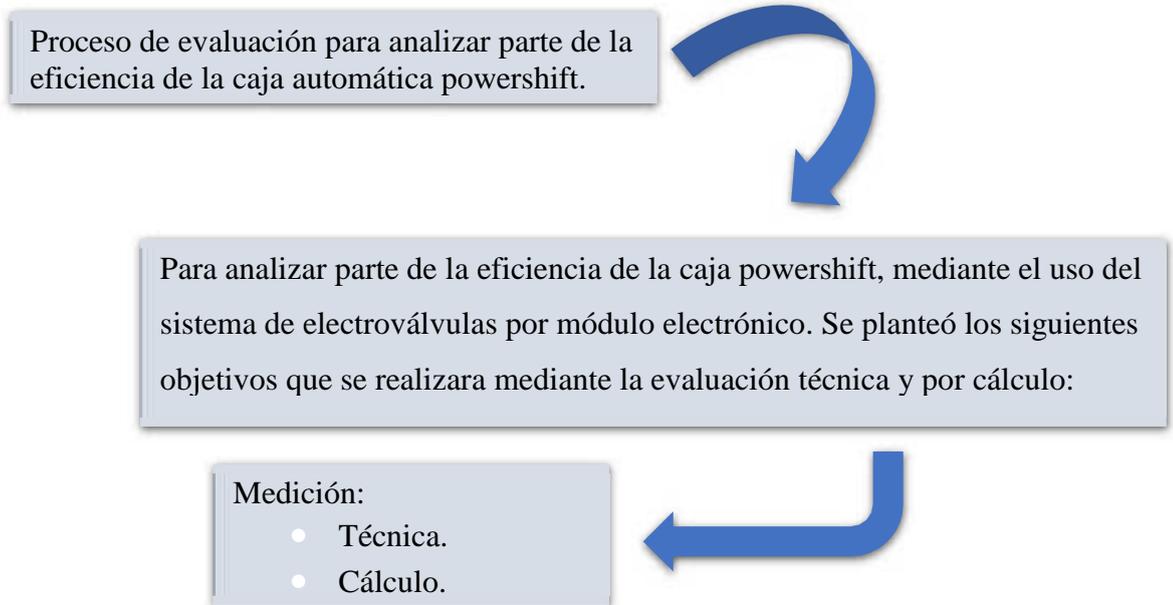
CARACTERISTICAS GENERALES		CARACTERISTICAS DE EXPLOTACIÓN
MAQUINA		PRESION SOBRE EL SUELO
CARGADOR FRONTAL CAT 950 F		
MARCA	CATERPILLAR	FUERZA ARRANQUE PALA - 159.3
MODELO	950 F	ANCHO DE PALA - 2811mm
Nro. De serie	8TK00268	CAPACIDAD DE LA PALA - 2.9 m3
Año construcción		ALCANSE MAXIMO DE ELEVA - 1103 mm
Año de compra		RADIO DE GIRO - 6419 mm
ACCIONAMIENTO		VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO
MOTOR DIESEL		
MARCA CATERPILLAR		SELECTOR DE MARCA A/AT - 4 velocidades
MODELO	3116	AVANCE EN KM/H - 39.3 km/h
Nro. De Serie	7JL06489	RETROCESO EN KM/H - 43 Km /h

CILINDRADAS	6.6 l	CAPACIDADES
REVOLUCIONES	2600 rpm	CARTER DE ACEITE - 20 l
POTENCIA	230 hp	VOLUMEN DEL FLUIDO REFRIGERANTE - 49 l
DEPOSITO DE ACPM	222 l.	VOLUMEN DEL FLUIDO TRANSMISION - 34 l
EQUIPO HIDRAULICO		VOLUMEN FLUIDO EJE DELANTERO - 36 l
CAUDAL BOMBA	237 l/min	TENSIÓN DE FUNCIONAMIENTO- 24 V
PRESION DEL CAUDAL	20684 KPa	BALANCEO EJE TRASERO - 26 grados
SISTEMA HIDRAULICO	153 l.	TAMAÑO DEL NEUMÁTICO - 23.5 – 25 12 PR
DIMENSIONES Y PESO DE EMBARQUE		DIMENSIONES
LONGITUD TOTAL	7689 mm	LONGITUD DE LA PALA A NIVEL DEL SUELO 7667mm
ANCHO MAXIMO	3180 mm	ALTURA ENTRE NEUMÁTICOS - 2753 mm
ALTURA TOTAL	3520 mm	EJE DE RUEDAS - 3180 mm

PESO APROXIMADO 15730 Kg		ALTURA MÁXIMA HASTA EL CODO DEL BRAZO - 3953 mm
EN SERVICIOS		ALTURA HASTA PARTE SUPERIOR CABINA - 3520 mm
LONG. TOTAL APROX. 10290 mm		
ANCHO MAXIMO	2859 mm	
ALTURA TOTAL	3760 mm	
ANCHO DE PALA	2811 mm	
CONSUMO APROXIMADOS		
COMBUSTIBLE	343 l	
LUBRICANTES	200 l	
OBSERVACIONES		
CODIGO CGE 01		
APROBADO POR		
FIRMA		
FECHA		

TABLA 2 – FICHA TECNICA

4.2. Descripción del proceso de evaluación para el análisis de eficiencia en la caja y sus componentes. -



4.2.1. Primer Resultado (objetivo A) - Medición de presión de aceite correspondiente al control de válvulas (electroválvulas) hacia la caja POWERSHIFT. -

- **Medición de presión de Aceite en la entrada y salida de la caja y medición en cada una de las marchas correspondientes.**
 - **Descripción:** FICHA TECNICA
- Teniendo los datos correspondientes de la ficha técnica de los componentes de la máquina, como también información de catálogos, y Catsis, se procede evaluarla CAJA POWERSHIFT.

Tabla 3 TRANSMISIONES

TRANSMISIÓN	
TIPO DE TRANSMISIÓN	Transmisión Planetaria con cambio de fuerzas de velocidades
Nro. DE MARCHAS - ADELANTE	4
Nro. DE MARCHAS -ATRÁS	4
VELOCIDAD MAXIMA ADELANTE	39.3km/h
VELOCIDAD MAXIMA - ATRÁS	43 km/h
SIST. HIDRAÚLICO	
PRESIÓN DE LA VÁLVULA REGULACIÓN	20684.3KPa
CAPACIDAD - BOMBA	237 l/min.
TIEMPO - ELEVACIÓN	6.6 seg
TIEMPO - DESCARGA	2.2 seg.
TIEMPO -BAJADA	3 seg.
PALA	
FUERZA DE ARRANQUE	159.3 KN
DESPEJE SOBRE EL SUELO DE DESCARGA / MÁXIMA ELEVACIÓN	2941 ml
ANCHO DE LA PALA	2811 ml
CAPACIDAD / PALA COLMADA	2.9 m ²
CAPACIDAD / PALA AL RAS	2.5 m ²
MOTOR	
FABRICANTE	CATERPILLAR
MODELO	3116
POTENCIA EFECTIVA	126.8 KW

POTENCIA TOTAL	134.2 KW
POTENCIA MEDIA	2200 RPM
CILINDRADA	6.6 L
No DE CILINDROS	6
ASPIRACIÓN	TURBOALIMENTACIÓN
EXPLOTACIÓN	
BALANCEO DE EJE TRASERO	26 GRADOS
TAMAÑO DEL NEUMATICO	23.5 / 25.12 PR
PESO ÚTIL	15730 Kg
VOLÚMEN DEL COMBUSTIBLE	222 L
VOLÚMEN DEL FLUIDO DEL SISTEMA HIDRAÚLICO	153 L
VOLÚMEN DEL ACÉITE DEL MOTOR	20 L
VOLUMEN DEL FLUJO DEL SIST. HIDRAÚLICO	153 L
VOLUMEN DEL FLUIDO DEL SISTEMA DE REFRIFERANTE	49L
VOLUMEN DEL FLUIDO DEL SIST. DE TRANSMISIÓN	34 L
VÓLUMEN DEL FLUIDO DEL EJE DELANTERO- DIFERENCIAL	36 L
VOLUMEN DEL FLUIDO DEL EJE TRASERO- DIFERENCIAL	36 L
PESO LÍMTE DE EQUILÍBRIO ESTÁTICO	10543 Kg
AMPERAJE DEL GENERADOR	50 amperios
DIMENSIONES	

ALTURA MÁXIMA HASTA EL CODO DEL BRAZO	3953 m
ALCANSE - A MÁXIMA ELEVACIÓN Y DESCARGA	1103 mm
LONGITUD CON LA PALA A NIVEL DEL SUELO	7689 mm
ANCHURA ENTRE NEUMÁTICOS	2753 mm
ALTURA - PARTE SUPERIOR DE LA CABINA	3520mm
DESPEJE - EL SUELO	474mm
EJE DE RUEDAS	

- Se procederá a medir las presiones de aceite en la entrada y salida como de cada marcha, utilizando dos tipos de herramientas para los dos simulacros que se realizará al cargador frontal 950 f CAT, en diferentes tiempos para obtener y verificar lo que indica en sus datos de fábrica.

Tabla 4 PRESIONES

PRESIONES DE ACEITE	EN ALTA	EN BAJA
PRESIÓN DE ENTRADA	380 – 400 PSI	
PRESIÓN DE SALIDA	350- 380 PSI	320 – 350 PSI
MARCHA HACIA ADELANTE	EN ALTA	EN BAJA
PRIMERA MARCHA	350 PSI	320 PSI
SEGUNDA MARCHA	380 PSI	340 PSI
TERCERA MARCHA	380 PSI	340 PSI
CUARTA MARCHA	400 PSI	360 PSI

MARCHA DE RETROCESO	EN ALTA	EN BAJA
PRIMERA MARCHA	360 PSI	340 PSI
SEGUNDA MARCHA	380 PSI	350 PSI
TERCERA MARCHA	380 PSI	350 PSI
CUARTA MARCHA	400 PSI	360 PSI

Nota: para que la CAJA POWERSHIFT, pueda trabajar correctamente el control de válvulas, cada electroválvula emite un voltaje que al combinarse cada una de ellas es una presión por marcha sea hacia adelante o de retroceso este tipo de control está dirigido por sensores de temperatura y de velocidades que emiten rangos , dirigidos por el control de mando ECM, que es la computadora que guarda en su memoria el trabajo que corresponde a la caja como también del motor e indicadores de combustible , y otros componentes para que el operador tenga la información correspondiente cada vez que enciende la máquina. En este caso para iniciar el trabajo de la caja POWERSHIFT la presión de entrada tiene que ser de 400 psi que emite la bomba mediante el fluido que activa el suiche para convertir una presión que del pase hacia las marchas y la presión que salga dependerá de que las marchas trabajen correctamente una tabulación entre 350 a 380 psi.

- Para empezar con el primer simulacro de presiones de aceite de entrada y salida como de cada marcha se presentará una imagen para indicar como es el circuito de presiones dentro de la caja POWERSHIFT.

- Siguiente imagen es un diagrama el aumento gradual de las presiones cuando están óptimas y eficientes.

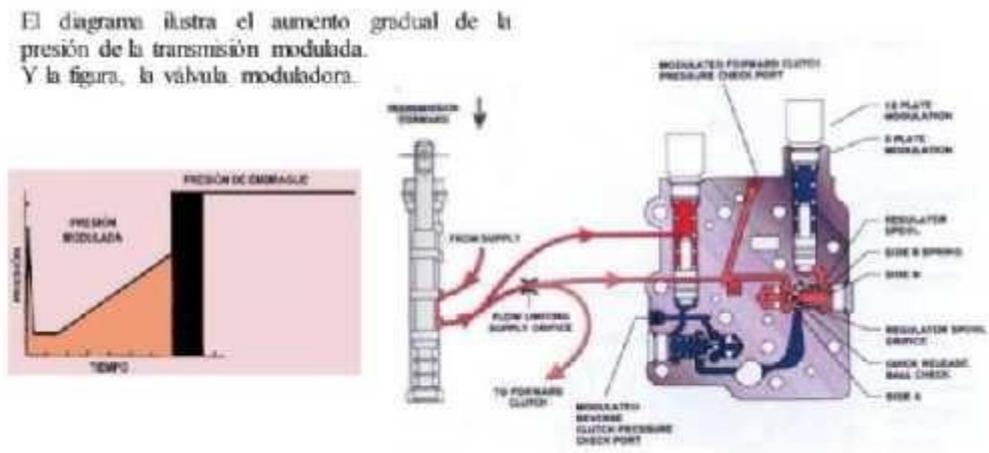


Figura 10 - Diagrama de aumento gradual

Información:<https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2755>

Sistema de Transmisión Power Shift

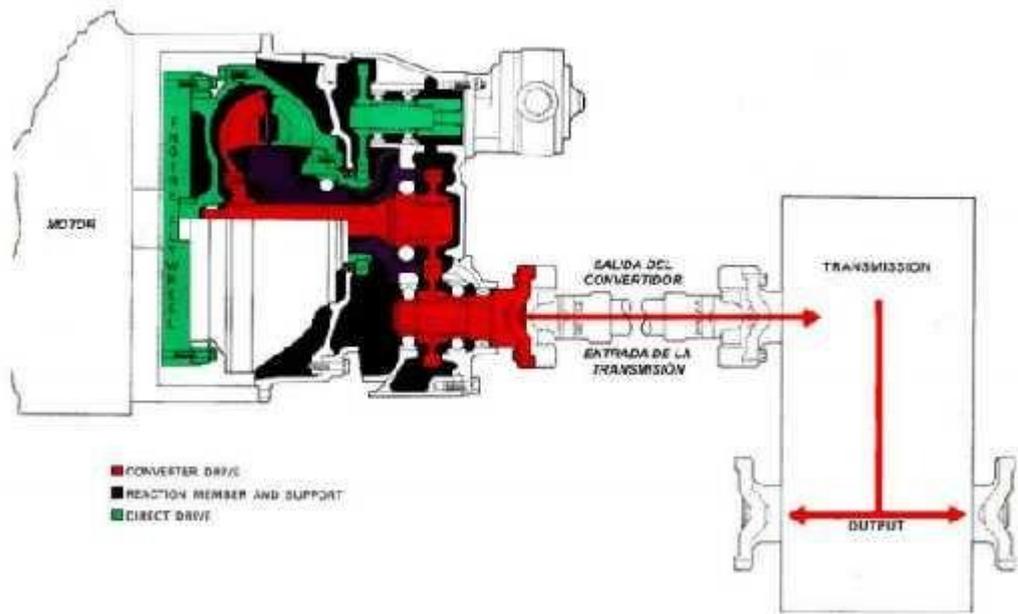


Figura 11 Diagrama Gradual de sistema de transmisión PowerShift

Información:<https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2755>

- Teniendo estas imágenes de indicadores de presiones procederemos a realizar el primer simulacro para poder obtener lo que indica en la ficha, la primera evaluación se realizó utilizando manómetros de presiones, en la tapa principal, este proceso permite indicar que activando o arrancando la maquina en estado de parqueo y haciendo los cambios verificar si las presiones son las correctas, si no fuera así y en algún cambio no cumple con este proceso se procederá a una evaluación, por otra parte, si cumple con lo requerido de la ficha, se evaluara los grados de eficiencia y se ara evaluaciones continuas para ver su margen de eficiencia en cada marcha como en conjunto.

Para este proceso se realizó los siguientes pasos:

1. Estacionamos la maquina en una superficie lisa y nivelada
 2. Como primer contacto con la maquina se movio la palanca de control de la transmisión a la posición Neutro.
 3. Se bajo el cucharon y / o las herramientas al suelo.
 4. Se coloco el freno de mano
 5. Con el personal técnico se colocó los bloques delante de las ruedas y detrás de las ruedas.
 6. Se instalo el bloqueo del marco de la dirección.
 7. Se colocó el manómetro en el taps principal o general
 8. Se procedió a verificar que exista liberación de presión, para que no exista ningún código de falla.
 9. Se procedió a prender la máquina para realizar el simulacro.
- Para este proceso se grabó el simulacro de la cual se tomaron fotos al video para indicar el proceso:
- Nota:** Todas las pruebas y todos los ajustes deben realizarse mientras el aceite de la transmisión está en funcionamiento normal.

Tabla 5 Herramientas

HERRAMIENTAS NECESARIAS		
NUMEROS DE PIEZAS	DESCRIPCION	CANTIDAD

1U -5481	grupo de medición de presión	1
1U- 5482	grupo de adaptadores de presión	1

- Adaptador en el taps principal. -

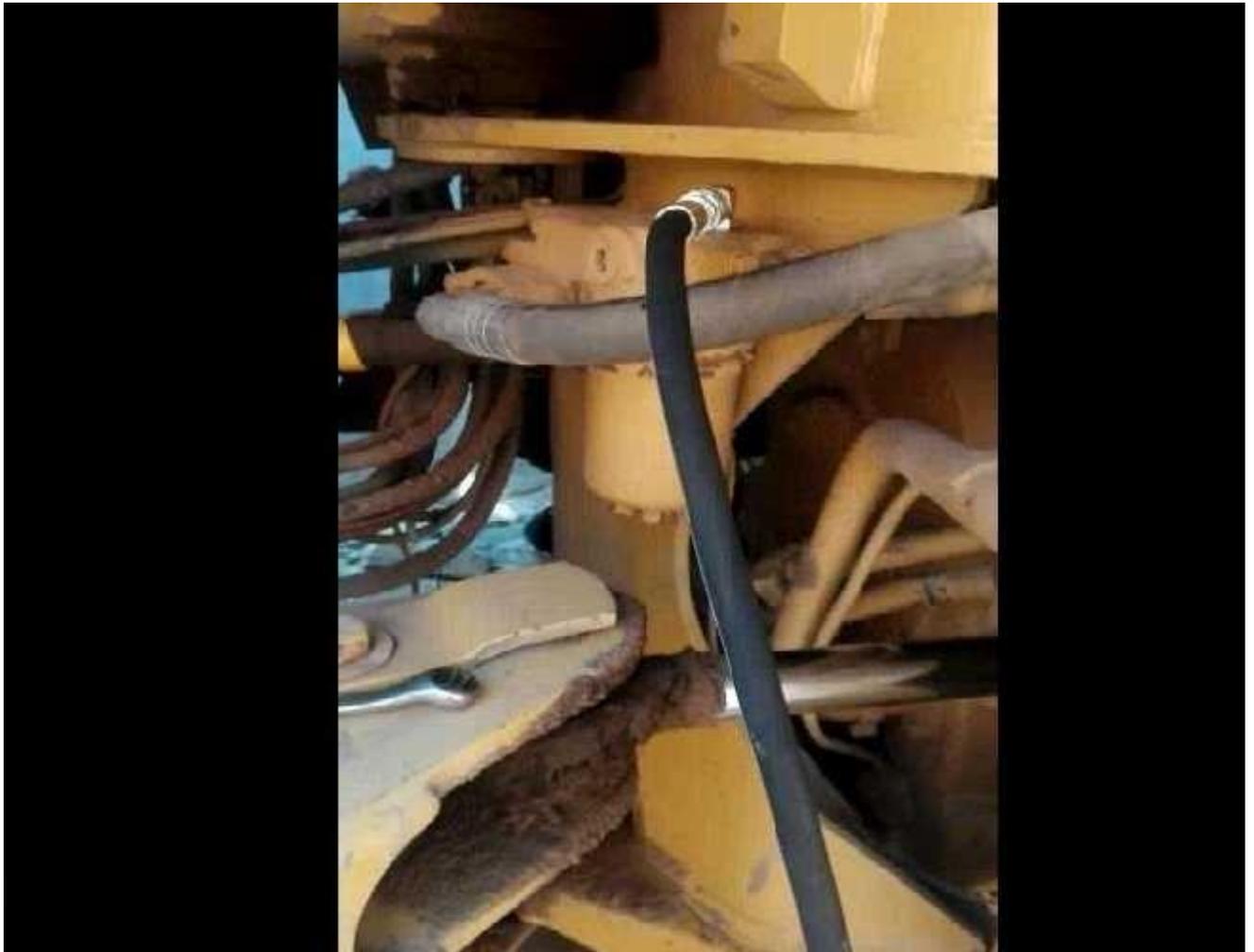


Figura 12 adaptación del taps para la medición de presión en un punto de cambio para la caja powershifts.

- Como primer paso la presión de entrada es la correcta cumpliendo con el cuadro. Como se puede visualizar en la foto, maquina encendida posición de parqueo y automáticamente la presión cumpliendo con un dato de 390 psi. Indicando como primer factor que el fluido que emite la bomba hacia el suiche de la caja es correcto. Descartando alguna falla en la bomba.



Figura 13 : *medición de presión con manómetros en un cambio de la caja.*

- **Presiones en marcha hacia adelante. -**
PRIMERA, SEGUNDA, TERCERA: Como podemos observar en la imagen se captura el momento que la presión está en los 370 psi cumpliendo dentro de los rangos de presiones de aceite.



Figura 14 *Medición de Presión en caja de cambios.*

370 psi para cada marcha 1,2,3.



Figura 15 *Medición de Presión con Nanómetro para la caja de cambio*

CUARTA MARCHA: Cumpliendo con el rango , dentro de los parametros de 350 psi a 400 psi estaba en 390psi.



Figura 16 Medición de Presión con manómetro en la caja de cambio.

- **Presión en marcha de retroceso.-**

PRIMERA, SEGUNDA TERCERA Y CUARTA: Todos cumplen con la presión que se tabula en la ficha en un rango de 370 a 380 psi.



Figura 17 Medición de Presión para la Caja de Cambios.

NOTA: Al realizar este proceso de simulacro de presiones utilizando un manómetros nos dimos cuentas que desde la presión de entrada y para cada una de las marchas si cumplieran con las presiones indicadas , como dando resultado al primer objetivos analizar que este sistema de control de valvulas por medio de electrovalvulas y control ECM cumplieran con eficiencia , dando asi que el voltaje que emite cada electrovalvula es correcta para sus combinaciones que se veran mas adelante. En cada uno de los componentes dando asi un mejor rendimiento de trabajo optimo a la caja y a toda la maquina, otro dato que se pudo analizar es que para que esto suceda la maquina tiene que trabajar o adecuarla a horas de trabajo exactas , por ejemplo 10 horas diarias recalando que si trabaja con el uso que se ha fabricado que es para recoger, llevar o traer material, empujar , desmontar y montar. Podra cumplirse con esta eficiencia , teniendo al dia su mantenimiento preventivo a la maquina para poder rendir.

SEGUNDO SIMULACRO: Para verificar que las presiones se mantienen optimas de pues de un mes y medio se trabajo por otro metodo de evaluación, utilizando otro tipo de herramienta probando asi la eficiencia del sistema electronico para emitir el voltaje correspondiente para las presiones, trabajando directamente con las electrovalvulas y sensores de temperatura y de velocidades,

para que esto suceda al no tener un Tacómetro para medir las velocidades y presiones, por el costo de este dispositivo, nos ingeniamos y con el grupo de trabajo de la empresa STEM. Se creó una caja lets con sistema de cableado, esta cajita es un protipo idéntico al circuito interno que se instala en el control para indicar por colores de cables cada marcha, esta caja lo que hace es indicar los números combinados mediante el foquito encendido para cada número que indica la marcha y verificar si son los correctos, así obteniendo desde otro punto la presiones que emite a la caja para su eficiencia.

- Se grabo un video realizando este simulacro donde se tomará fotos al video para captar algunas marchas de referencia para dar a conocer esta evaluación, como primer paso se colocará la imagen de la información de estas combinaciones por marchas.

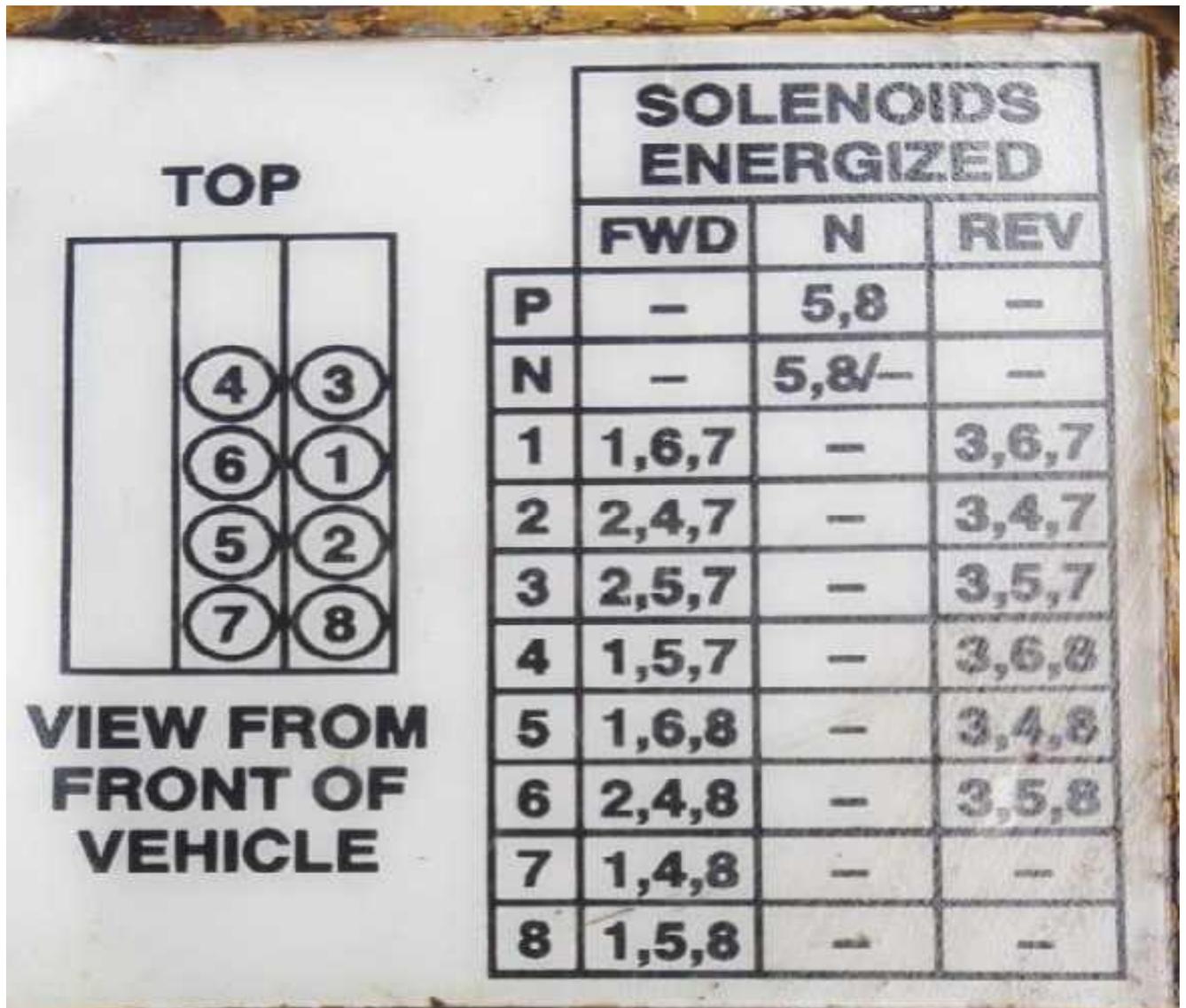


Figura 18 Leyenda en el Cargador Frontal 950 F

- Se tomara para demostrar esta prueba algunas marchas como referencia para identificar el proceso de evaluación:



Figura 19 simulación 1

FOTO DE LA MARCHA 1 HACIA ADELANTE: Como podemos observar los foquitos lets están encendidos en los números que indican la primera marcha.

Para poder entender la imagen este es el cuadro que se utiliza para las combinaciones:

4	3
6	1
5	2
7	8

4	3
6	1
5	2
7	8

Para la primera marcha hacia adelante las combinaciones son las siguientes:

1,6,7

6	1
7	

- Como podemos visualizar en la imagen que si cumplen la primera marcha, esto quiere decir que la presión que está ingresando es la correcta:

4	3
6	1
5	2
7	8



Figura 20 Simulación2

SEGUNDA MARCHA: Cumple lo indicado en la leyenda:

	2
7	
4	



Figura 21 Simulación 3

5	2
7	

TERCERA MARCHA HACIA ADELANTE: Cumple con lo que indica en la leyenda para la tercer marcha, existe presión correcta, eficiencia y voltaje correcto en las electroválvulas:



Figura 22 Simulación 4

Nota: Como podemos observar después de un mes de trabajo que ejecuto la maquina se hizo el segundo simulacro donde se pudo obtener los resultados óptimos, de eficiencia, presiones voltaje con esta herramienta que indicaba lo que exigía la leyenda de las combinaciones de las marchas. Dando así resultado técnico del primer objetivo de ver si este proceso permitía cumplir con lo investigado. Así dando pase a los cálculos matemáticos para dichas presiones de cada marcha.

4.2.2. Segundo resultado (objetivo B y C). -

Se procederá a resolver las ecuaciones matemáticas utilizando el programa MATLAB para tener una comparación entre los datos reales mediante el proceso técnico de evaluación con los resultados que arrojen dicho programa y así sustentar y complementar los primeros objetivos que abarca el título de este proyecto.

Proceso:

Esquema de diseño a obtener ecuación.

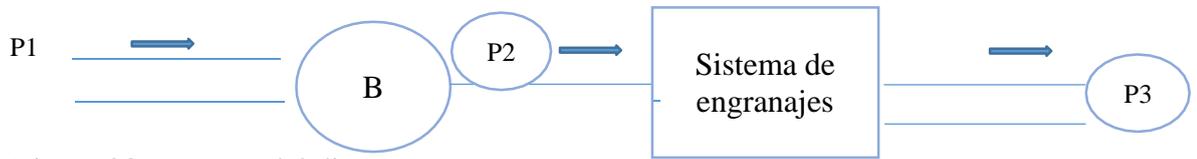


Figura 23 esquema del diseño

El aceite que se utiliza presenta un flujo laminar no viscoso, en lo cual se desprecian fuerzas de desplazamientos y resistencia de los componentes que comprenden el sistema.

A si también se tiene por formula de la conservación de la energía todas las energías que ingresan son iguales a las que salen.

$$H_5 = H_e + \Delta H_{f,d}$$

$$H_5 = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + \left(K_d \left(1 - \frac{a_1^4}{a_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right)$$

Donde el sistema presenta un ensanchamiento brusco $K_d = 1$, ya que presenta un ángulo de 2α o de 180° y también se tiene que $P_1 = 0$, ya que es el lado del sistema que está en reposo.

$$H_5 = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + \left[1 \cdot \left(- \frac{a_1^4}{a_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

$$\frac{P_2}{u \cdot \left(\frac{d_1}{2} \right)^2} = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{a_1^4}{a_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

$$P_2 \cdot v = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{a_1^4}{a_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Entonces tenemos datos de ingreso.

$$\rho = 898 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad ; \text{ densidad del aceite que utiliza el sistema.}$$

$$\rho = 0.0324423 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

P_2 = Es la presión de ingreso de cada marcha.

P_1 = Es la presión de salida del sistema.

$$v_1 = 0.000067 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{Velocidad con que ingresa el aceite al sistema.}$$

$$v_1 = 0.002638 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{La aceleración gravitatoria.}$$

$$g = 0.00259 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$d_2 = 0.0635 \quad \text{m, diámetro de manguera del sistema.}$$

$$d_2 = 25 \text{ mm}$$

$$d_1 = 0.3825 \quad \text{m.}$$

Se presenta cuadro de presiones correspondiente a cada marcha.

Tabla 6 RESULTADOS DE MARCHAS

Marcha hacia adelante		100%	Menor 100%	100%	Menor 100%
Marcha	Embragues	Presión optima	Presión baja	Presión de salida	Presión de salida
1	1,6 y 7	2413,166	2206,323	2620,009	2413,166
2	2,4 y 7	2551.061	2275,271	2620,009	2413,166
3	2,5 y 7	2757,904	2413,166	2620,009	2413,166
4	1,5 y 7	2757,904	2413,166	2620,009	2413,166
Marcha de reversa		100%	Menor 100%	100%	Menor 100%
Marcha	Embragues	Presión optima	Presión baja	Presión de salida	Presión de salida
1	3,6 y 7	2482,114	2206,323	2620,009	2413,166

2	3,4 y 7	2620,009	2275,271	2620,009	2413,166
3	3,5 y 7	2757,904	2482,114	2620,009	2413,166
4	3,6 y 8	2757,904	2482,114	2620,009	2413,166

Tabla Nro.6

La ecuación quedaría para cada marcha para poder determinar las pérdidas del sistema las cuáles serán las indicadores para determinar la marcha en la que se encuentra la maquinaria pesada (cargador frontal 950F).

Marcha 1:

$$P_{\Sigma} \rho v = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

$$P_{\Sigma} \rho v = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Esta ecuación se utilizó para todas las marchas cambiando las dimensiones para identificar cada paquete y el tipo de presión que necesita para realizar su función:

Esquema de diseño a obtener ecuación.

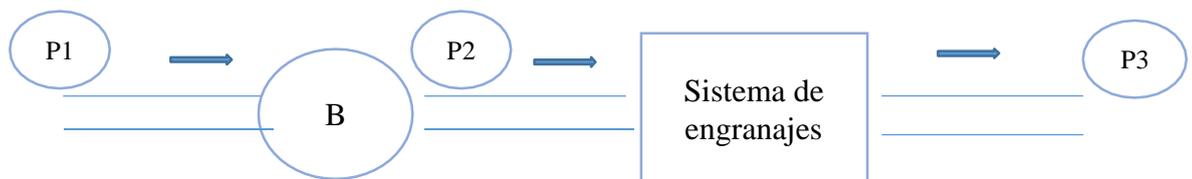


Figura 24 ESQUEMA 2

El aceite que se utiliza presenta un flujo laminar no viscoso, en lo cual se desprecian fuerzas de desplazamientos y resistencia de los componentes que comprenden el sistema.

A si también se tiene por formula de la conservación de la energía todas las energías que ingresan son iguales a las que salen.

$$H_{\Sigma} = H_e + \Delta H_{f,sl}$$

$$H_5 = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + \left(K_{cd} \left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right)$$

Donde el sistema presenta un ensanchamiento brusco $K_{cd} = 1$, ya que presenta un ángulo de 2α o de 180° y también se tiene que $P_1 = 0$, ya que es el lado del sistema que está en reposo.

$$H_5 = \frac{P_2 - P_1}{\rho \cdot g} + \left[1 \cdot \left(- \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Se adecua la ecuación de la continuidad donde indica que:

$$H_5 = P_5 \cdot \rho \cdot v$$

Se reemplaza en:

$$P_5 \cdot \rho \cdot v = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

$$P_5 \cdot \rho \cdot v = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Entonces tenemos datos de ingreso.

$\rho = 00324423 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, densidad del aceite que utiliza el sistema.

P_2 = Es la presión de ingreso de cada marcha.

P_5 = Es la presión de salida del sistema.

$v_1 = 241 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, velocidad con que ingresa el aceite al sistema.

$g = 000259 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, la aceleración gravitatoria.

$d_1 = 25 \text{ mm}$, diámetro de manguera del sistema.

Se presenta cuadro de presiones correspondiente a cada marcha.

Tabla 7 RESULTADOS DE MARCHAS 2

Marcha hacia adelante		100%	Menor 100%	100%	Menor 100%
Marcha	Embragues	Presión optima	Presión baja	Presión de salida	Presión de salida
1	1,6 y 7	350	320	380	350
2	2,4 y 7	370	330	380	350
3	2,5 y 7	400	350	380	350
4	1,5 y 7	400	350	400	380
Marcha de reversa		100%	Menor 100%	100%	Menor 100%
Marcha	Embragues	Presión optima	Presión baja	Presión de salida	Presión de salida
1	3,6 y 7	360	320	380	350
2	3,4 y 7	380	330	380	350
3	3,5 y 7	400	360	380	350
4	3,6 y 8	400	3600	400	380

La ecuación quedaría para cada marcha para poder determinar las pérdidas del sistema las cuáles serán las indicadoras para determinar la marcha en la que se encuentra la maquinaria pesada (cargador frontal 950F)

Marcha 1:

$$P_s \rho v = \frac{P_a}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{C_{D1}}{C_{D2}} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Se obtiene:

Densidad, $F = 0.0324423000000000 \frac{t}{m^3}$

Gravedad, $g = 0.0025900000000000 \frac{m}{s^2}$

Velocidad, $v = 241 \frac{m}{s}$

$H = 2.5 \text{ inc.}$

$M11 = 2.134936393144606$

$M12 = 2.160148281899653$

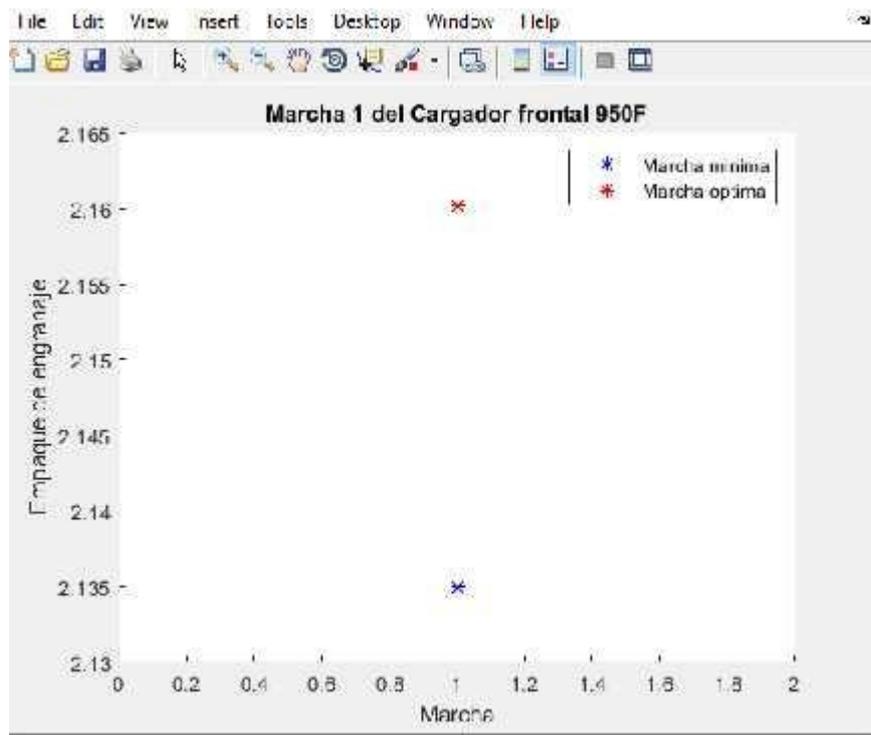


Figura 25 MARCHA 1 HACIA ADELANTE

En la figura N°01 resulta la selección de los empaques de engranajes para poder accionar la marcha 1 hacia delante de la maquina la cual se puede apreciar entre tamaño óptimo y el tamaño mínimo para lograr accionar el cargador frontal solo se encuentra una diferencia de 0.04 décimas los cuales se considera como tolerancia para que la maquinaria trabaje.

A su vez que su óptimo rendimiento lo obtiene cuando alcanza un tamaño de 2.134936393144606 inc. para el paquete de engranajes y de 2.134936393144606 inc. para la presión mínima con la que se acciona la máquina, pero no trabaja correctamente.

Es así que la precisión en esta caja para esta marcha es milimétrica.

Marcha 2:

$$F_z \rho v = \frac{F_z}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Se obtiene:

Densidad, $F = 0.032442300000000 \frac{n}{l \cdot s}$

Gravedad, $g = 0.002590000000000 \frac{m}{s^2}$

Velocidad, $v = 241 \text{ m/s}$

$H = 2.5 \text{ inc.}$

$M21 = 2.110571424567093$

$M22 = 2.151639779817608$

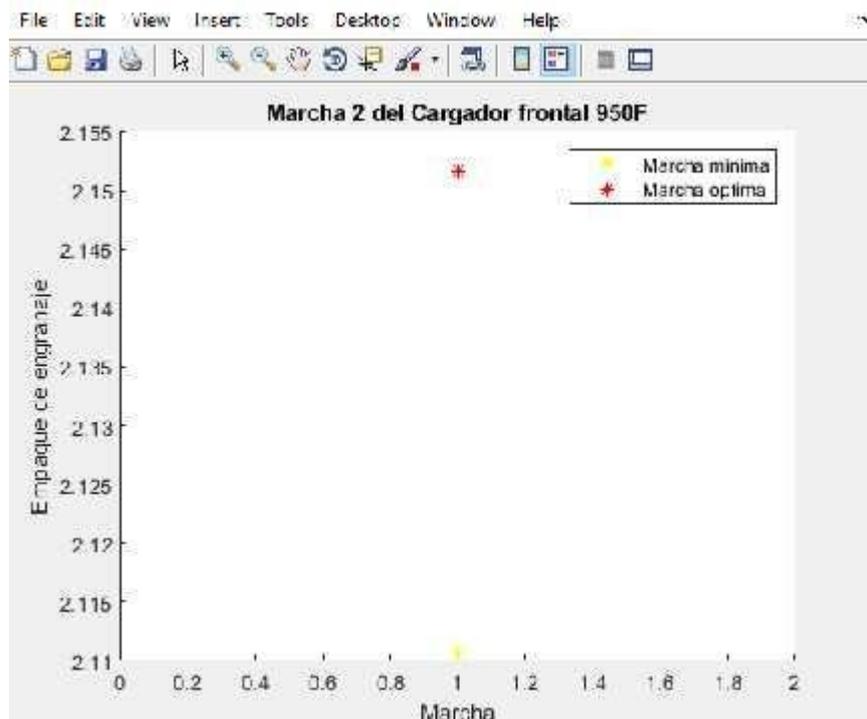


Figura 26 Marcha 2 hacia adelante.

En la figura N°02 resulta la selección de los empaques de engranajes para poder accionar la marcha 1 hacia delante de la máquina la cual se puede apreciar entre tamaño óptimo y el tamaño mínimo para lograr accionar el cargador frontal solo se encuentra una diferencia de 0.04 décimas los cuales se considera como tolerancia para que la maquinaria trabaje.

A su vez que su óptimo rendimiento lo obtiene cuando alcanza un tamaño de 2.110571424567093 inc. Para el paquete de engranajes y de 2.151639779817608 inc Para la presión mínima con la que se acciona la máquina, pero no trabaja correctamente.

Es así que la precisión en esta caja para esta marcha es milimétrica.

Marcha 3:

$$P_{22} \rho v = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Se obtiene:

$$\text{Densidad, } F = 0.0324423000000000 \frac{\text{in}}{\text{in}^3}$$

$$\text{Gravedad, } g = 0.0025900000000000 \frac{\text{in}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Velocidad, } v = 241 \frac{\text{in}}{\text{s}}$$

H = 2.5 inc.

$$M31 = 2.094784040932995$$

$$M32 = 2.134920108231440$$

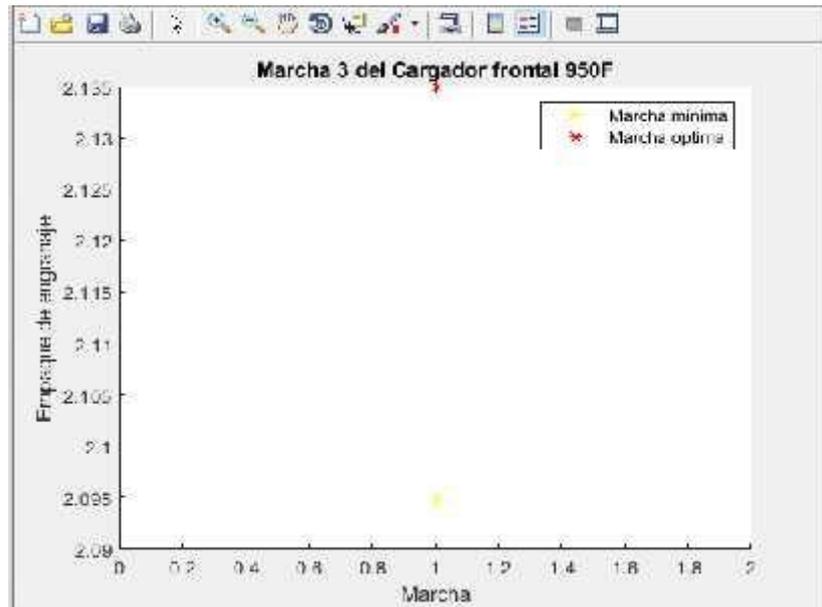


Figura27 Marcha 3 hacia adelante.

En la figura N°03 resulta la selección de los empaques de engranajes para poder accionar la marcha 1 hacia delante de la maquina la cual se puede apreciar entre tamaño óptimo y el tamaño mínimo para lograr accionar el cargador frontal solo se encuentra una diferencia de 0.04 décimas los cuales se considera como tolerancia para que la maquinaria trabaje.

A su vez que su óptimo rendimiento lo obtiene cuando alcanza un tamaño de 2.094784040932995 inc. para el paquete de engranajes y de 2.134920108231440 inc. para la presión mínima con la que se acciona la máquina, pero no trabaja correctamente.

Es así que la precisión en esta caja para esta marcha es milimétrica.

Marcha 4:

$$F_s \rho v = \frac{F_s}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Se obtiene:

$$\text{Densidad, } F = 0.032442300000000 \frac{\text{in}}{\text{in}^3}$$

$$\text{Gravedad, } g = 0.002590000000000 \frac{\text{in}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Velocidad, } v = 241 \frac{\text{in}}{\text{s}}$$

$$H = 2.5 \text{ inc.}$$

$$M41 = 2.094794296632677$$

$$M42 = 2.134936393144606$$

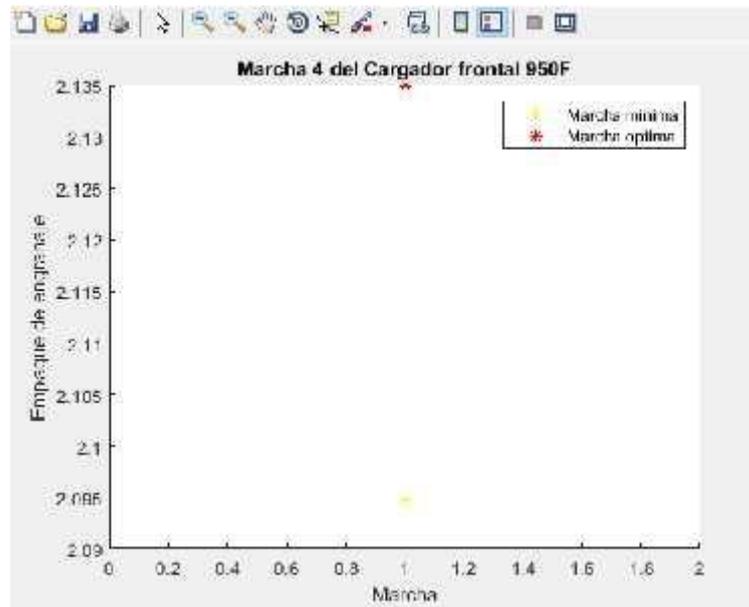


Figura 28 Marcha 4 hacia adelante.

En la figura N°04 resulta la selección de los empaques de engranajes para poder accionar la marcha 1 hacia delante de la maquina la cual se puede apreciar entre tamaño óptimo y el tamaño mínimo para lograr accionar el cargador frontal solo se encuentra una diferencia de 0.04 décimas los cuales se considera como tolerancia para que la maquinaria trabaje.

A su vez que su óptimo rendimiento lo obtiene cuando alcanza un tamaño de 2.094794296632677 inc para el paquete de engranajes y de 2.134936393144606 inc para la presión mínima con la que se acciona la máquina, pero no trabaja correctamente.

Comparando con la marcha anterior podemos apreciar que encontramos más precisión entre las dos últimas marchas.

Reversa:

$$P_s \rho v = \frac{P_s}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_1^4}{d_2^4} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^2} \right]$$

Se obtiene:

Densidad, $F = 0.032442300000000 \frac{\text{in}}{\text{in}^3}$

Gravedad, $g = 0.002590000000000 \frac{\text{in}}{\text{s}^2}$

Velocidad, $v = 241 \frac{\text{in}}{\text{s}}$

$H = 2.5 \text{ inc.}$

$M51 = 2.134936393144606$

$M52 = 2.160148281899653$

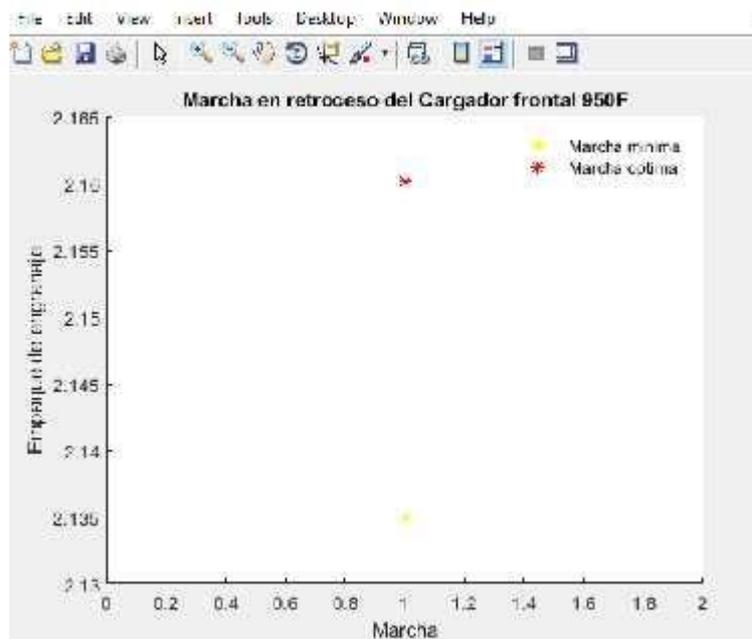


Ilustración 29 Reversa.

En la figura N°04 resulta la selección de los empaques de engranajes para poder accionar la marcha 1 hacia delante de la maquina la cual se puede apreciar entre tamaño óptimo y el tamaño mínimo para lograr accionar el cargador frontal solo se encuentra una diferencia de 0.04 décimas los cuales se considera como tolerancia para que la maquinaria trabaje.

A su vez que su óptimo rendimiento lo obtiene cuando alcanza un tamaño de 2.134936393144606 inc. Para el paquete de engranajes y de 2.160148281899653 inc. Para la presión mínima con la que se acciona la máquina, pero no trabaja correctamente.

Esta marcha por ser un paquete se evaluó una sola ya que la variación entre marchas en reversa es casi imperceptible.

Cuando los valores de presión se encuentran fuera de lo mínimo permitido se obtienen valores por encima de las décimas, los cuales indican un tamaño el cual no se encuentra en la caja y por ello es un error el cual hará que la maquina no se accione.

$$P_{2} \rho v = \frac{P_{2}}{\rho \cdot g} + \left[\left(1 - \frac{d_{1}^{4}}{d_{2}^{4}} \right) \times \frac{2 \cdot g}{v^{2}} \right]$$

Se obtiene:

$$\text{Densidad, } F = 0.0324423000000000 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\text{Gravedad, } g = 0.0025900000000000 \frac{\text{ft}}{\text{s}^2}$$

$$\text{Velocidad, } v = 241 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$$

Presión de entrada = 200PSI

H = 2.5 inc.

M51 = 2.270586670548872 inc.

4.2.3. Tercer resultado (objetivo D). -

- Se procederá a realizar graficas que identifiquen que el voltaje sea el mismo en cada electroválvula para su combinación que emite para cada marcha en el programa MAT LAB y así colaborar con los daos obtenidos en el resultado técnico.
- Verificar en anexos las imágenes.

Gráfica de electroválvula:

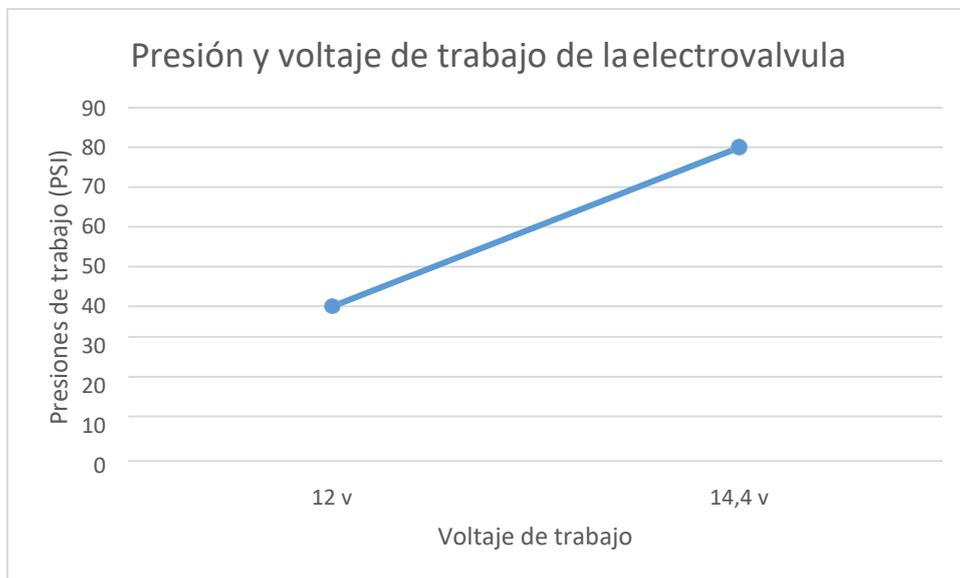


Figura 30 GRAFICA DE PRESIONES

El voltaje en que trabaja la electroválvula y las presiones mínimas y máximas a las que puede trabajar, datos obtenidos de su ficha técnica de la electroválvula.

Válvula de Solenoide (Embrague de la transmisión) – SMCS – 3174

Número de Pieza – 3E-3748

- Esta prueba determino que la bobina del solenoide está energizada y el émbolo del solenoide se está moviendo para permitir el flujo de aceite.

Tabla 8 CONJUNTO DE CARTUCHOS

CONJUNTO DE CARTUCHO 107- 8611		
PAR DE APRIETO	Instalado al final del conjunto de cartucho	50 ± 5 Nm(37 ± 4 lb – pie)
PAR DE APRIETO	Instalado al final de la contratuerca que retiene la bobina	$9 \pm 0,5$ Nm (80 ± 4 lb – pulg)
Flujo de Aceite SAE 10	Caída de presión	200 Kpa (30 lb/pulg ²) 121 °C (250°F) – 3,5 L /min (0,9 gal EE.UU/min)
Clasificación máxima de presión	Presión	4,138 kPa (600 lb/pulg ²)

BOBINA 218 - 9901	
Voltaje nominal de la Bobina	12 v
Voltaje máxima de la Bobina	14 v

CORRIENTE	
Drenaje de corriente nominal a temperatura del devanado	25°C (77 °F) – 1,47 amperios
Drenaje máximo de corriente a temperatura del devanado	-40 ° C (-40 °F) amperios
RESISTENCIA	
R. Nominal de la Bobina	25 ± 5 °C (77 ± 41 °F)...8,15 ± 0,6 ohmios
R. Máxima de la Bobina	121 °C (250 °F) ... 13,3 ohmios
R. Mínima de la Bobina	-40 °C (-40 °F) ... 6 ohmios

4.2.4. Cuarto resultado (objetivos E y F). -

- Para este proceso de resultado se toma como referencia la parte mecánica del estudio, esto quiere decir que ya no utilizaremos presiones para verificar si hay eficiencia en la caja si no utilizaremos las dimensiones de los componentes internos de la caja, potencia y velocidades que imiten cada empaque para , verificar cuanto es su rendimiento óptimo y eficiencia y así complementar parte de este análisis viendo desde otro punto de vista y colaborar con las presiones que emite el control de válvulas.
- Igualmente se utilizó dos procesos evaluación técnica; que se trabajó con otra máquina (Cargador Frontal) de otra empresa, del mismo modelo, ya que requería mantenimiento correctivo la caja, utilizándola así para este proceso de estudio.

- Luego de ello se tomaron los datos para trabajar con las ecuaciones y fórmulas para este tipo de investigación obteniendo los resultados requeridos.

- a) Se desmontó LA CAJA POWERSHIFT DEL CARGADOR FRONTAL 950 CAT para reconocer los componentes y con qué tipo de caja se estaba evaluando, observando que la caja es de un solo componente planetario que trabaja con discos y empaques de las mismas dimensiones para las marchas hacia adelante y retroceso, diferente a una caja de una motoniveladora que tiene dentro de la caja 5 a 6 componentes planetarios.

PART OF BE-7570 TRANSMISSION AIR-POWER SHIFT
 Opciones de servicios: Ver información

GRUPO ENTERO				
Ref.	Cant.	Nota	No. de pieza	Nombre de la pieza
Grp	(N/A)		BE-7571	GRUPO DE PLANETARIO DE TRANSMISIÓN

PIEZAS INDIVIDUALES						
Pos.	Ref.	Cant.	No. de Nota de GR	No. de pieza	Cant. req.	Nombre de la pieza
<input type="checkbox"/>	1		1	114-9036	1	EJE DE ENTRADA
<input type="checkbox"/>	2		M	1 6V-5696	1	PERNO (M12X1.75XB0-MM)
<input type="checkbox"/>	3		1	4S-5824	1	RETÉN
<input type="checkbox"/>	4		1	BE-7450	1	ENGRANAJE DE MANDO DE TRANSMISIÓN (52-TEETH)
<input type="checkbox"/>	5		1	BE-4954	1	CONJUNTO DE CAJA DE EMBRAGUE
			1	1A-2223	4	ESPIGA
<input type="checkbox"/>	6		1	3P-7019	2	SELLO METALICO
<input type="checkbox"/>	7		1	3K-1432	2	ANILLO DE SELLO METALICO
<input type="checkbox"/>	8		YM	1 9W-0517	1	PORTAPLANETARIO
YM			1	281-1686	1	CARRIER-YM
<input type="checkbox"/>	9		1	8P-8950	2	ANILLO DE SELLO METALICO
<input type="checkbox"/>	10		1	7G-9224	1	ANILLO DE SELLO
<input type="checkbox"/>	11		1.2	6P-7773	4	ANILLO DE SELLO

Figura 31 Se utilizó el CATSIS para poder desmontar y cambiar los repuestos de empaques y sellos:

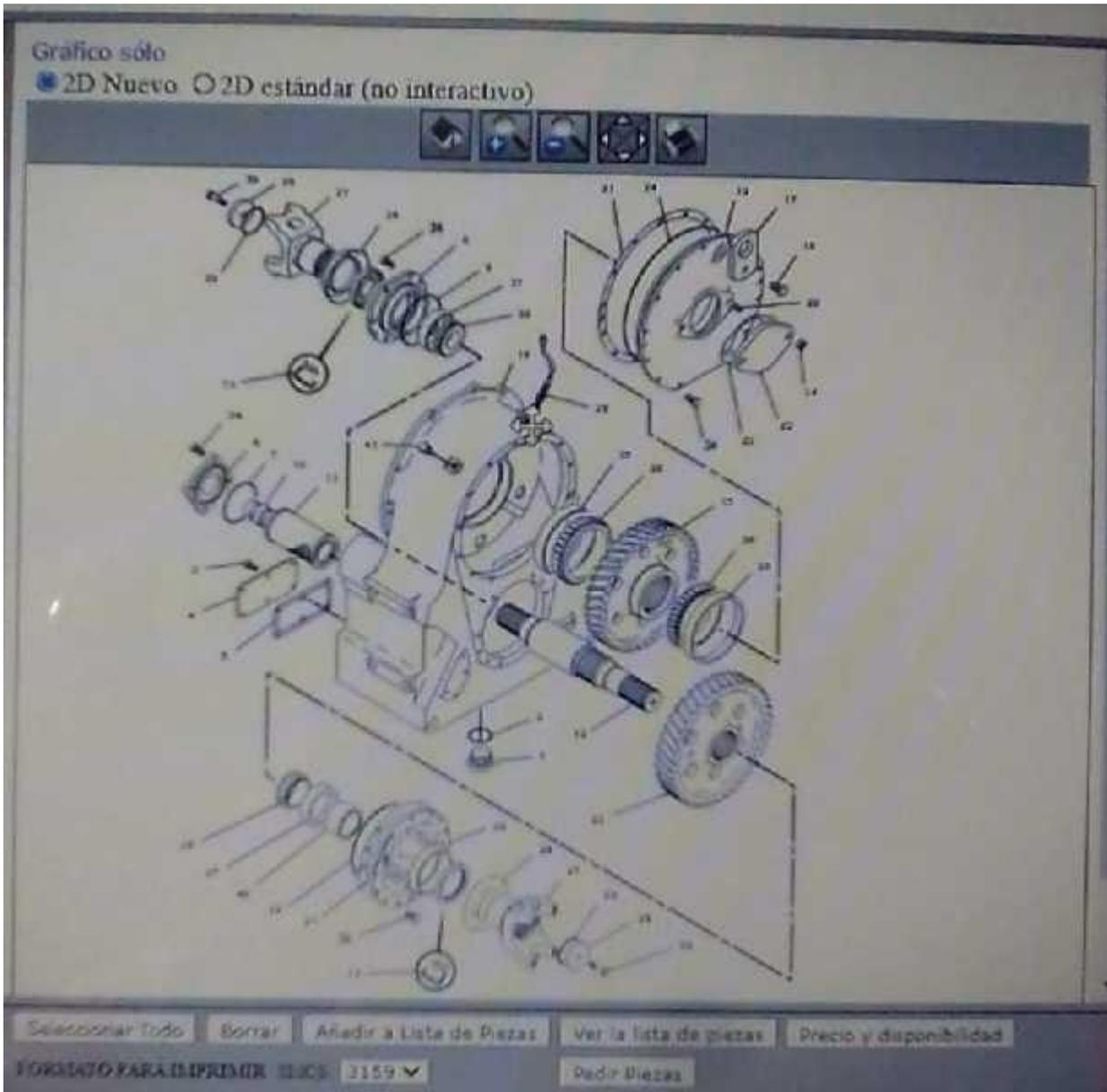


Figura 32 CAD SIS



Figura 33 DESMONTAJE DE CAJA CILINDRICA



Figura 34 APERTURA DEL PRIMER CAMBIO



Figura 35 APERTURA DEL CAMBIO 2

NOTA: Como podemos observar en estas imágenes referentes a todo el desmonte de la caja, se pudo visualizar el componente planetario dividido para las marchas, utilizando los datos del CAT SIS para realizar los cálculos matemáticos.

Tabla 9 RANGO DE VELOCIDADES

RANGO DE VELOCIDADES Y DIRECCIÓN	DE Y SOLENOIDES ENERGIZADOS	EMBRAGUES QUE ESTÁN COMPROMETIDOS
Avance de cuarta velocidad	3 y 2	3 y 2
Avance de tercera velocidad	4 y 2	4 y 2
Avance de segunda velocidad	5 y 2	5 y 2
Avance de primera velocidad	6 y 2	6 y 2
Neutral	3	3
Primera velocidad de retroceso	6 y 1	6 y 1
Segunda velocidad de retroceso	5 y 1	5 y 1
Tercera velocidad de retroceso	4 y 1	4 y 1
Cuarta velocidad de retroceso	3 y 1	3 y 1

- b) Se procederá a utilizar las fórmulas para poder hallar los cálculos que se requieren.

CALCULO DE LA CAJA DE CAMBIOS POWERSHIFT (COMPONENTES):

- Con este tipo de cálculo pretendemos obtener las relaciones de transmisión, relación de diferencial, velocidad de cada rueda, y velocidad del cargador frontal, para complementar el análisis de la caja y determinar la eficiencia de todos los componentes que son partícipes de la transmisión, parte mecánica como parte eléctrica.
- Empezaremos calculando la relación de transmisión del diferencial, las fórmulas utilizadas han sido del manual cálculos mecánicos automotriz

$$r_d = \frac{n}{r_s \times n_r}$$

- Donde partiendo de las revoluciones del motor a potencia máxima y conociendo la relación de diferencial se puede obtener la relación de transmisión de cada una de las marchas

$$n_r = \frac{V * 2}{\pi * \emptyset_r}$$

- Las revoluciones de cada marcha pueden ser obtenidas conociendo el diámetro de la rueda y la velocidad máxima alcanzada.

Rd = Relación del Diferencial

Nmaxpot = Revoluciones Máximas a Potencia Máxima (2600rpm)

Nr = Revoluciones del Diferencial

Rs = Relación en 4 (0,662)

Vmax = Velocidad Máxima (en avance 39,3 km/h) (en retroceso 43 km/h)

∅ rueda = Diámetro de la Rueda (3,18m)

PASO 1:

$$n_r = \frac{V * 2}{\pi * \phi_r}$$

V máxima hacia adelante: 39.3 Km/h / π : 3.1415 / ϕ_r

: 3,18 m

V máxima de retroceso: 43 Km/h

V máxima total: 82.3 Km/h

$$n_r = \frac{2.8 \text{ m/s}^2}{3.1 * 3.1 \text{ m}}$$

$$n_r = \frac{5.3 \text{ s}}{9.9} =$$

59.55 s

PASO 2:

$$r_d = \frac{n}{T_{sx} n_r}$$

$$r_d = \frac{2 R_i}{0,6 \text{ s} * 5 \cdot 5 \text{ s}}$$

$$r_d = \frac{27227 \text{ r} / 3942 \text{ s}}{\text{s}}$$

$$r_d = 6,9$$

- Una vez que se tienen todas las relaciones de transmisión y la relación del diferencial, se procede a calcular las velocidades de cada rueda y la velocidad máxima del coche por cada marcha.

PROCESO:

Velocidad Máxima:

$$i = \frac{w}{w}$$

I: velocidad máxima

Ws: velocidad de salida

We: velocidad de entrada

$$i = \frac{43k / h}{393k / h}$$

$$i = 1094$$

Tabla 10 RELACION DE TRANSMISION

RELACIONES DE TRANSMISIÓN	NRO DE DIENTES
EJE DELANTERO	
lc: 1.094	
lc1: 4.280	Z1:20 Z2:26
lc2: 2.372	Z3:20 Z4:24
lc3: 1.236	Z5:20 Z6:20
lc4: 0.662	Z7:26 Z8:26
EJE TRASERO	ZT: 32 ZM:38
lc1: 5.350	Z1:20 Z2:26
lc2: 2.965	Z3:20 Z4:24
lc3: 1.544	Z5:20 Z6:20
lc4: 0.827	Z7:26 Z8:26

- Tabla de engranajes para cada marcha hacia adelante y retroceso, utilizando los datos del fabricante para sacar el total de transmisión por ejes, multiplicando la transmisión por los diferenciales y planetario para cada posición.

Tabla 11 ENGRANAJES

ENGRANAJES	EJES DELANTEROS				EJES TRACEROS			
	TRANSMISIÓN	DIFERENCIAL	PLANETARIO	TOTAL	TRANSMISIÓN	DIFERENCIAL	PLANETARIO	TOTAL
ENGRANAJES 1RA	4,280	2,385	6,000	61,238	5,350	2,845	6,000	91,362
ENGRANAJES 2DA	2,372			33,939	2,965			50,633
ENGRANAJES 3RA	1,236			17,685	1,544			26,367
ENGRANAJES 4TA	0,662			9,472	0,827			14,123

Cálculo de transmisiones en caja de velocidades Mecánico:

Nm: Número de revoluciones del motor (1 /mim)

Np: Número de revoluciones del árbol principal (1/min)

IcajI,II,III,IV,R: Relaciones de transmisión de las distintas marchas incluida la marcha de atrás

Z1,Z2,Z3: Números de dientes de las distintas ruedas de cambio.

Zrp: Rueda de marcha atrás en el árbol principal

Zri: Rueda de marcha atrás en el árbol intermedio

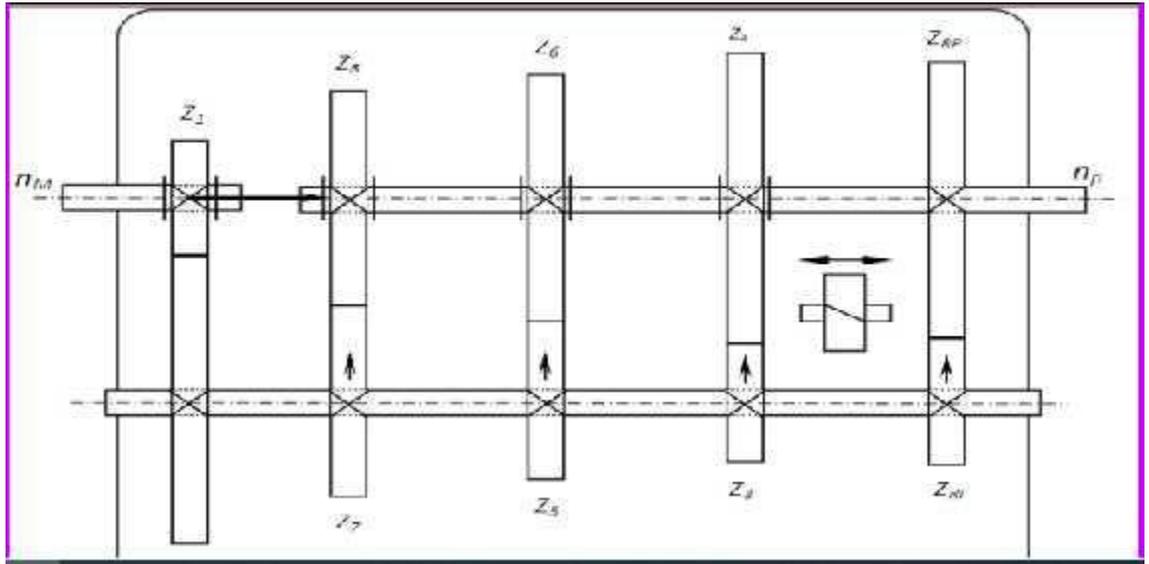


Figura 36 TRANSMISION POR REVOLUCIONES

Calculo de la relación de transmisión por las revoluciones:

Icaja: revoluciones del motor / revoluciones del arbol principal

Icaja: n_m / n_p

Icaja: 2600/ 1300

I Caja: 2

Cálculo de la relación de transmisión por los números de dientes

I caja - 1 marcha: $Z_2 * Z_4 / Z_1 * Z_3 = 26 * 24 / 20 * 20 = 480 / 400 = 1.2$

I caja - 2 marcha: $Z_2 * Z_6 / Z_1 * Z_5 = 26 * 20 / 20 * 20 = 520 / 400 = 1.3$

I caja - 3 marcha: $Z_2 * Z_8 / Z_1 * Z_7 = 26 * 26 / 20 * 26 = 676 / 520 = 1.3$

I caja - 4 marcha: $1 / 1 = 1$

I caja de retroceso: $Z_2 * Z_M / Z_1 * Z_T = 26 * 38 / 20 * 32 = 988 / 640 = 1.54$

I caja total: $1.2 + 1.3 + 1.3 + 1 + 1.54 = 6.34$

Velocidad del cargador frontal 950

$$V = \frac{p \epsilon}{r} \cdot \frac{n}{\text{ó } n d t_1} \cdot \frac{* N d r}{\text{ó } n t_2} \cdot \frac{d m}{* 1000 * 60} \cdot 36$$

$$V : \frac{2753 * 2600 * 36}{6000 * 1000 * 60}$$

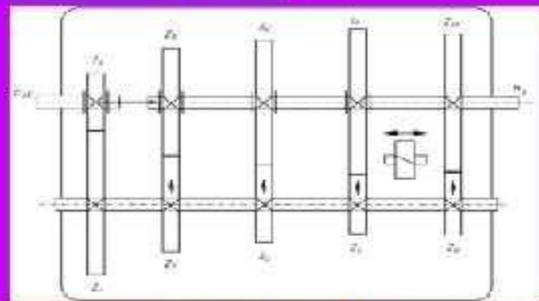
$$V : \frac{25780080}{3600000}$$

$$V : 72\text{km/h}$$

• CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE TRANSMISIÓN POR LAS REVOLUCIONES

$$i_{CAJA} = \frac{\text{Revoluciones del Motor}}{\text{Revoluciones del árbol principal}}$$

$$i_{CAJA} = \frac{n_M}{n_P}$$



• CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE TRANSMISIÓN POR LOS NÚMEROS DE DIENTES

$$i_{Caja. I. marcha} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3}$$

$$i_{Caja. III. marcha} = \frac{z_2 \cdot z_8}{z_1 \cdot z_7}$$

$$i_{Caja. II. marcha} = \frac{z_2 \cdot z_6}{z_1 \cdot z_5}$$

$$i_{Caja. IV. marcha} = \frac{1}{1}$$

$$i_{Caja. Marcha atras} = \frac{z_2 \cdot z_{RP}}{z_1 \cdot z_{RI}}$$

Observación

- En directa (Tercera o cuarta) el valor de la relación de transmisión es casi siempre de 1:1 (por eso se llama "directa"); a veces de 0,8 a 0,9:1.
- La rueda intermedia en la marcha atrás no modifica la relación de transmisión sino el sentido de giro.

Figura 37 CALCULOS DE RELACION DE TRANSMISION



Figura 38 RELACION DE TRANSMISION TOTAL DE FLUJO

Quinto resultado (objetivo G). -

- Tablas de consumo de combustible.
- Porcentaje de consumo de combustible.
- Porcentaje de ahorro de combustible de la 950 F.
- Tabla de consumo de combustible de LA0950 B.
- Tabla comparativa de ambos cargadores frontales para comprobar parte de la eficiencia que emite la caja power shift con sus componentes a la máquina.

En la 950 B la potencia es baja porque tenía un motor de 4 cilindros inyección directa, y la 950 f tiene un motor de 6 cilindros con 155 caballos, al ser mayor las cilindradas del motor debería ser mayor consumo de combustible, pero por tener parte electrónicas permite el ahorro de combustible y tener eficiencia mayor con consumo menor a una maquina convencional.

La 950 b gasta 9 galones hora, de 4,2 a 4.5, la h te consume de 5 a. 5,5 el consumo, es más, pero entregas más potencia, es más rápida y más versátil. La diferencia entre una 950 f con 950 h, que son sistemas electrónicos, pero más potencializada la 950 h permite consumir un poco más de combustible, pero emite mejor eficiencia y es un 25 % de rendimiento y eso en costos es dinero asegurado tanto para la empresa que alquila la maquina como el dueño de ella.

**RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE CON EL SISTEMA
POWERSHIFT -**

CONTROLADO POR MODULO DE CONTROL ELECTRONICO

Tabla 12 RENDIMIENTO DE COMBUSTIBLE

MODELO: CARGADOR FRONTAL 950 F	HP	NIVEL DEL TAQUE DE COMBUSTIBLE	TRABAJO DIARIO	COSTO POR GALON
	155	65 GALONES	10 HORAS	10.20
TIPOS DE TRABAJO - PARA HALLAR EL CONSUMO POR NIVELES DE TRABAJO				
	CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR HORA		COSTO POR HORA DE COMBUSTIBLE	
TRABAJO A	3,5 / 4,0		S/.35.7 / S/.40.8	
TRABAJO B	5,0 / 5,8		S/. 51 / S/.59.16	
TRABAJO C	6,0/ ,6,8		S/.61.2 / S/.69.36	

ECM

Tabla 13 TRABAJOS HABILES DEL CARGADOR FRONTAL

CARGADOR FRONTAL 950 F	DIAS DEL MES LABORADOS	COSTO DEL MES DE COMBUSTIBLE
	24 DIAS HABILES / 6 DIAS A LA SEMANA	Cc = 240 horas * Ch
TRABAJO A	24 DIAS	S/.9,840
TRABAJO B	24 DIAS	S/.14,160
TRABAJO C	24 DIAS	S/.16,560

TRABAJO A: Carga normal, material liviano, trabajo exclusivo del cargador, montar y desmontar material.

TRABAJO B: Carga pesada, material pedroso, trabajo exigido para aplanar, empujar arrastrar.

TRABAJO C: Carga excesiva, material rocoso, trabajo para chancar, para cargar material que exceda el peso de la carga.

**CARGADOR FRONTAL 950 B CONVENCIONAL, MAQUINA MECANICA
HIDRAULICA**

Tabla 14 DIAS LABORABLES CARGADOR FRONTAL

CARGADOR FRONTAL 950 B	DIAS DEL MES LABORADOS	COSTO DEL MES DE COMBUSTIBLE
	24 DIAS HABILES / 6 DIAS A LA SEMANA	$Cc = (240 h * Ch$
TRABAJO A	24 DIAS	S/.13,219.2
TRABAJO B	24 DIAS	S/.14,640
TRABAJO C	24 DIAS	S/.16,891.2

MODELO: CARGADOR FRONTAL 950 B	HP	NIVEL DEL TAQUE DE COMBUSTIBLE	TRABAJO DIARIO	COSTO POR GALON
	135	65 GALONES	10 HORAS	10.20

TIPOS DE TRABAJO - PARA HALLAR EL CONSUMO POR NIVELES DE TRABAJO

	CONSUMO DE COMBUSTIBLE POR HORA	COSTO POR HORA DE COMBUSTIBLE
TRABAJO A	5,4	S/. 55.08
TRABAJO B	6,0	S/. 61.2
TRABAJO C	6,9	S/.70.38

**TABLA COMPARATIVA DE AMBOS CARGADORES FRONTALES 950 B –
950 F**

Tabla 15 TABLA FINAL COMPARATIVA

MAQUINAS	CONSUMO DE GALONES POR DIA	CONSUMO POR MES DE GALONERAS	PORCENTAJE DE AHORRO DEL COSTO DE COMBUSTIBLE POR MES	PORCENTAJE DEL AHORRO DE COMBUSTIBLE POR MES
CARGADOR FRONTAL 950 F	CONSUME 45 GALONES AL DIA DE COMBUSTIBLE	10,800 GALON AL MES Y EN COSTO: S/. 9,840	Si S/.663 equivale a tanque lleno Y el costo del mes S/.9, 480. Se está ahorrando al mes S. / 315.	El % por cada 6 días laborados ahorra el 10 % de combustible en el tanque , entonces al mes 35 % de ahorro de combustible
CARGADOR FRONTAL 950 B	CONSUME 55 GALONES AL DIA DE COMBUSTIBLE	13,200GALONES AL MES EN COSTO: S/.13,219.2	SI S/.663 equivale a tanque lleno y el costo del mes es S/.13,219.2 No existe ahorro ya que debes de cumplir después de finalizar tu mitad de turno llenar tu tanque e igualmente al finalizar.	0 ahorro de combustible.

- Hallamos el porcentaje de consumo de combustible en un cargador frontal 950 F.
- 10 horas al día gasta 45 galones de combustible por trabajo blando, por lo tanto, en 5 horas gasta un promedio de 22.5 galón de combustible.
- Ahora si 65 galones aproximadamente ingresan en el tanque.
- El gasto total de combustible sería por trabajo blando 13 horas que equivale a un día 10 horas y al siguiente 3 horas más laborando.
- Por lo tanto, sacaremos la ecuación del porcentaje del consumo de combustible por uso total del tanque:

POR HORA:

$$\begin{array}{r} 65 \quad \text{-----} 100 \% \\ 45 \quad \text{-----} \% \end{array}$$

$$\% = \frac{(1 * 45)}{6}$$

PORCENTAJE DE CONSUMO= 6.9 % POR HORA

POR 10 HORAS QUE EQUIVALE EL DIA COMPLETO DE TRABAJO SERIA:

$$\begin{array}{r} 65 \quad \text{-----} 100 \% \\ 45 \quad \text{-----} \% \end{array}$$

$$\% = \frac{(1 * 4)}{6}$$

PORCENTAJE DE CONSUMO= 69.23 % POR UN DIA

POR 13 HORAS QUE EQUIVALE UN DIA LABORADO SON 10 HORAS Y AL DIA SIGUIENTE 3 HORAS MÁS LABORADAS:

$$65 \quad \text{-----} 100 \%$$

585. -----%

$$\% = \frac{(1 * 5 5)}{6}$$

PORCENTAJE DE CONSUMO= 90 % POR UN DIA Y TRES HORAS

El 10 % restante es perdido.

Esto quiere decir que a la semana equivalente a 6 días se debe de llenar de combustible cada dos días aproximado o por tres días seguidos al acabar el turno llenarlo.

Si son 24 días de trabajo cada día son 10 horas laboradas, y de los 6 días laborando se debe llenar 3 días a la semana tanque lleno finalizando el turno, entonces al mes son 8 veces llenar el tanque aproximado en el mes.

Para hallar el porcentaje total del mes de agosto del 2020 como ejemplo:

* 1 HORA = 4.5 galones consume.

* 10 HORAS= 45 galones (1 día laborado) consume.

* 60 HORAS= 2,700(6 días laborados) (45* 6 días) consume.

* 240 HORAS = 1,080(4 semanas) (270* 24 días) consume.

EL PORCENTAJE DE ALMACENAR COMBUSTIBLE Y SOLO UTILIZAR LO SUFICIENTE:

El ECM, sistema electrónico del 100 % de combustible está adaptado a utilizar solo 60% de combustible sin perdidas, ya que al remplazar diversas piezas mecánicas por electrónicas el control del pase del combustible va estar operado por rangos que están guardados en el almacén de la memoria, codificados para cada movimiento, presión, voltaje, etc. la cantidad exacta y es por ello que exige el combustible necesario para cada trabajo.

AHORRO DE COMBUSTIBLE:

240 H 60 %

60 H -----%

Por semana es el 15 %

PARA COMPROBARLO POR ECUACIÓN:

- Si por 13 horas que equivale a un día y 3 horas de trabajo utiliza el 90 % de combustible, restaría el 10 % restante.
- Si a la semana se debe de llenar el tanque por tres días consecutivos los otros tres días se laboran con tanque lleno son 30 % de ahorro por cada semana.
- Esto quiere decir que la siguiente semana se debería llenar el tanque al 30 % faltante que equivale solo un día y media por lo tanto si el mismo procedimiento se realiza por dos semanas más quedan libre 4 días aproximadamente hábiles de ahorro de combustible, si cada 3 días se debe de llenar eso quiere decir que ahorrado un 35 a 40 % de combustible.

HALLAMOS EL PORCENTAJE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE PARA EL CARGADOR FRONTAL 950 B:

POR UNA HORA:

65 ----- 100 %

54 ----- %

$$\% = \frac{(1 * 55)}{6}$$

PORCENTAJE DE CONSUMO= 8.46 % POR DIA

POR 10 HORAS QUE EQUIVALE A 1DIA:

65 ----- 100 %

54 ----- %

$$\% = \frac{(1 * 5)}{6}$$

PORCENTAJE DE CONSUMO= 83,07 % POR DIA

POR 13 HORAS QUE EQUIVALE A UN DIA ELABORADO Y 3 HORAS DEL SIGUIENTE DIA:

65 ----- 100%

86 ----- %

$$\% = \frac{(1 * 86)}{6}$$

PORCENTAJE DE CONSUMO= 100% POR DIA.

- Esto quiere decir que una maquina convencional, con menos cilindradas con menores caballos consume todo el combustible sin ahorrar, descartando perdidas por fuga. donde el trabajo que realizaban era menor a una maquina moderna cumpliendo las mismas horas de trabajo.
- Llegando a la conclusión:

Si hablamos de potencia la 950 B con 135 o 140 caballos, vale decir que cargaba en una hora puedes mover 6 volquetes es 100 metros cúbicos en cargo. La potencia es baja porque el motor trae 4 cilindros, inyección directa y control de válvula por palancas hidráulicas.

Pero con el sistema powershift de la 950 F con sistema electrónico para la caja puedes mover 8 volquetes en 100 metros cúbicos en cargo, motor de 6 cilindros con 155 caballos que esto requiere más consumo en las ecuaciones se demuestra, pero al tener servicio electrónico controlador de combustible te permite ahorrar y no tener pérdidas, es por ello que por más potencia exija esta máquina el sistema electrónico ecm controla lo necesario para activar o desactivar la función.

HALLAMOS EL COSTO POR 10 HORAS DE TRABAJO QUE
EQUIVALE UN DIA LABORANDO PARA EL CARGADOR FRONTAL
950F

$10 \text{ h} * 4.5 \text{ G} * 10.20 \text{ G} = \text{COSTO POR DIA LABORANDO EN}$
COMBUSTIBLE

S/.459 = COSTO POR DIA LABORANDO EN COMBUSTIBLE

HALLAMOS EL COSTO POR HORAS DE TRABAJO QUE EQUIVALE
UN DIA LABORANDO PARA EL CARGADOR FRONTAL 950 B.

$10\text{h} * 5.5 \text{ G} * 10.20 \text{ G} * = \text{COSTO POR DIA LABORANDO EN}$
COMBUSTIBLE

S/.561 = COSTO POR DIA LABORANDO EN COMBUSTIBLE.

V. CONCLUSIONES. -

Una vez finalizado el desarrollo del proyecto según el análisis planteado se puede concluir lo siguiente:

- a) Se ha logrado cumplir el objetivo trazado, en evaluar el sistema powershift de la caja automática para medir su grado de eficiencia y conocer la labor que cumple cada componente mecánico y electrónico, comandado por el módulo de control ECM, conociendo su funcionamiento y partes, esto permite en ampliar los conocimientos de evaluación para estos tipos de máquinas modernizadas, para saber identificar alguna falla cuando lo requiera en el sistema de CAJA POWERSHIFT aplicando técnicas inmediatas de solución, teniendo criterio de evaluación, reconociendo para qué sirve el sistema y cómo solucionar ante una falla para el CARGADOR FRONTAL 950 –F CAT.
- b) Se evaluó técnicamente la Caja PowerShift del Cargador Frontal 950 F, realizando simulacros de presiones, evaluando el sistema electrónico y los componentes mecánicos internos de la caja como el control de válvulas. Dándole seguimiento a la máquina durante su labor dentro de la empresa

STEM. Este proceso de evaluación nos permitió lograr tener datos que identifiquen los rangos de presiones en alta y baja, tomando tablas que permitiera identificar cual es la mínima presión que debe ingresar para activar la marcha y la máxima para su ejecución. Esto nos llevó con la primera parte del objetivo principal cuanto eficiente era este sistema de electroválvulas adaptadas a la caja para identificar el porcentaje exacto de aceite para emitir una presión para cada marcha y en conjunta para dar como resultado, potencia, velocidad y fuerza.

- c) Se logró obtener la formula general para identificar por cálculos matemáticos las presiones que emite cada marcha para cada componente dentro de la caja POWERSHIFT, utilizando el PROGRAMA MATLAB. Este proceso nos llevó a obtener cuanto es la presión necesaria para activar cada marcha ya que el sistema de la caja POWERSHIFT es planetario, esto quiere decir que es de un solo componente y la presión que ingresa es la misma que debería salir por evaluación técnica, entonces brindamos con este cálculo identificar presiones exactas para cada componente como de entrada y salida de la caja y así tener resultados más exactos. Esto nos llevó también a entender el diseño de la caja y brindar recomendaciones al evaluar estos sistemas electrónicos.

Hallar los cálculos matemáticos de las presiones de aceite para cada una de las marchas de la caja de cambios powershitf.

Se determinaron los cálculos matemáticos con respecto a las presiones en cada marcha los cuales se obtuvo la dimensión del paquete que se seleccionara identificando la marcha en la que se encuentra el cargador frontal, se realizó el cuadro resumen de las marchas y las dimensiones de los paquetes de selección para el trabajo normal de la maquinaria.

Marcha	-100%	100%
1	2,13493639	2,16014828
2	2,11057142	2,15163978
3	2,09478404	2,13492011
4	2,0947943	2,13493639
Reversa	2,13493639	2,16014828

Presiones	Selección	
220 PSI	2,25096391	-
200 PSI	2,27058667	-

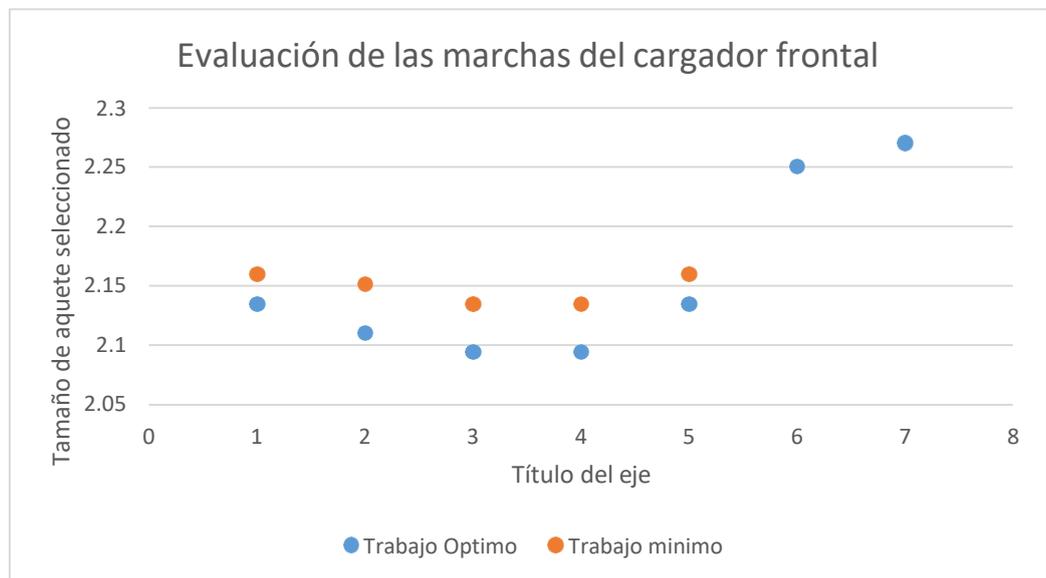


Figura 39 . Evaluación de las marchas del cargador frontal.

En la figura N°6 se muestra que tan precisa es la caja para poder saber la selección en la marcha que se encuentra y se evalúan presiones en donde la maquina no se accionara debido que selecciona un empaque de engranajes que no están presentes en la caja.

- d) Se utilizó otra caja POWERSHIFT DEL MISMO MODELO DE CARGADOR FRONTAL 950 F que se encontraba dentro de la empresa STEM, que estaba en reparación, para identificar los componentes internos, sus dimensiones y función que cumple ,como también realizar el correcto mantenimiento o reparación para este tipo de caja cuando lo requiera , este proceso se utilizó específicamente para complementar mi estudio sabiendo que la evolución del análisis de la caja POWERSHIFT del Cargador Frontal 950 F era externa por que el sistema está en óptimas condiciones, solo se identificaría las presiones y eficiencia por marcha y en conjunta . Esta evaluación nos permitió tener datos que identificara por cálculos matemáticos la relación de transmisión, identificar la relación de números de dientes de cada marcha, la velocidad del cargador frontal, para complementar este análisis de caja. Y tener resultados mecánicos como eléctricos.

- e) Se utilizó el Programa MATLAB, para calcular el voltaje que necesita y emite cada electroválvula para dar pase a la presión de aceite para activar cada marcha de cambio en la caja powershift.

- f) Se obtuvo como resultado el consumo de combustible que se necesita para cada nivel de trabajo, como también una tabla comparativa entre una maquina convencional con una moderna del mismo rango para tener resultados de eficiencia, combustible y horas hombre máquina.

VI. RECOMENDACIONES. -

- a) Se recomienda hacer un análisis de eficiencia al motor y a los componentes hidráulicos para poder tener el estudio completo de la maquina Cargador Frontal 950 F CAT y así tener un seguimiento completo de labor como de su comportamiento por niveles de trabajo.
- b) Se recomienda utilizar la formulas obtenidas para el programa MATLAB como herramientas para diseñar un software que se dedique calcular en tiempo real mediciones de diferentes presiones para cajas POWERSHIFT como motores o componentes que lo requieran. Y así sea de mayor facilidad obtener datos exactos.
- c) Se diseñó un módulo eléctrico (CAJA INDICADOR DE MARCHAS) que consiste en ser un indicador de las combinaciones que se requiere para cada marcha, entonces se recomienda utilizarlo como fuente para diseñar una caja más dosificada eh implementarle más opciones para facilitar una mejora evaluación cuando lo requiera la máquina.
- d) Se recomienda que cada vez que se realice una evaluación para cualquier tipo de máquina , específicamente para cajas POWERSHIFT , antes de decir bajar la caja por perdida de presión o mantenimiento, se recomienda analizar el sistema electrónico , como también el sistema hidráulico ya que todo está conectado a la Pc ECM , y como sabemos este sistema computarizado solo es un indicador de código de falla , esto quiere decir que a veces por un simple sensor o presión retenida puede alertarte falla ,cuando no lo es , esta recomendación es para aquellos que no conocen el sistema ECM, ya se ha dado casos que se ha retirado la caja y se ha perdido tiempo en buscar la falla cuando era un simple sensor u otro componente que no necesitaba desmontar, es por ello que este estudio ayuda a tener criterio de evaluación para dicho sistemas.

VII. BIBLIOGRAFIA. -

- Álvarez Barrigas, Luis Patricio. (2019). Elaboración de un manual de mantenimiento para el montacargas HELI H3 serie 1-3.5 Toneladas de capacidad. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Guayaquil. 148p
- Aduato Arana, Luis Gabriel. (2016). Propuesta de plan de mantenimiento preventivo para el cargador frontal New Holland en la municipalidad de Huancán (Tesis de pregrado). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, Perú.
- Altamirano Novillo, Luis Gualberto. (2015). Reingeniería de una caja secuencial con mando neumático e implementación de medidores electrónicos y simulación de fallas para la Escuela de Ingeniería Automotriz. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Ecuador.
- Barros Barzallo, M., Pulla Salinas, J., Patiño Padilla, J. (2013). Diseño y construcción de un banco didáctico comprobador de convertidores de par. Universidad el Uzay, Ecuador.
- Bustamante Quillatupa, Maykol Brayam. (S.F.). Convertidores de Par y Divisores de Par. https://www.academia.edu/33132180/Lecci%C3%B3n_2_Convertidores_de_Par_y_Divisores_de_Par?email_work_card=title.
- Carhuamaca Révolo, Daniel Álvaro. (2018). Reducción de tiempos muertos en el mantenimiento de los cargadores frontales de la empresa Transa Huancayo 2017. Universidad Continental, Perú.
- Domínguez J. & Ferrer J. (2012). SISTEMA DE TRANSMISION Y FRENADO. Pag 420: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=IOLEAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=tesis+sobre+cajas+automaticas+-+powershift&ots=rRvUq5-Vz7&sig=P6YHq4i8cqZazWtxA1HOaDWnilA#v=onepage&q&f=false>
- Gonzáles Pérez, J., Pérez Gil, A., Robles López, O., Rodríguez Vega, A. (2016). Sistemas Automotrices Salvador Cruz del Camino Transmisiones. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato, México.
- Garrido M., Diezma B., Moya A., Valero C., Gil J. (2013). Manitou MLT 840-137 PS, una telescópica para especialistas en carga. Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Luna Santiago, Saray del Rosario. (2015). Transmisión Automática. Centro de Bachillerato Tecnológico, México.

- Mathwes, Jessica. (1997). Power Shift. <https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/fora76&div=11&id=&page=>. Page 50.
- Nova Luis (2016). Sistema de Transmisión en equipos pesados. <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2481-curso-sistema-transmision-partes-funcionamiento-mantenimiento>.
- Nova Luis (2017). Transmisión Power Shift Teoría de Funcionamiento. <https://www.maquinariaspesadas.org/blog/2755-manual-transmision-powershift-maquinaria-partes-funcionamiento>.
- Oña Gabriela, Paucar Byron, Castro Juan, Rocha Juan. (2014). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA UNIDAD DE CAMBIO DE FLUIDO PARA CAJAS AUTOMÁTICAS CON CONTROL ELECTRÓNICO. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Latacunga, Quijano y Ordoñez y Marqués de Maenza s/n, Latacunga – Ecuador.

VIII. ANEXOS. -

ANEXO N° 1

Cargador Frontal 950F – Evaluada



Figura 40 CARGADOR FRONTAL 950 7

ANEXO N° 2

<input type="checkbox"/>	12		7G-8136	1	EJE DE SALIDA
<input type="checkbox"/>	13		9X-7743	2	SELLO DE LABIO
<input type="checkbox"/>	14		1F-7958	2	TUERCA COMPLETA (1/2-13-THD)
<input type="checkbox"/>	15		8E-7565	1	ENGRANAJE DE TRANSFERENCIA (71-TEETH)
<input type="checkbox"/>	16		9U-9533	1	CONJUNTO DE CAJA
			1A-2223	1	ESPIGA
<input type="checkbox"/>	17		6T-7061	1	CANCAMO DE LEVANTAMIENTO
<input type="checkbox"/>	18		0S-1589	1	PERNO (3/8-11X1.75-IN)
<input type="checkbox"/>	19		7G-8184	1	CONJUNTO DE JALLA DE COJINETE
<input type="checkbox"/>	20		2D-8806	2	PRISIONERO DE TRABA (1/2-13X1.87-IN) CONJUNTO DE

Figura41 Cat – Sis Web. Partes De Los Componentes De La Caja Powershift Del Cargador Frontal 950 F

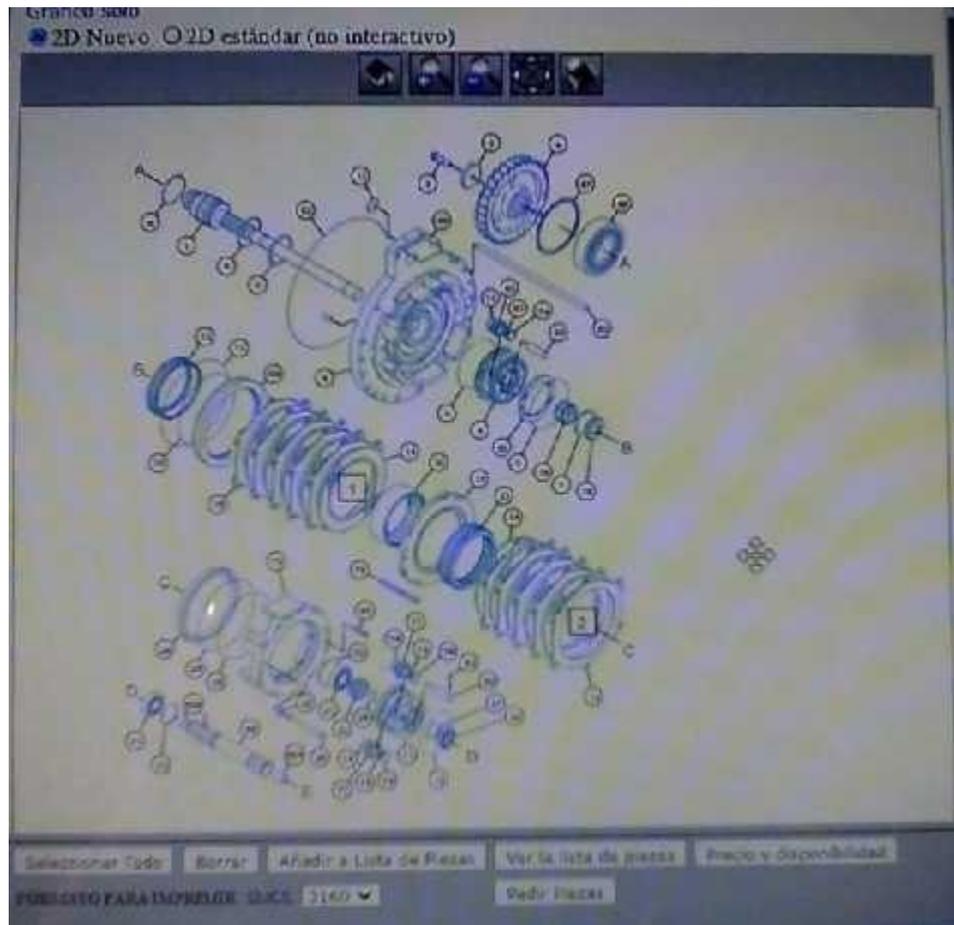


Figura 42 Cat – Sis Web. Partes De Los Componentes De La Caja Powershift Del Cargador Frontal 950 F

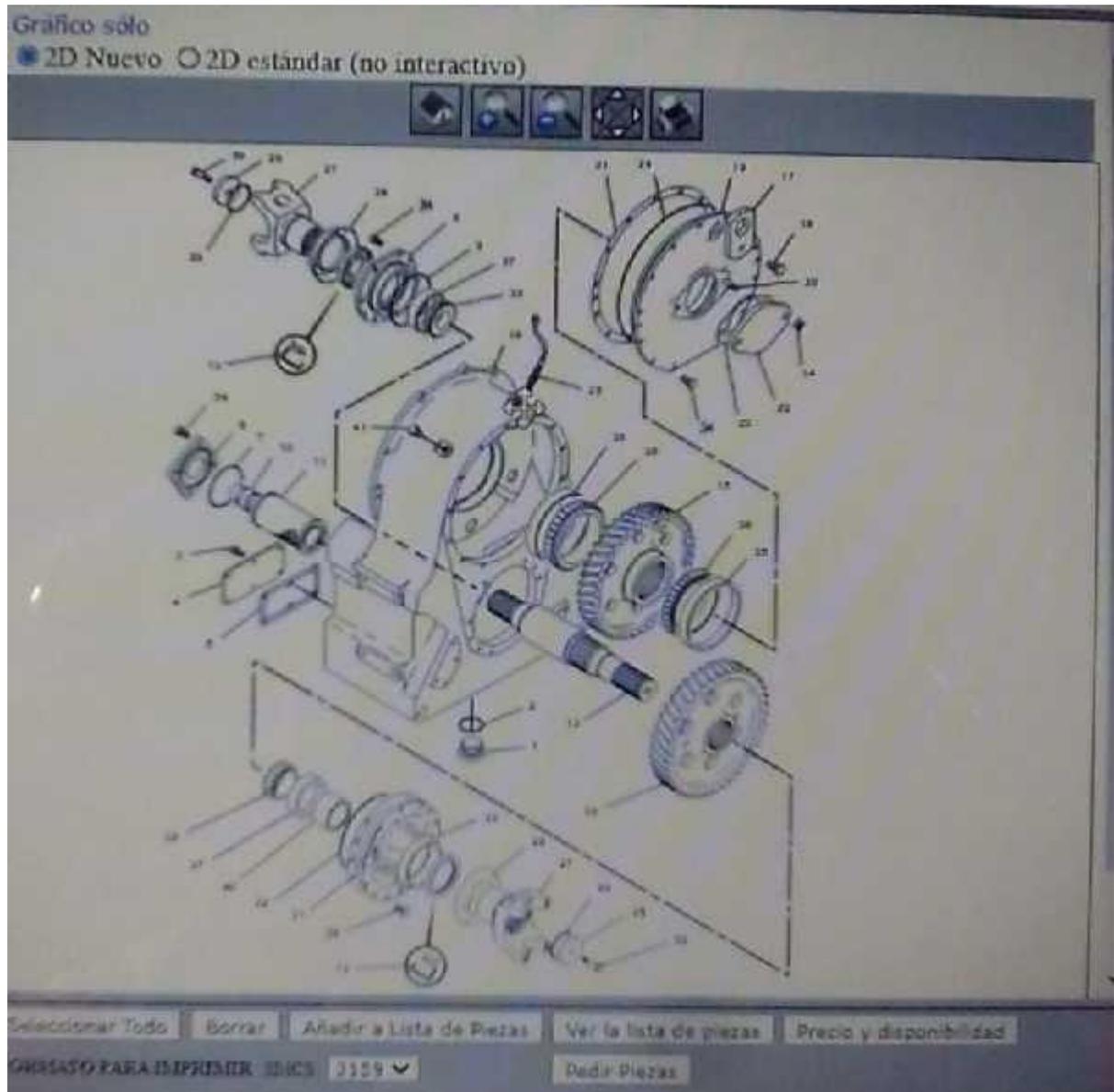


Figura 43 Cat – Sis Web. Partes De Los Componentes De La Caja Powershift Del Cargador Frontal 950 F

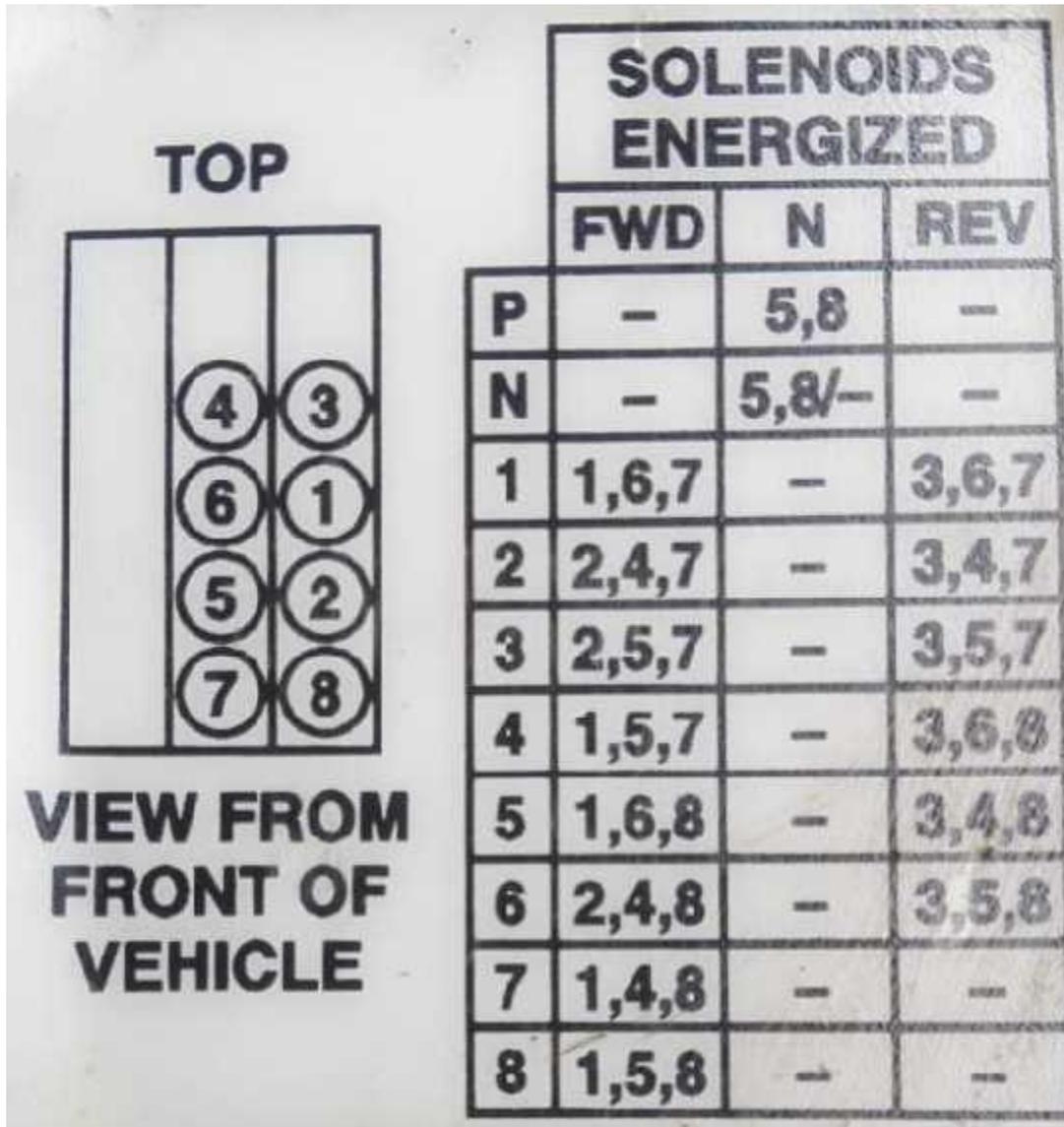


Figura 44 Imagen Del Tablero De Cambios Del Cargador Frontal 950 F- CAT



Figura 45 Imagen Del Proceso De Medición De Presión De La Caja Powershift



Figura 46 Proceso De Mantenimiento Correctivo A Los Componentes De La Caja



Figura 47 Proceso De Mantenimiento Correctivo A Los Componentes De La Caja Powershift

Cada programa con su resultado

marcha 1

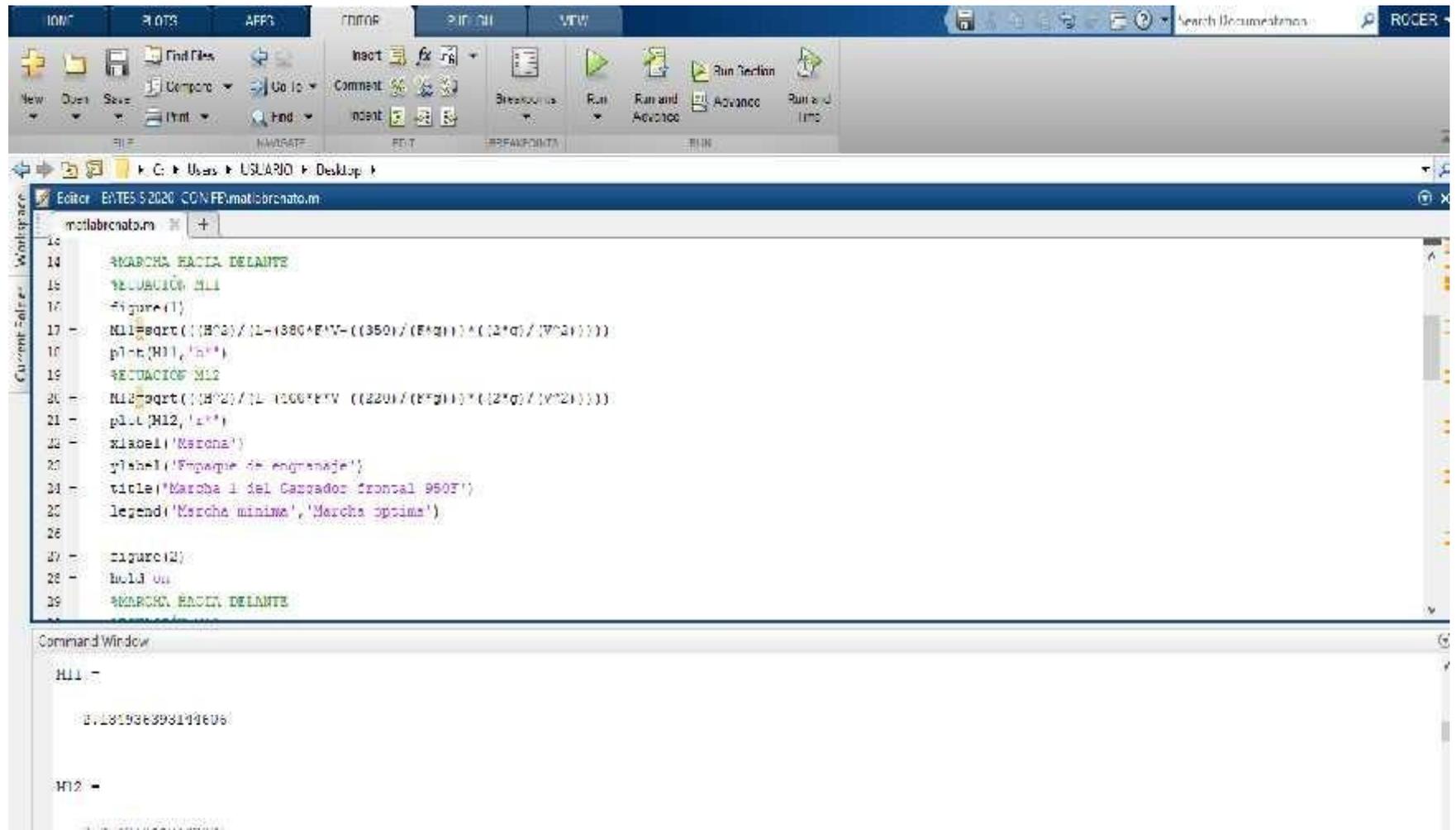


Figura 48 PROCESO DE MARCHA 1 MATLAB

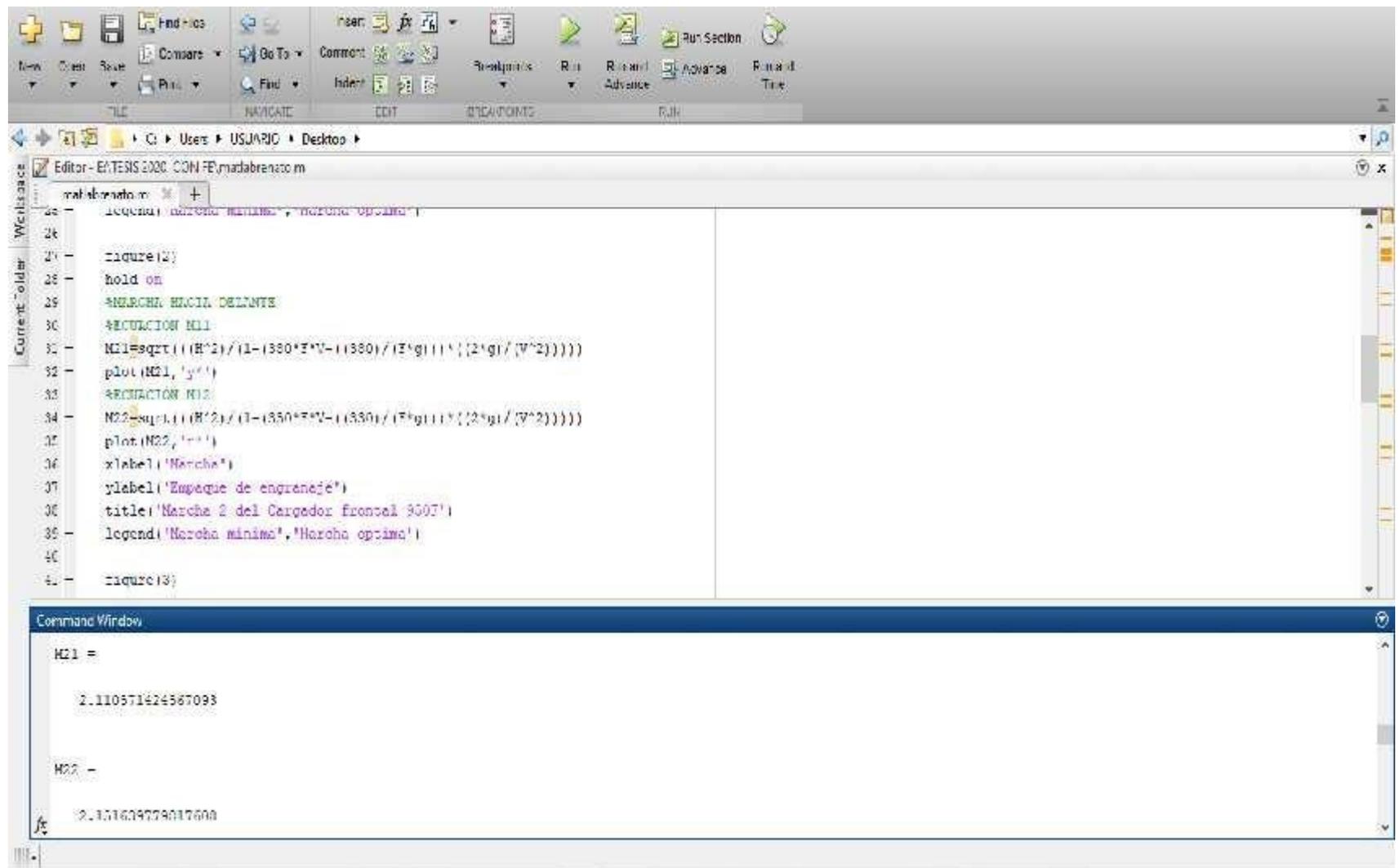


Figura 49 - SIMULACION DEL MATLAB MARCHA 2

```

39 - legend('Marcha mínima','Marcha óptima')
40
41 - figure(3)
42 - hold on
43 - $MARCHA HACIA DELANTE
44 - $SECURCIÓN N11
45 - N31=sqrt((R^2)/(1-(350*E*V-(100)/(E*g))^(2*g)/(V^2))))
46 - plot(N31,'v')
47 - $SECURCIÓN N12
48 - N32=sqrt((R^2)/(1-(350*E*V-(350)/(E*g))^(2*g)/(V^2))))
49 - plot(N32,'b')
50 - xlabel('Marcha')
51 - ylabel('Empaque de Engrenaje')
52 - title('Marcha 3 del Cargador Frontal 350')
53 - legend('Marcha mínima','Marcha óptima')
54
55 - end

```

Command Window

```

N31 =
    2.0945784040932995

N32 =
    2.134920108231450

```

Figura 50 SIMULACION MARCHA 4 MATLAB

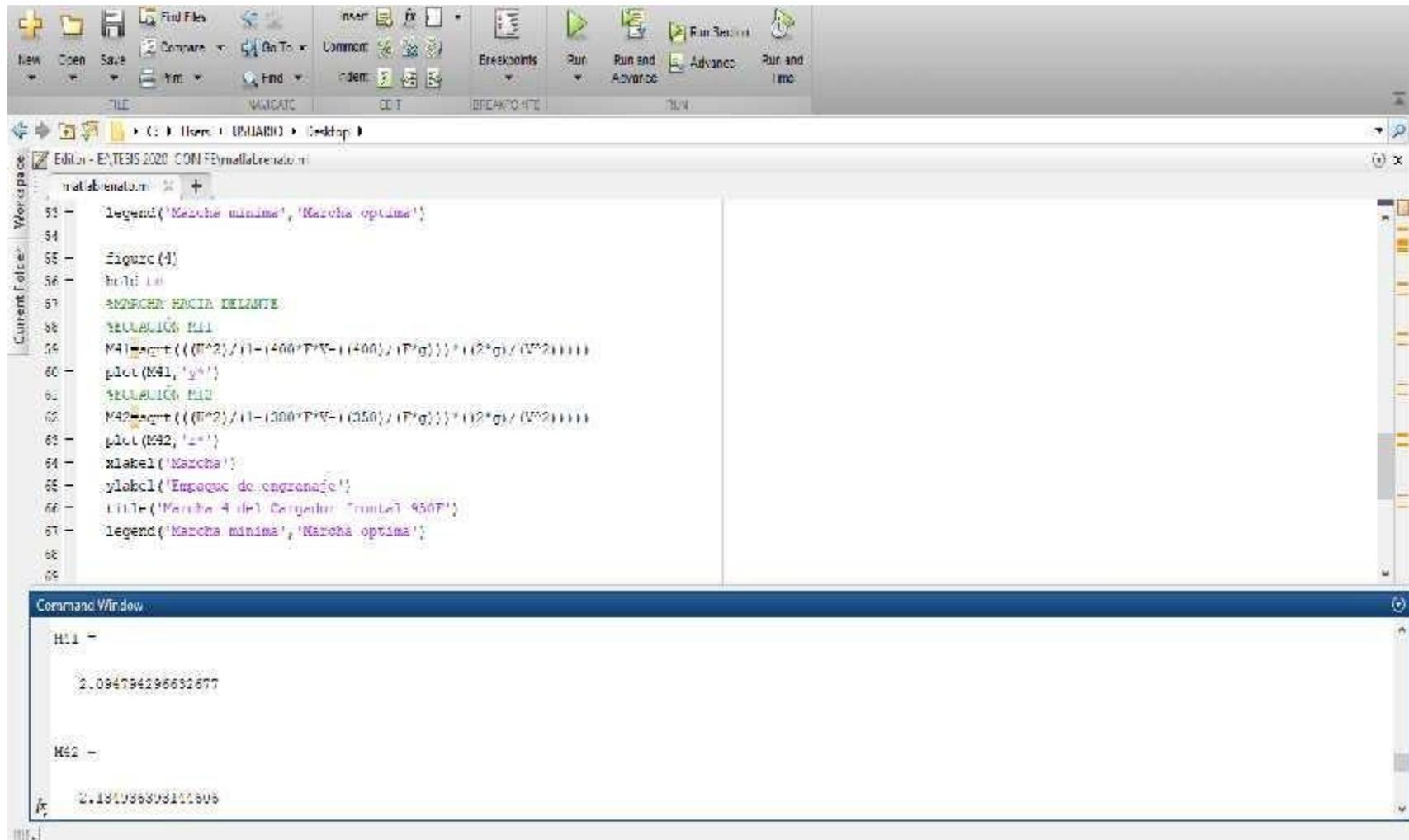


Figura 51 MARCHA 4 SIMULACION MATLAB

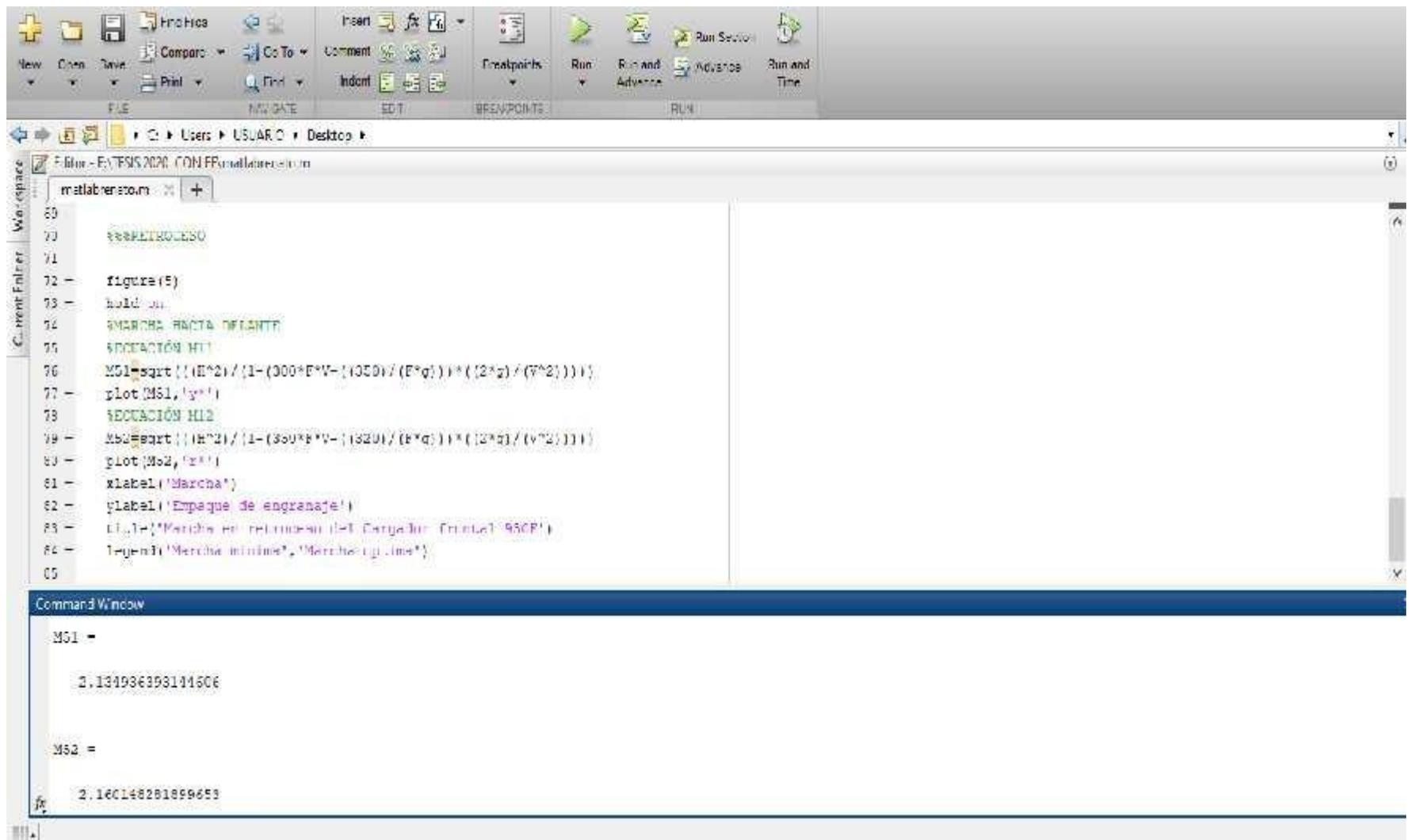


Figura 52 SIMULACION REVERSA MATLAB



Figura 53 SISTEMA ECM.