BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

IMPLEMENTACIÓN DE ROTADOR ELECTRO HIDRÁULICO EN CARRETILLA ELEVADORA CS20.

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

PRESENTA:

GERARDO ZÁRATE CASTAÑEDA

ASESOR:

M.C. VÍCTOR GALINDO LÓPEZ

PUEBLA, PUE. ENERO, 2016.

CARTA AUTORIZACIÓN

CARTA IMPRESIÓN

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por el don de la vida y guía de mi camino.

A Maribel por su motivación, paciencia y amor infinito, por apoyarme en todo momento para la realización de este proyecto.

A Gerardo y Santiago por ser la razón de mi vida.

A mis padres, por su ejemplo de trabajo, dedicación y sacrificio, por ser mi ejemplo a seguir.

A mi asesor M.C. Víctor Galindo por su disposición y ayuda brindada.

A Dani y a Tito.

ÍNDICE.

CONTENIDO ..... **Pag.**

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN. I

1.1- Introducción 2
1.2- Justificación 4
1.3- Objetivo General 5
1.4- Objetivos Específicos 5

CAPÍTULO II. GENERALIDADES. Vi

2.1- Antecedentes de la empresa 7
2.2- Descripción de la operación 8
2.3- Datos generales del proyecto. 13
2.4- Carretilla elevadora Clark CS20 13
2.5- Tabla de especificaciones técnicas 15
2.6- Sistema de rotación neumático 16
2.7- Motor de aire Gast. 17
2.8- Condiciones actuales a sistema de rotación 19
2.9- Análisis de causa raíz 23
2.10- Materiales propuestos a utilizar. 25

CAPÍTULO III. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO XXVI

3.1- Programa general de implementación 27
3.2- Planning de implementación 28
3.3- Desarrollo general del proyecto 29
3.4- Diagrama electro hidráulico 36

3.5- Refacciones sugeridas 39

CONCLUSIONES XLI

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS..... XLV

TABLAS Y GRÁFICAS.

TABLAS

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

Tab. 1 Especificaciones técnicas carretilla elevadora 15

Tab. 2 Formato de análisis de causa raíz 23

CAPÍTULO III. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Tab. 3 Refacciones sugeridas para stock 40

Tab. 4 Comparativo capacidad de carga remanente al término del proyecto 44

GRÁFICAS

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Fig. A Promedio de fallas mensuales por equipo 2

Fig. B Promedio de minutos de paro mensuales por equipo 3

Fig. C Top 5 de fallas en carretillas elevadoras 3

CAPÍTULO II. GENERALIDADES

Fig.1 Housing Central en Placa “L” 8

Fig.2 Armado partes internas de diferencial 9

Fig.3 Tapa de housing y yugo 10

Fig.4 Instalación de funda y flecha 10

Fig.5 Instalación de fundas, flechas y paquete de frenos 11

Fig.6 Carretillas en la línea de producción 12

Fig.7 Carretilla elevadora con dispositivo neumático de rotación 12

Fig.8 Dimensiones carretilla elevadora 14

Fig.9 Dimensiones carretilla elevadora 15

Fig.10 Motor aire tipo sinfín 17

Fig.11 Motor aire 6AM-22A-DB20 17

Fig.12 Tablas de rendimiento motor aire 6AM-22A-DB20 18

Fig.13 Carretilla elevadora con dispositivo de rotación neumático 6AM-22A-DB20 y placa “L” instalados carro de carga 19

Fig.14 Carretilla elevadora con dispositivo de rotación neumático 6AM-22A-DB20 y placa “L” instalados al carro de carga, mostrando inclinación hacia el frente. La base de este estudio proveer la solución a este problema y los relacionados 20

Fig.15 Desgaste y daño excesivo en el engrane de la salida de fuerza del motor de aire 21

Fig.16 Detalle de desgaste y daño excesivo en el engrane de la salida de fuerza del motor de aire 21

Fig.17 Fractura en flecha de salida de sistema de rotación 22

Fig.18 Detalle de fractura en flecha de salida de sistema de rotación 22

CAPÍTULO III. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

Fig. 19 Recepción de unidades 29

Fig. 20 Formato de revisión de equipo 29

Fig. 21 Equipo neumático original 30

Fig. 22 y 23 Montaje de rotador hidráulico 30

Fig. 24 Adaptación placa “L” 31

Fig. 25 Montaje de polea guía 31

Fig. 26 Montaje de válvula direccional 32

Fig. 27 Válvula desvío de flujo.....32

Fig. 28 Líneas hidráulicas flexibles.....32

Fig. 29 Líneas hidráulicas rígidas.....32

Fig. 30 Botón control de giro 33

Fig. 31 Switch límte control elevación 33

Fig. 32 Alimentación eléctrica y protección 33

Fig. 33 Pruebas de operación sistema hidráulico.....34

Fig. 34 y 35 Prueba botón control de giro 34

Fig. 36 y 37 Rotación de placa “L” montada en rotador hidráulico 34

Fig. 38 y 39 Prueba de rotación de placa “L” con giro de 360° 35

Fig. 40 Placa “L” en posición de 0°.....35

Fig. 41 Prueba a switch de levante 35

Fig. 42 Fin de pruebas a dispositivo hidráulico de rotación.....35

Fig. 43 Diagrama electro hidráulico general de patineta CS20 con aditamento Instalado.....37

Fig. 44 Detalle de conexión electro hidráulica de aditamento 38

CONCLUSIONES

Fig. 45 Promedio de fallas mensuales por equipo, antes de proyecto. 42

Fig. 46 Promedio de fallas mensuales por equipo, después de proyecto. 42

Fig. 47 Promedio de minutos de paro mensuales por equipo, antes de proyecto.....43

Fig. 48 Promedio de minutos de paro mensuales por equipo, después de proyecto.43

Fig. 49 Top 5 de fallas en carretillas elevadoras, antes de proyecto. 43

Fig. 50 Top 5 de fallas en carretillas elevadoras, después de proyecto. 43

Fig. 51 Dispositivos al inicio y fin del proyecto... 43

Fig. 52 Proyecto concluido, dispositivo electro hidraulico en carretilla 44

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN.

1.1 INTRODUCCIÓN.

A continuación se describe el proyecto realizado en la empresa del ramo agroindustrial: “Motores y Transmisiones DJ” la cual ha adoptado diversas estrategias para incrementar la calidad en sus procesos de manufactura. Hoy en día no se es competitivo si no se cumple con los conceptos de: calidad, producción adecuada, bajos costos, tiempos estándares, eficiencia, innovación, nuevos métodos de trabajo, tecnología y muchos otros conceptos que hacen que la productividad sea un punto de cuidado en los planes a largo y corto plazo.

Como parte de la filosofía de mejora continua, en Motores y Transmisiones DJ, se ha detectado un área de oportunidad en la línea de montaje de ejes traseros, al utilizar carretillas elevadoras eléctricas con un sistema rotativo neumático, donde constantemente se presentan fallas por fracturas en la flecha del motor de aire, engranes, rodamientos, Etc., provocando paros de línea constantes y afectando la producción de unidades vendibles.

En la gráfica inferior se muestra el promedio de paros mensuales por fallas relacionadas con el sistema de rotación neumático.

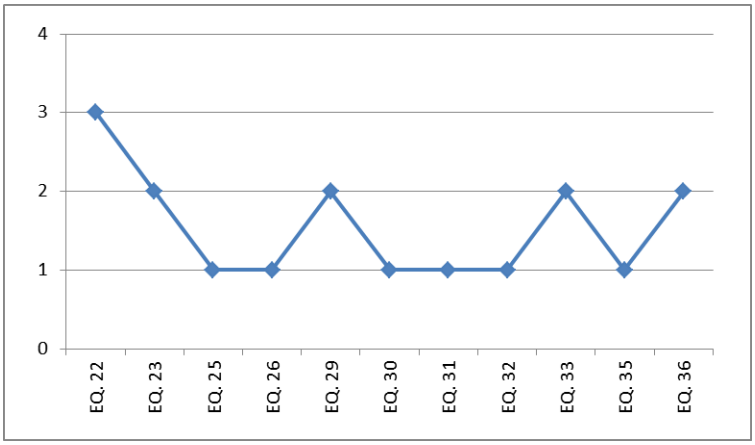


Fig. A. Promedio de fallas mensuales por equipo

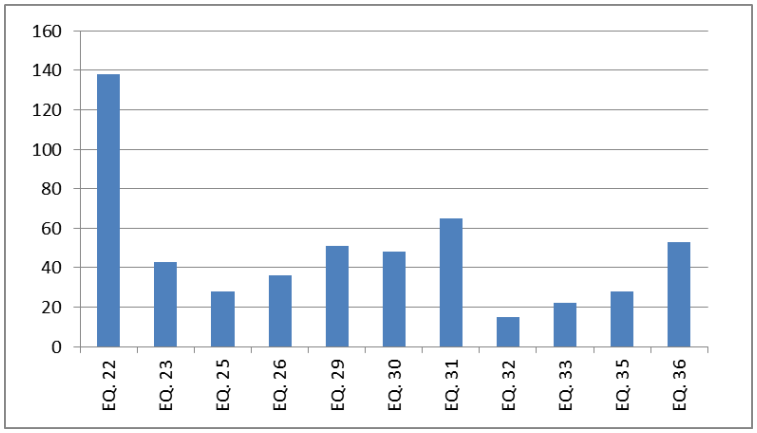


Fig. B. Promedio de minutos de paro mensuales por equipo

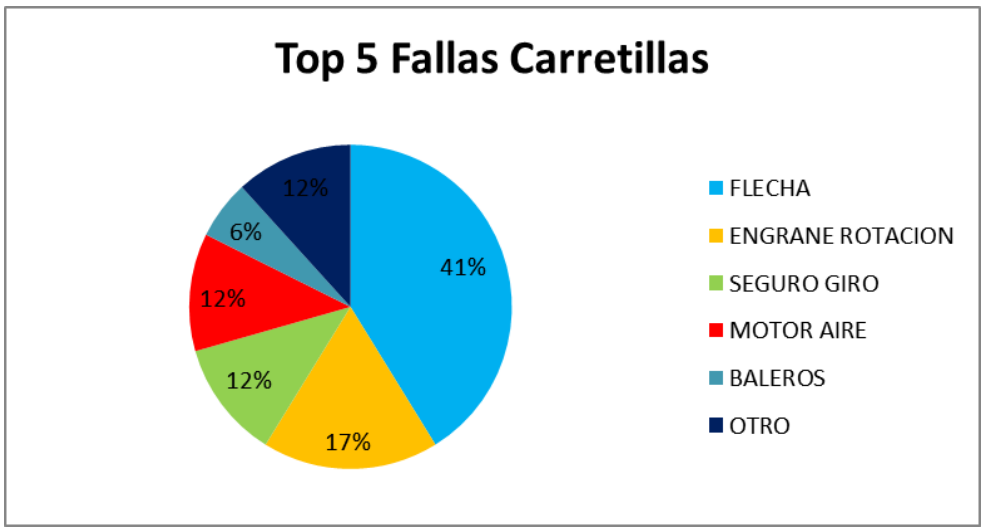


Fig. C. Top 5 de fallas en carretillas elevadoras.

Tiempo promedio acumulado por paro de línea mensual:	527		Min.
	8.78		Hrs.
Costo de paro de línea operativa por minuto:	$	78.70	USD
Costo promedio por paro de línea base mensual:	$	41,474.90	USD

En el presente proyecto se describen las actividades implementadas en el desarrollo y solución de este problema.

1.2 JUSTIFICACIÓN.

El presente proyecto contempla la aplicación de conocimientos teóricos adquiridos durante mi estancia en el Colegio de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, que, junto con la práctica y experiencia adquirida en campo laboral permiten la implementación y desarrollo de un sistema electro hidráulico en carretillas elevadoras, desde la identificación del problema, propuesta de solución y la instalación de los dispositivos correspondientes.

Se presentan soluciones de innovación que mejoran de manera sustancial los tiempos de producción, eliminando equipos fuera de servicio por fallas en el mecanismo de rotación, lo que conlleva a una operación más productiva, rentable y eficiente, mejorando el proceso de manufactura de ejes traseros en Motores y Transmisiones DJ en cuanto a tiempo y costos.

Para esta instalación se decidió utilizar elementos y refacciones eléctricas e hidráulicas del mercado nacional, para asegurar la adquisición de piezas de recambio por desgaste, además de que por la antigüedad de los equipos, no se podría utilizar piezas de equipo original por la dificultad de su adquisición y alto precio, lo que al final impactaría en tiempos de respuesta y costo en la adquisición de refacciones.

1.3 OBJETIVO GENERAL.

Eliminar por medio de un cambio de sistema rotativo, la falla por fatiga del sistema de rotación neumático de las carretillas elevadoras, y al mismo tiempo mantener la capacidad de carga en el equipo dentro de los parámetros de diseño.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Analizar condiciones actuales del sistema de rotación.
2. Identificación de parámetros para el cálculo de la capacidad de carga.
3. Describir propuesta de mejora.
4. Evaluar condiciones del sistema de rotación una vez implementado el proyecto de mejora.

CAPÍTULO II.

GENERALIDADES.

2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

Con varias décadas de experiencia en la industria de fabricación de equipos agrícolas, DJ es considerado como uno de los pioneros en la industria de la agricultura. Sin embargo, a veces se pasa por alto que DJ es también líder mundial en el sector de construcción, para la cual cuenta con una línea completa de maquinaria y repuestos, así como motores diesel fuera de carretera con potencias de 36 a 448 kW (49 a 600 cv).

DJ tiene amplia experiencia y conocimientos en motores fuera de la carretera durante más de 85 años. Desde 1949, han diseñado y fabricado más de 5 millones de motores diesel y establecido una red de más de 4.000 distribuidores a nivel mundial que ofrecen servicio y asistencia técnica para sus motores. Los motores y transmisiones DJ se manufacturan en diversas factorías de todo el mundo: Saran (Francia), Waterloo (EE.UU.), Torreón (México), Pune (India) y Rosario (Argentina). Los diseños DJ y su integración en aplicaciones fuera de carretera han alcanzado un liderazgo mundial. Los motores y transmisores DJ se distribuyen a más de 700 fabricantes OEM en todo el mundo para su empleo en maquinaria de construcción, marina, agrícola y forestal.

Localizada en el norte de la República Mexicana, la Planta de Motores y Transmisiones de DJ, está ubicada sobre la carretera Torreón – Mieleras, Km. 6.5, en la ciudad de Torreón, Coahuila, en la Comarca Lagunera. El complejo produce motores diesel para maquinaria agrícola y ejes de tracción para equipo de construcción, de exportación para el mercado sudamericano principalmente, con una producción anual mayor a 400,000 motores y 300,000 ejes de tracción.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN.

En el proceso de manufactura de los ejes de tracción para retroexcavadoras, las carretillas elevadoras CS20 son utilizadas en la línea de producción como parte medular en el sub ensamble del diferencial, fundas, flechas y frenos; para esto las carretillas tienen instalado un dispositivo de rotación neumático, acoplado a una transmisión de potencia, que permite girar el housing central 360° de manera que, mientras se ensamblan las partes internas del diferencial, el dispositivo rota para facilitar al operador instalar partes en ambos lados del housing, hasta completar el ensamble del eje de tracción. En general se manufacturan cuatro tipos diferentes de eje de tracción, siendo el proceso de ensamble muy similar entre ellos y para efectos de este proyecto se considerarán como un sólo proceso.

El proceso de armado del eje trasero inicia cuando se monta el housing central de 55 Kg., de peso, fabricado de hierro colado y maquinado en su interior para recibir los componentes del diferencial (*Fig.1*), exteriormente tiene los alojamientos que permitirán acoplar demás elementos del eje. La colocación del housing central se lleva a cabo sobre la placa “L” acoplada al mecanismo neumático de rotación.

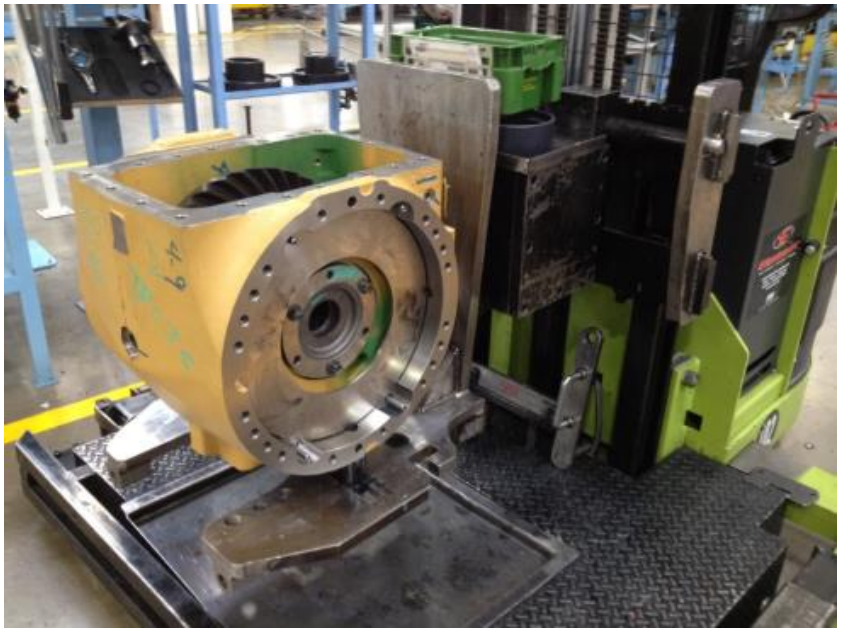


Fig.1 Housing Central en Placa “L”.

Una vez que el housing central es asegurado a la placa “L”, la carretilla asignada se encamina a iniciar la operación en la línea de producción y comienza el armado de las partes internas del diferencial, corona, baleros, planetarios, seguros, placas de salida laterales, por mencionar las más importantes (*Fig.2*).

Fig.2 Armado partes internas de diferencial.

Posteriormente una vez instaladas las partes internas del diferencial dentro del housing central, se procede a colocar la tapa del housing, esta monta el yugo de la toma de fuerza que conectará la transmisión automática al diferencial por medio de una flecha cardan y sus uniones universales correspondientes (*Fig.3*).

Una estación adelante se coloca la funda de la flecha de lado derecho, se asegura al housing por medio de veinticuatro tornillos de ¾ de pulgada de 8.8 ISO de resistencia a la tensión (*Fig.4*). La misma operación pero ahora del lado contrario es ejecutada una estación más adelante.

Fig.3 Tapa de housing y yugo.

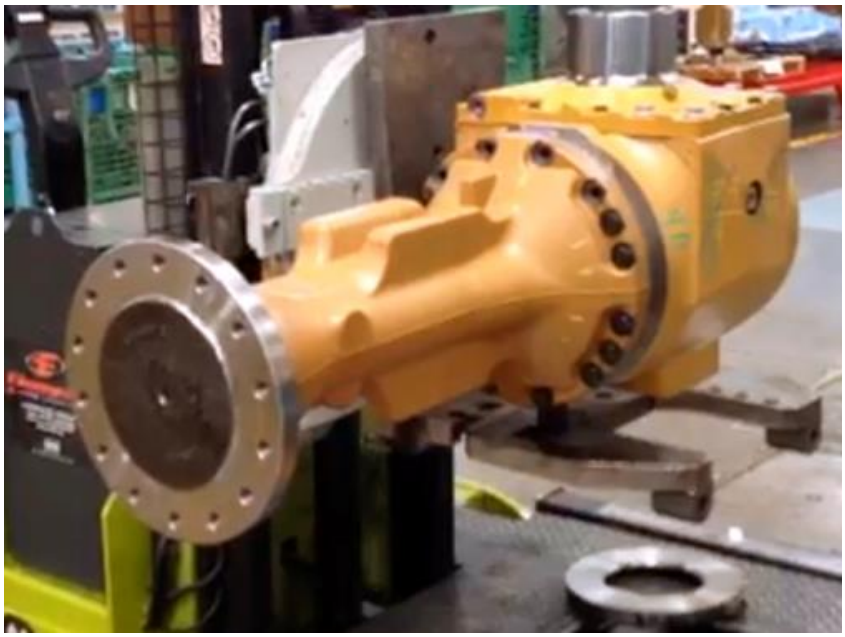


Fig.4 Instalación de funda y flecha.

La instalación de los planetarios para transmisión de potencia hacia las ruedas se realiza en la estación en dos etapas, la primera es la colocación de la flecha de mando y los engranes dentro del housing lateral y en una segunda etapa la colocación del paquete de frenos hidráulicos por cada lado del eje, por último se coloca la tapa lateral de cada conjunto de salida, sobre el cual se acoplaran las ruedas traseras que transmitirán al suelo la potencia y permitirán al vehículo desplazarse (*Fig.5*).

Fig.5 Instalación de fundas, flechas y paquete de frenos.

Como parte del proceso de ensamble de ejes de tracción existen once carretillas que recorren la línea de producción a lo largo del área de montaje (*Fig.6*), bajo las tareas enunciadas en los párrafos anteriores, donde el objeto de estudio de este proyecto es la propuesta de mejora al sistema de rotación de la carretilla elevadora (*Fig.7*).

Fig.6 Carretillas en la línea de producción.

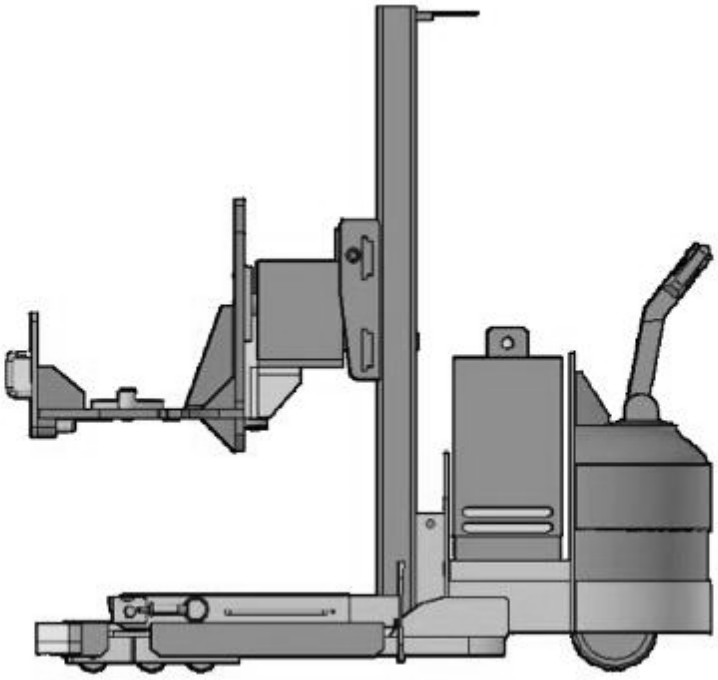


Fig.7 Carretilla elevadora con dispositivo neumático de rotación.

2.3 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

El presente proyecto contempla el remplazo del sistema neumático de rotación actualmente instalado en las carretillas elevadoras debido a las constantes fallas que se presentan en la flecha de salida del acoplamiento del motor neumático y la placa "L".

A continuación se detallan los elementos más importantes del sistema carretilla y rotador.

2.4 CARRETILLA ELEVADORA CLARK CS20.

La carretilla elevadora CS20 es un equipo industrial para el manejo de materiales que es utilizado normalmente en el almacenaje de materia prima y contenerización, trabaja normalmente en espacios reducidos y cargas uniformes (Electric 24 Volt Walkie Straddle, Clark Material Handling Company, 2000). En el caso de este proyecto la versatilidad del CS20 permite ser utilizado como parte de la línea de producción.

SISTEMA DE CONTROL.

- Control de manejo por medio de perillas controladas con los pulgares.
- Switch de seguridad en reversa para evitar atrapamiento de operador.
- Activación automática de frenado cuando el timón de dirección es liberado.

SISTEMA ELÉCTRICO.

- Voltaje de operación 24 VDC.
- Switch de ignición.
- Protección por fusibles para línea eléctrica y línea de tracción.
- Motor eléctrico de alto rendimiento con aislante tipo "H", máxima protección ante daños por sobrecalentamiento.

SISTEMA DE TRACCIÓN.

- Sistema de tracción encapsulado con sistema de frenado multidisco.
- Sistema de engranes de corte helicoidal.
- Rodamientos de sistema de tracción de larga duración.

CONTROLADOR DE ESTADO SOLIDO.

- Controlador de estado sólido para control de velocidad de desplazamiento.
- Controlador programable para control de velocidad y aceleración.
- Suave frenado de contramarcha.

SISTEMA DE LEVANTE.

- Estructura de mástil para trabajo pesado.
- Montaje de uñas clasificación II de ITA.
- Pantalla de protección para el operador.
- Para este servicio se elimina el uso de horquillas.

CARACTERÍSTICAS CS20.

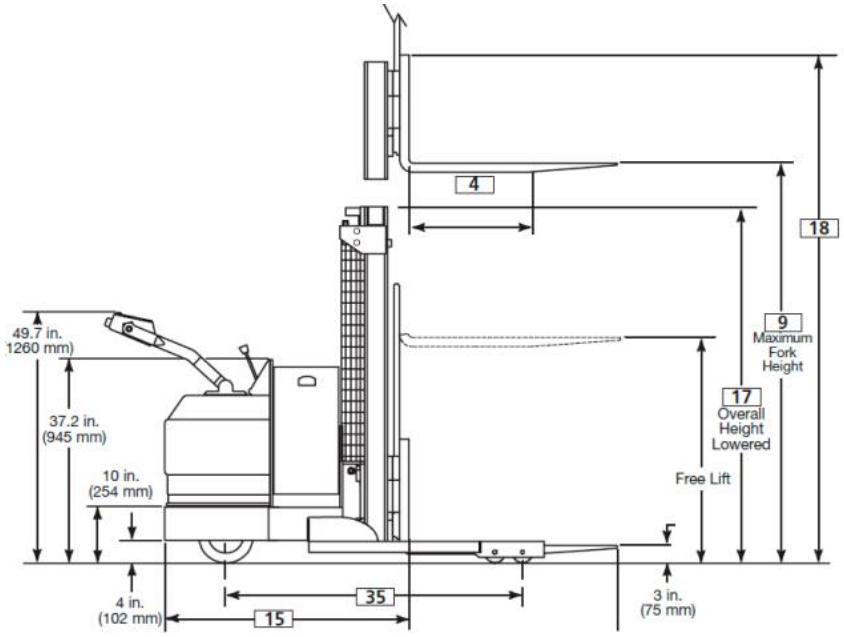


Fig.8 Dimensiones carretilla elevadora.

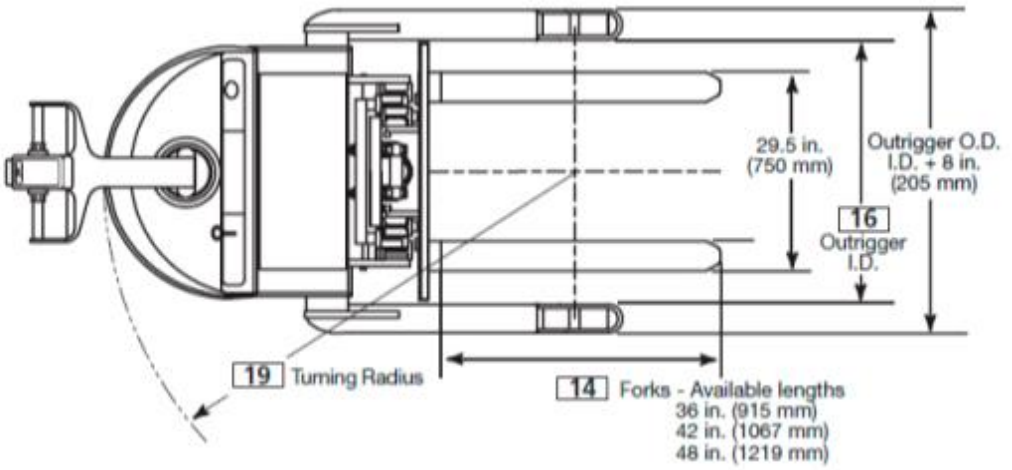


Fig.9 Dimensiones carretilla elevadora. (Electric 24 Volt Walkie Straddle, Clark Material Handling Company, 2000)

2.5 TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

INFORMACIÓN GENERAL	1	**Marca**		Clark
	2	**Modelo**	Modelo de Fabrica	CS 20
	3	**Capacidad de Carga**	lb(kg)	4000 (1815)
	4	**Centro de Carga**	Desde Cara de Horquillas in(mm)	24 (600)
	5	**Alimentación**	Tipo	24 volt
	6	**Tipo de Operador**		A pie
	7	**Tipo de Llanta**	Delante/Atrás	Poly / Poly
	8	**Ruedas (x=driven)**	Delante/Atrás	4 / 1x
DIMENSIONES	9	**Mástil**	Altura Máxima de Horquillas in(mm)	150 (43810)
	10		Altura de Levante in(mm)	130 (3302)
	11		Altura Libre in(mm)	7 (178)
	12	**Inclinación (Del/Tras)**	Grados de Inclinación Estándar	-
	14	**Horquillas**	Tamaño de Horquilla (TxWxL) in(mm)	1.75x4x42 (44x100x1067)
	15	**Dimensiones en Gral.**	Largo hasta Cara de Horquillas in(mm)	47.5 (1205)
	16		Estabilizadores Ajustables in(mm)	36-50 (915-1270)
	17		Altura Mástil Contraído in(mm)	83 (2108)
	18		Altura Mástil Extendido (incl. LBR) in(mm)	178 (4521)
	19	**Radio de Giro**	in(mm)	67.75 (1720)
	22	**Angulo de Ataque**	in(mm)	90 (2286)

RENDIMIENTO	23	**Estabilidad**	De Acuerdo a ANSI	Si
	24	**Velocidad de Viaje**	Con Carga mph(kph)	2.1 (3.4))
			Sin Carga mph(kph)	3.5 (5.6)
	25	**Velocidad de Levante**	Con Carga fpm(ms)	20 (0.10)
			Sin Carga fpm(ms)	45 (0.23)
		Velocidad de Descenso	Con Carga fpm(ms)	26 (0.13)
			Sin Carga fpm(ms)	31 (0.16)
PESO	30	**Peso Bruto Vehículo**	Batería Incluida lb(kg)	2685 (1220)
CARROCERÍA	32	**Tipo Llanta**	Número, Delante/Atrás	4/1
	33		Tamaño, frente in(mm)	4x3 (100x75)
	34		Tamaño, Tras. in(mm)	10x4 (255x100)
	35	**Distancia entre Ruedas**	in(mm)	59.2 (1500)
	39	**Frenos**	Servicio	Discos Húmedos
	40		Estacionamiento	Por Resorte
		Dirección		Pivotante
TRACCIÓN	41	**Batería**	Tipo	Plomo Acido
	42		Max. capacidad kWh	12.2
	43		Peso Mínimo lb(kg)	900 (409)
	44	**Motores, Controles**	Motor de Tracción, día. in(mm)	6 (152)
	45		Motor Hidráulico, día. in(mm)	4.75 (121)
		Control de Motor Tracción		Estado Sólido
		Control de Velocidad		Variable
		Control Motor Hidráulico		Solenoide

Tab. 1 Especificaciones técnicas carretilla elevadora. (Electric 24 Volt Walkie Straddle, Clark Material Handling Company, 2000)

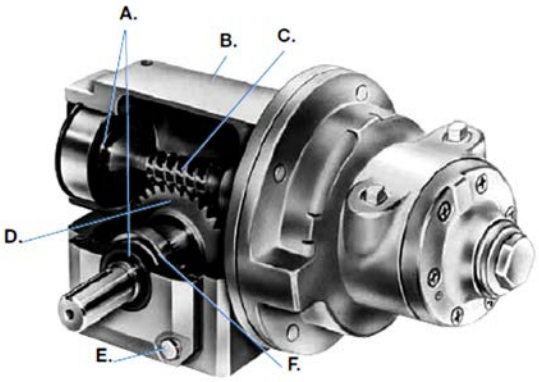
2.6 SISTEMA DE ROTACIÓN NEUMÁTICO.

Los motores de aire comprimido son dispositivos que utilizan la expansión del aire sobre su superficie interna para generar un trabajo, produciendo movimientos lineales o rotativos, son un recurso opcional a los motores eléctricos en algunas aplicaciones.

Entre las principales características de un motor neumático se encuentran las siguientes: velocidad variable, mantiene temperatura de operación, cambio de sentido de dirección al instante, mantenimiento mínimo, no hay peligro de incendio o chispa, Etc., por mencionar las más importantes.

2.7 MOTOR DE AIRE GAST 6AM-22A-DB20.

El motor de aire Gast, es un dispositivo neumático de rotación reversible que entrega 3 de HP a una presión de 7 bar (100 psi) con una velocidad de angular variable de 30 a 300 rpm, la principal característica de este motor es que la transmisión de potencia es por medio de un reductor tipo sinfín fabricado de aleación de acero 8620 que impulsa a un engrane de bronce forjado que esta acoplado a la flecha de salida (Air Motors/Gear Motors Lubricated and No Lubricated, Gast Manufacturing Inc., 2012)



A. Rodamientos
B. Cuerpo Motor
C. Sinfín
D. Engrane
E. Tornillo de Tapa
F. Sellos

Fig.10 Motor aire tipo sinfín.

El modelo 6AM-22A-DB20 es un motor de aire con características de reducción de radio de 20:1, montaje en la base y como opción la colocación de la flecha de salida donde mejor se desee. Capacidad de carga de 3552 lb. (1598.4 kg) a 30 rpm o de 2154 lb (969.3 kg) a 150 rpm.

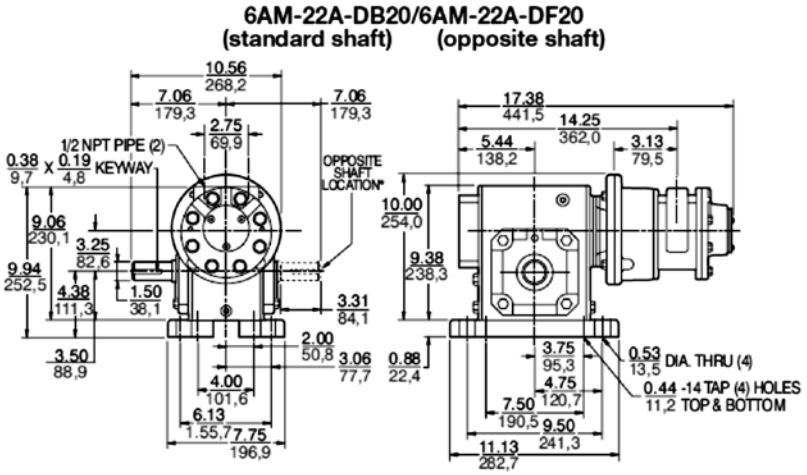


Fig.11 Motor aire 6AM-22A-DB20.

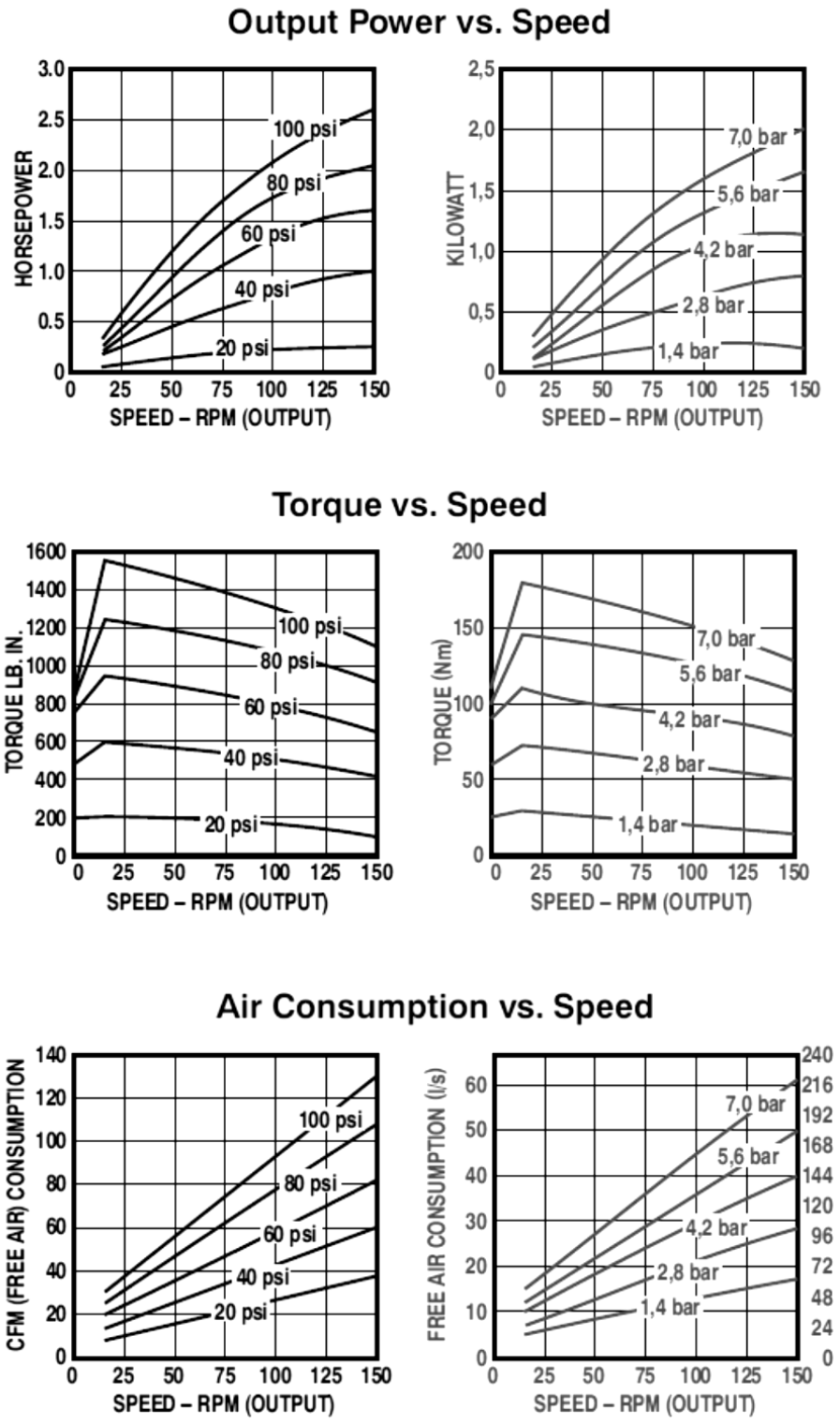


*Fig.12 Tablas de rendimiento motor aire 6AM-22A-DB20 (*Air Motors/Gear Motors Lubricated and No Lubricated, Gast Manufacturing Inc., 2012)

2.8 CONDICIONES ACTUALES SISTEMA DE ROTACIÓN.

El sistema de rotación y carretilla elevadora contempla la integración del sistema de rotación 6AM-22A-DB20 y la carretilla elevadora CS20; el motor neumático está montado sobre una base plana y acoplado al carro de carga de la carretilla, este está protegido por cajón un metálico para evitar daños por caída de material, donde se encuentran las conexiones de alimentación neumática para el control de giro.

El sistema de rotación es controlado por la cantidad de aire que entra en sus conductos a una presión constante de 7 bar y el control de giro esta manejado por medio del intercambio de conexiones en una sola alimentación, la dirección de entrada del aire, en el canal 1 hace girar a la derecha y canal 2 proporciona el giro a la izquierda, al intercambiar la dirección el flujo el aire restante sale a la atmosfera por la línea del silenciador.

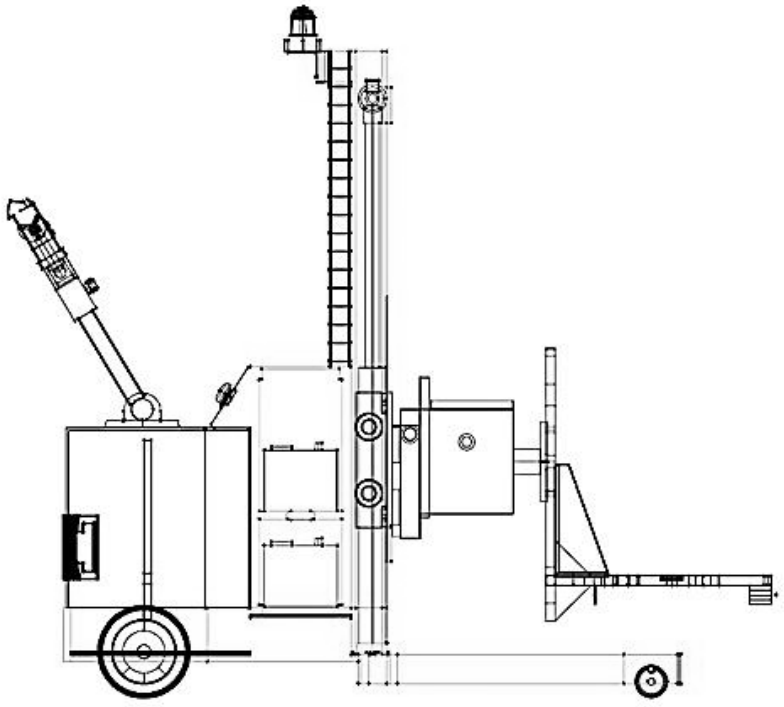


Fig.13 Carretilla elevadora con dispositivo de rotación neumático 6AM-22A-DB20 y placa "L" instalados carro de carga.

De esta manera el sistema de rotación ha venido trabajado y mejorando la productividad de la línea de producción pero también al mismo tiempo se han encontrado deficiencias en el diseño aplicado a la función.

Debido a la operación continua en los procesos de producción se han detectado las siguientes fallas en el sistema de rotación de la carretilla:

1. Inclinación frontal del aditamento debido al peso y distancia de la placa “L” con respecto al carro de carga.
2. Desgaste excesivo en el engrane de bronce de la transmisión de fuerza en el motor de aire.
3. Fracturas en base de flecha de salida que acopla al sistema de transmisión con la placa “L”.

Fig.14 Carretilla elevadora con dispositivo de rotación neumático 6AM-22A-DB20 y placa “L” instalados al carro de carga, mostrando inclinación hacia el frente. La base de este estudio proveer la solución a este problema y los relacionados.

Fig.15 Desgaste y daño excesivo en el engrane de la salida de fuerza del motor de aire.

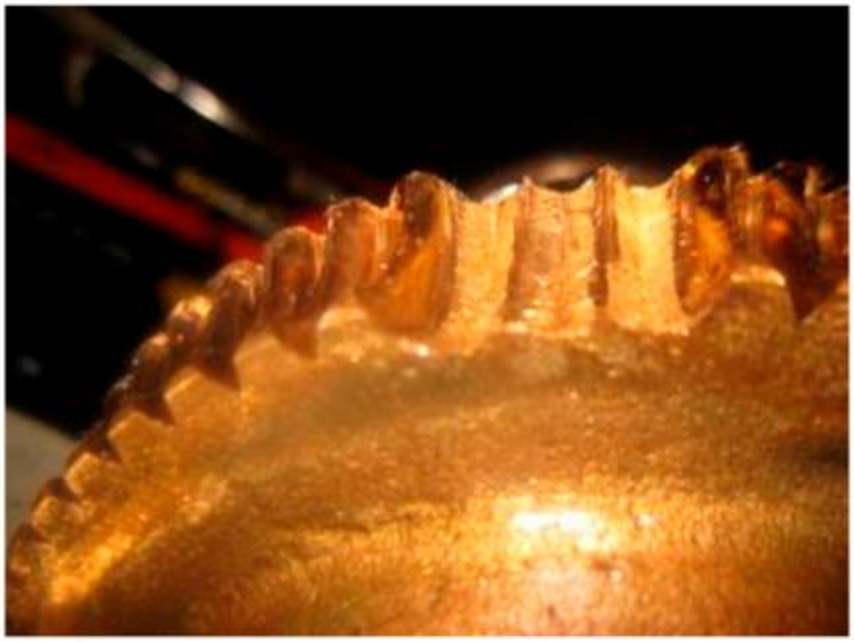


Fig.16 Detalle de desgaste y daño excesivo en el engrane de la salida de fuerza del motor de aire.

Fig.17 Fractura en flecha de salida de sistema de rotación.

Fig.18 Detalle de fractura en flecha de salida de sistema de rotación.

La intensión de este proyecto es proponer la mejor solución a esta problemática bajo los siguientes análisis.

2.9 ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ.

Reporte de Solución de Problemas

Nombre de emisor	Numero de reporte
GERARDO ZARATE	ACC-DJ-1

Gente | Calidad | Respuesta | Costo | Ambiente

Fecha emision	Modelo de producto	Telefono	Turno
14/04/2014			1

Campaña: ___N/A___ Vehiculos inspeccionados N/A_ Vehiculos NOK

Problema encontrado por: GCA ( ) VS ( ) CARE ( ) Producción ( ) 5 F's ( ) Otro X

Marca las secciones o preguntas que no apliquen con "N/A"

Descripción de Problema:

PLACA "L" DE SISTEMA DE ROTACION CON INCLINACION FRONTAL

Bosquejo:

Definición de Problema: (La completa descripcion del DEFECTO o NO CONFORMIDAD)

DEBIDO AL PROCESO CONTINUO DE LA OPERACIÓN Y AL PESO DE LOS EJES DE LA TRANSMISION EL SOPORTE DE LA PLACA "L" Y SISTEMA DE ROTACION SE INCLINA HACIA EL FRENTE.

Punto de causa: (donde el problema esta ocurriendo primero, no donde primero se detectó):

FLECHA DE SALIDA DE ROTADOR CON FRACTURA

Miembro de Equipo/Información proporcionada:

OPERADORES DE LINEA REPORTAN QUE LA BASE DE LOS EJE DE TRANSMISION COMIENZAN A DETERIORARSE Y AL MANIPULAR LOS EJES MAS PESADOS AL SISTEMA DE ROTACION NO DA LA CAPACIDAD DE TRABAJO, POSTERIORMENTE AL REVISAR SE ENCUENTRAN PARTES INTERNAS DAÑADAS.

Soporte requerido para determinar la causa raiz

Fecha	Nombre	Área	Actividad solicitada
13/04/2014	OPERADOR DE LINEA	EJES	REVISION DE EQUIPO
13/04/2014	SUPERVISOR MANTENIMIENTO	MANTTO	REVISIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO
13/04/2015	OPERADOR DE MANTENIMIENTO	MANTTO	REVISIÓN DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPO

Contención:	Quién	Fecha	Estatus	Punto Quiebre
RETIRAR EQUIPO DE LINEA Y REVISAR FUNCIONAMIENTO EN TALLER	OP. MANTTO	13/04/2014	●	Inicio: 13-abr Final: 13-abr
REVISAR RESTO DE EQUIPOS QUE PRESENTAN MISMA CONDICION	OP. MANTTO	13/04/2014	●	Inicio: 13-abr Final: 13-abr
				Inicio: Final:

Proceso/Parte Revisión: (Problemas de calidad contesta detalladamente las primeras preguntas del 4 diamantes.)

Resumen de resultados

1. ¿Se sigue correctamente el proceso? S
2. ¿La herramienta se usa correctamente? S
3. ¿Se está usando la parte correcta? A
4. La parte cumple con la especificación de ingeniería? S

Hoja disponible de diagnostico de la calidad: (si aplica)

¿Hay una hoja de diagnostico para soportar la solucion de este problema?

SI N/A

Si respondió Sí, ¿Cúal hoja? _____ ¿Usado?_____

Analisis de Causa Raiz: En el primer Por qué escribe la más probable causa anotada en el frente (use hojas adicionales si existe más de una causa probable)

Descripcion del defecto	
¿Por que? ===>	PLACA "L" DE SISTEMA DE ROTACION CON INCLINACION FRONTAL
¿Por que? ===>	DAÑO POR DESGASTE EN PARTES INTERNAS DE MOTOR DE AIRE
¿Por que? ===>	SE EXCEDE EN CAPACIDAD DE CARGA DE EQUIPO Y SISTEMA NEUMÁTICO PARA ESTA OPERACIÓN
¿Por que? ===>	EQUIPO NEUMÁTICO NO ESTA DISEÑADO PARA ESTA OPERACIÓN Y SER SOMETIDO A UNA CARGA DE TORSIÓN
¿Por que? ===>	NO SE CONSIDERO PESO EXCEDENTE DE SOPORTE BASES Y DESPLAZAMIENTO DE CENTRO DE CARGA EN EL DISEÑO DEL ADITAMENTO
Causa raiz real	EQUIPO NEUMÁTICO NO ESTA DISEÑADO PARA ESTA OPERACIÓN

Acciones correctivas

Actividad	Quien	Fecha de implementación	Punto de quiebre	Status
CALCULO DE CARGAS PARA REDISEÑO DE SISTEMA DE ROTACION	GERARDO ZARATE	21/05/2014		●
PROPUESTA DE CAMBIO DE SISTEMA DE ROTACION	GERARDO ZARATE	30/05/2014		●
ACEPTACIÓN DE PROPUESTA DE CAMBIO DE SISTEMA NEUMÁTICO POR HIDRAÚLICO	GTE. MFG	15/06/2014		●
				⊕
				⊕
				⊕

Error proofing (detección / prevención) para la acción correctiva

1 - Identificada 2 - Implementada 3 - Etapa de Retroalimentación 4 - Cerrada

Actividad	Quien	Fecha de implementacion	Punto de quiebre	Status
ADAPTACIÓN DE PROPUESTA DE INNOVACIÓN DE SISTEMA HIDRAÚLICO DE LÍNEA PARA CARRETILLA ELEVADORAS DE PROCESO DE ENSAMBLE DE EJES DE TRACCIÓN.	GERARDO ZARATE	08/10/2014	15/10/2014	●
				⊕
				⊕
				⊕
				⊕
				⊕

1 - Identificada 2 - Implementada 3 - Etapa de Retroalimentación 4 - Cerrada

¿El AMEFP - AMEFM actual tiene identificado el modo de falla? N/A

RPN Anterior N/A

Severidad nueva N/A Ocurrencia nueva N/A Nueva detección N/A RPN nuevo N/A

¿El defecto se generaría nuevamente? KCC (Atributo - Variable)

Describe la característica crítica de control (Atributo - Variable) _____ ¿Está incluida en el Plan de control? _____

¿Cómo se va a monitorear esta característica para evitar que el defecto vuelva a ocurrir?

N/A	Torques (KCDS)	N/A	Error Proofing
N/A	QCOS	N/A	Sellos (KCDS)
N/A	QFC	N/A	Soldadura (KCDS)
N/A	Etiquetas (KCDS)	N/A	Fluidos (KCDS)

N/A Rutina de calidad - operaciones / HIA

■ Otros: Inspección Visual

Verificación de Cierre de Problema (¿El problema ha sido resuelto efectivamente?)

¿Se ha emitido y esta posteada la Alerta de Calidad?	SI	NO	(N/A)
¿La HET ha sido actualizada?	SI	(NO)	N/A
Leccion aprendida, ¿Cúal? N/A	SI	NO	(N/A)

Asunto resuelto satisfactoriamente? _____ NO, asignado a _____ PRTS+ # _____

Seguimiento de contramedidas - Dias libres de defectos

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

* Color verde si el defecto "no repitio"

* Color rojo si el defecto "repitio"

Comentarios: _____

Aprobación de acciones correctivas

	Gerente de calidad operaciones	Superintendente de operaciones	Lider de grupo de trabajo	Otros	Otros
Firma					
Fecha					

Tab. 2 Formato de análisis de causa raíz.

2.10 MATERIALES PROPUESTOS A UTILIZAR.

El remplazo del equipo neumático nos exige el cambio de todas las partes que intervienen en el funcionamiento del rotador neumático, por lo cual se enlista los componentes mayores a utilizar en esta modificación.

- Rotador hidráulico 40G-RRB-10A.
- Válvula de control direccional.
- Válvula de desvío de flujo.
- Dispositivos de control de rotación, botón, caja, switch limite.
- Polea.
- Mangueras rígidas y flexibles.
- Conductores eléctricos y accesorios.

En el siguiente capítulo se muestra el desarrollo del plan de ejecución de este proyecto hasta la entrega del equipo a la línea de producción.

CAPÍTULO III.

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

3.1 PROGRAMA GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN.

Una vez decidido el cambio del sistema neumático, se plantea la programación de la implementación del proyecto de rotador hidráulico, el cual contempla trabajos internos a llevar a cabo localmente y trabajos externos a cuenta de proveedores, en un periodo de 7 días de duración desde la recepción del equipo hasta el retorno a la línea producción, previamente validado en su operación y seguridad.

Existen diferentes variables antes de poner en marcha este proyecto, sin embargo estaremos considerando que las órdenes de compra ya fueron autorizadas y liberadas, los materiales ya fueron suministrados y estamos listos para instalar el nuevo dispositivo de rotación sobre la carretilla, el cual es el objeto de este estudio.

Como se comentó anteriormente uno de los objetivos del cambio de sistemas es tener el mayor tiempo posible el equipo funcionando, para lo cual se buscó proveedores de materiales que sean comerciales y que las refacciones fueran de fácil obtención para evitar paros prolongados esperando tiempo de entrega indefinidos.

Por mencionar los componentes más importantes de nuestro proyecto podemos decir las siguientes marcas:

- Cascade Corporation, en el surtimiento del rotador hidráulico.
- Parker Hannifin, para proveer productos de los sistemas hidráulicos.
- Telemecanique, para el control eléctrico del sistema hidráulico.
- Clark MHC, en el surtimiento de refacciones para la carretilla elevadora.

Debido a las condiciones de operación de la planta de transmisiones se debe implementar la modificación de los dispositivos uno a uno, esto para evitar afectaciones a la línea de producción mientras se realiza el proyecto de mejora, por lo cual se genera el siguiente planning de 7 días por equipo.

3.2 PLAN GENERAL DE IMPLEMENTACIÓN.

PASOS	ACTIVIDAD	Duración Hrs.	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Cumplimiento	Ubicación
1	Recepción unidad en taller	1	1							1	Local
2	Revision de entrada	1	1							1	Local
3	Retirar piezas de sistema de rotación neumático	4	4							4	Local
4	Presentar equipo de rotacion hidráulico sobre carretilla	4		4						4	Local
5	Modificacion de placa "L" en taller de maquinado	16	4	4	4	4				16	Externa
6	Fabricación de polea guía	5		2.5	2.5					5	Externa
7	Instalación de componentes hidráulicos	21		2	3	6	6	4		21	Local
8	Fabricación de líneas hidráulicas flexibles	2			2					2	Externa
9	Fabricación de líneas hidráulicas rígidas	5			2.5	2.5				5	Local
10	Instalación de líneas hidráulicas	8				1	4	3		8	Local
11	Instalación de alimentación eléctrica	5			1	2	2			5	Local
12	Pruebas operativas	5					2	3		5	Local
13	Revisión de salida	2						2		2	Local
14	Entrega a línea de produccion	1							1	1	Local
		80	10	12.5	15	15.5	14	12	1	80	

Tab. 5 Programa general de implementación de mejora.

3.3 DESARROLLO GENERAL DEL PROYECTO.

Después de desarrollar el plan de implementación se mostrará gráficamente el desarrollo e implementación de las mejoras en el proyecto, como fue especificado en el plan anterior.

1. RECEPCIÓN DEL EQUIPO EN TALLER.

Fig. 19 Recepción de unidades.	Recepción del equipo en taller, para la sustitución del sistema neumático.

2. REVISIÓN DE ENTRADA A TALLER.

Fig. 20 Formato de revisión de equipo.	Revisión de los equipos a la entrada de taller para evitar faltantes o daños ocultos independientes al proceso de instalación del sistema hidráulico.

3. RETIRAR PIEZAS DE SISTEMA DE ROTACIÓN NEUMÁTICO.

Fig. 21 Equipo neumático original.

Retirar piezas de sistema neumático que no serán utilizadas.

- Motor neumático.
- Soportes laterales.
- Topes de desplazamiento.
- Barra soporte.

4. PRESENTAR EQUIPO DE ROTACIÓN EN SOBRE CARRETILLA.

Fig. 22 y 23 Montaje de rotador hidráulico.

Después de desmontar los componentes neumáticos, se presenta rotador hidráulico sobre carretilla elevadora, para determinar distancias y mediciones de componentes periféricos a instalar.

5. MODIFICACIÓN DE PLACA “L”.

Fig. 24 Adaptación placa “L”.

Modificación de placa “L” que incluye:

- Ganchos sujetadores superiores e inferiores en acero A913 para riel de rotador.
- Barrenos para anclar hangers inferiores. T = @200 lb/in^2
- Eliminación de material sobrante para nueva aplicación.

6. FABRICACIÓN DE POLEA GUÍA DE MANGUERAS DE ALIMENTACIÓN HIDRÁULICA.

Fig. 25 Montaje de polea guía.

Fabricación de polea guía para mangueras de alimentación hidráulica desde la válvula de control direccional hasta puertos de manifold.

- Polea de acero A36, Ø3.5 x 2.5 in.
- Sujeción tornillo hexagonal 8.8 de 3/8 x 3 in. T = @ 45 lb/in^2

7. **INSTALACIÓN DE COMPONENTES HIDRÁULICOS.**
8. **FABRICACIÓN DE LÍNEAS HIDRÁULICAS FLEXIBLES.**
9. **FABRICACIÓN DE LÍNEAS HIDRÁULICAS RÍGIDAS.**
10. **INSTALACIÓN LÍNEAS HIDRÁULICAS.**

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Fig. 26 Montaje de válvula direccional.</td><td>Fig. 27 Válvula desvío de flujo.</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Fig. 28 Líneas hidráuicas flexibles.</td><td>Fig. 29 Líneas hidráuicas rígidas.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Instalación de componentes hidráulicos.
Válvula de control de dirección 4/3, P Max 3000 psi, P Trabajo 2100 psi Q 24 VCD.
Válvula de desviación de flujo para operación de rotador @ 24VDC.
Dos líneas flexibles del No. 4 de válvula de control a motor de rotador.</td></tr>
</table>

- Dos líneas rígidas de tubing metálico de ½ in TP 316.
- Retorno a tanque hidráulico por medio de línea flexible del No. 4, con terminación en codo del No.6 a 90°.

11. INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.

Fig. 30 Botón control de giro.

Fig. 31 Switch límte control elevación.

Fig. 32 Alimentación eléctrica y protección.

Instalación de componentes eléctricos para el control de sentido de giro y límite superior de levante.

- Botón 3 pasos con retorno al centro con caja telemechanique.
- Switch limite accionado por rodillo, para el control de levante máximo.

12. PRUEBAS OPERATIVAS.

Fig. 33 Pruebas de operación sistema hidráulico.

Fig. 34 y 35 Prueba botón control de giro.

Fig. 36 y 37 Rotación de placa "L" montada en rotador hidráulico.

Fig. 38 y 39 Prueba de rotación de placa “L” con giro de 360°.

Fig. 40 Placa “L” en posición de 0°.

Fig. 41 Prueba a switch de levante.

Fig. 42 Fin de pruebas a dispositivo hidráulico de rotación.

3.4 DIAGRAMAS ELECTRO HIDRÁULICOS.

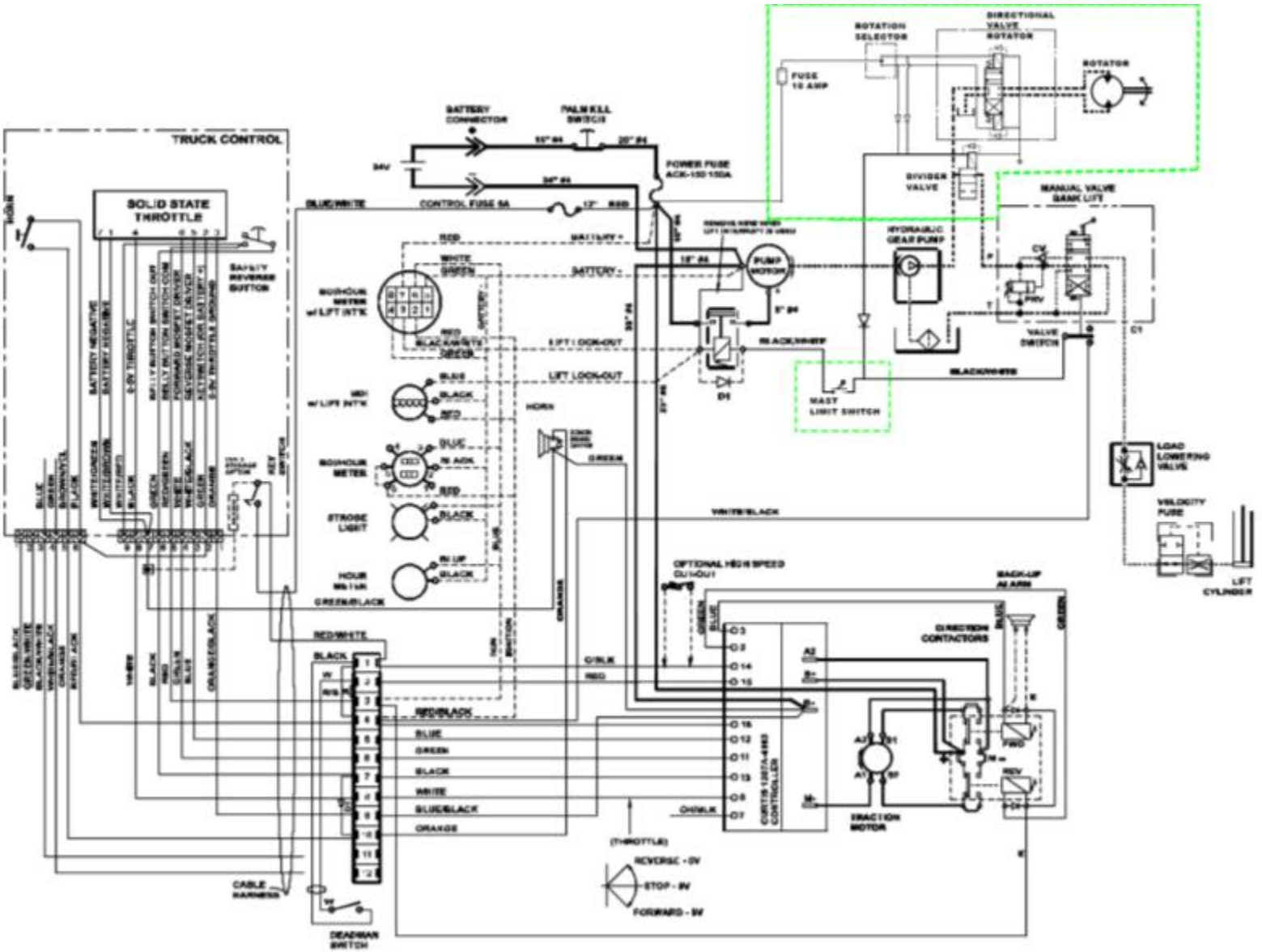


*Fig. 43 Diagrama electro hidráulico general de patineta CS20 con aditamento instalado (*Service and Parts Manual SPM-630A, Clark Material Handling Company, 2004)

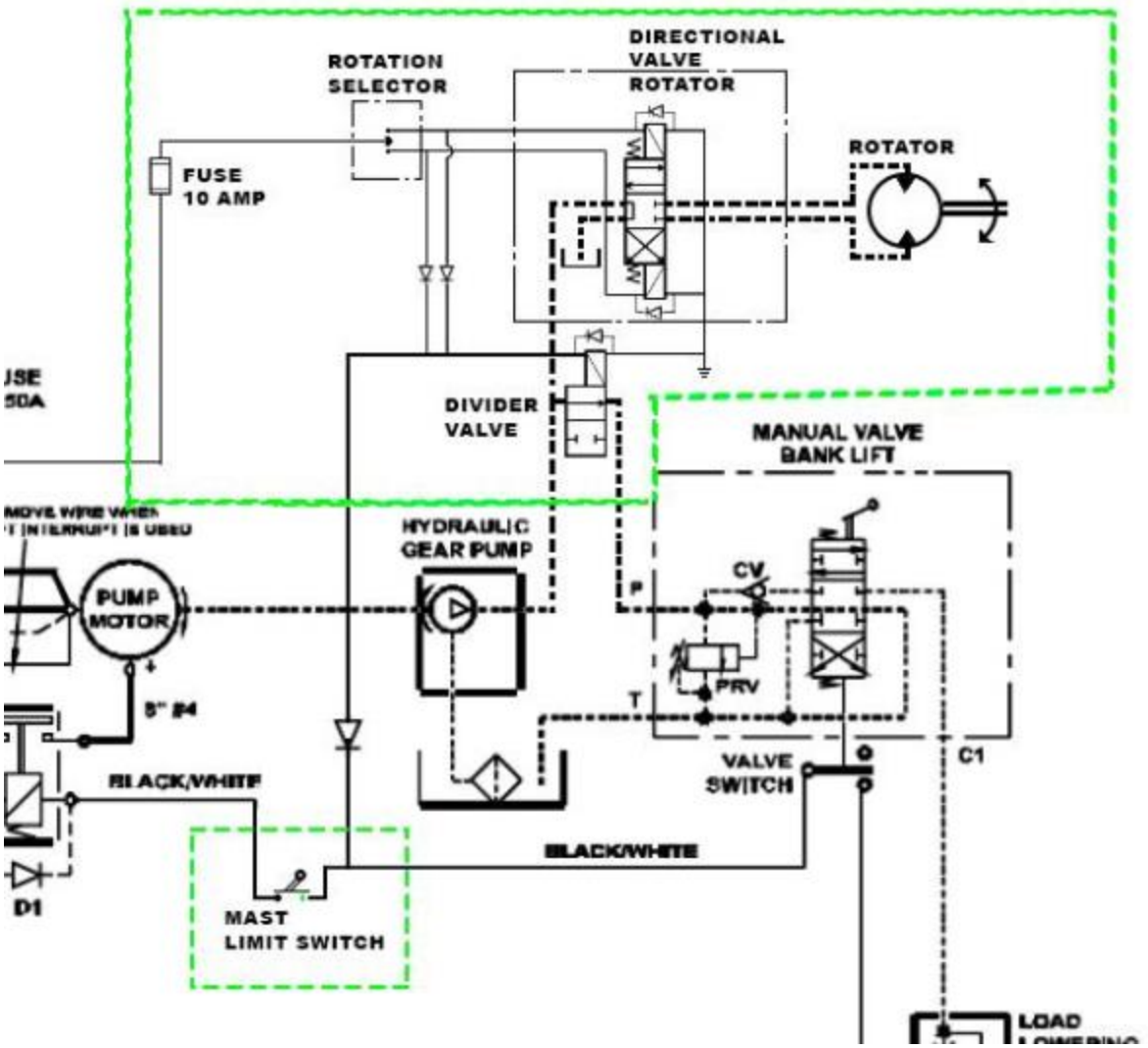


*Fig.44 Detalle de conexión electro hidráulica de aditamento. (*Service and Parts Manual SPM-630A, Clark Material Handling Company, 2004)

3.5 REFACCIONES SUGERIDAS.

REFACCIONES DE STOCK PARA CARRETILLA CS20 CON ROTADOR ELECTRO HIDRÁULICO CASCADE.

CANT.	N. PARTE	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE
1	025-841	CONTACTOR	CLARK
1	030-782	MOTOR	CLARK
1	033-107	PUMP	CLARK
1	D1VW008CNJW	ELECTRO VÁLVULA DIRECCIONAL	PARKER
1	S10LDD024	SOLENOIDE 24V	PARKER
1	DSL102N	CARTUCHO	PARKER
1	XALD01	BOTONERA	TELEMECANIQUE
2	ZB4BD5	BOTÓN	TELEMECANIQUE
4	ZBV-B5	PULSADOR	SCHNEIDER
6	PS2028BP	CONECTOR	PARKER
1	ZCP21	LIMIT SWITCH	TELEMECANIQUE

Tab. 3 Refacciones sugeridas para stock.

CONCLUSIONES.

El reto durante este proyecto constituyó el hacer más productivo y eficiente el uso de un equipo para el manejo de materiales de serie y que es utilizado como parte de la línea de producción por necesidades de la operación; al tener instalado un dispositivo neumático que por diseño limitaba la capacidad de carga y comprometía el flujo del armado de transejes por las constantes fallas en los dispositivos de rotación.

Como determinantes de las fallas de los dispositivos de rotación se concluyó que eran dos los factores que afectaban el rendimiento del dispositivo neumático, el número uno la distancia del centro de carga montado en la placa “L” que disminuía la capacidad de carga de la carretilla y el segundo factor, el diámetro de la flecha de salida del motor neumático, que sometida a los esfuerzos cortantes al cambio de dirección llegaba a fracturarse en el punto de anclaje y afectaba el engrane de rotación, dejando fuera de operación la carretilla.

En base a los trabajos realizados en este proyecto se logró eliminar la falla de la ruptura en la flecha de rotación al cambiar el sistema neumático por un sistema integral de rotación hidráulico, donde el diámetro de la flecha de torsión fue sustituido por un mecanismo de activación hidráulica con una superficie mayor de trabajo, con la implementación de este diseño, la distancia del centro de carga también se vio afectada, manteniendo dentro de parámetros originales de diseño la capacidad de carga de la carretilla contribuyendo a una operación más eficiente y productiva.

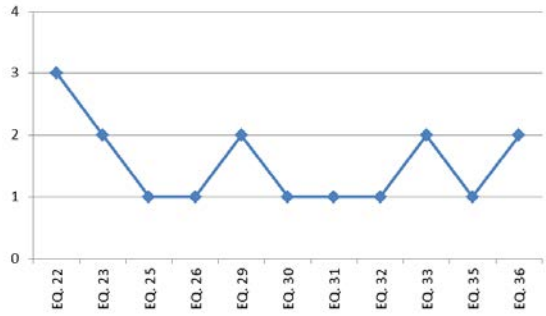


Fig. 45 Promedio de fallas mensuales por equipo, antes de proyecto.

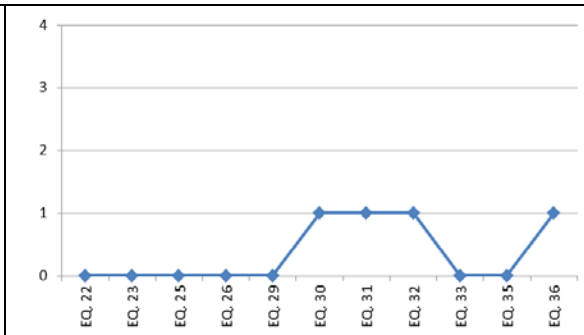


Fig. 46 Promedio de fallas mensuales por equipo, después del proyecto.

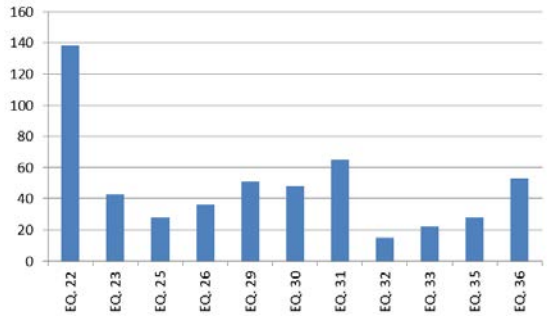


Fig. 47 Promedio de minutos de paro mensuales por equipo, antes de proyecto.

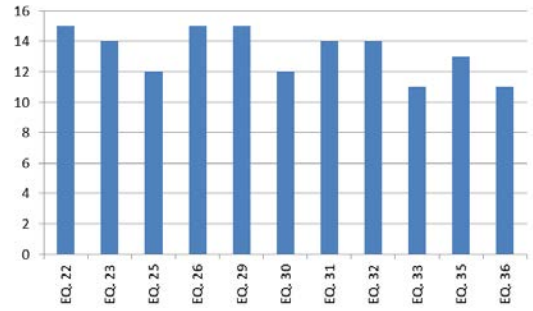


Fig.48 Promedio de minutos de paro mensuales por equipo, después del proyecto.

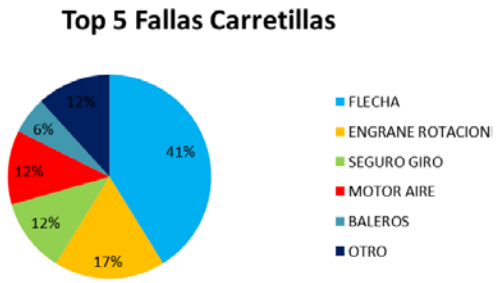


Fig. 49 Top 5 de fallas en carretillas elevadoras, antes de proyecto.

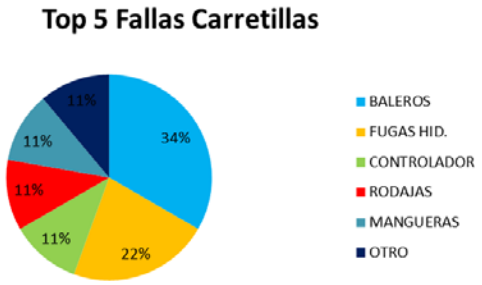


Fig. 50 Top 5 de fallas en carretillas elevadoras, después del proyecto.

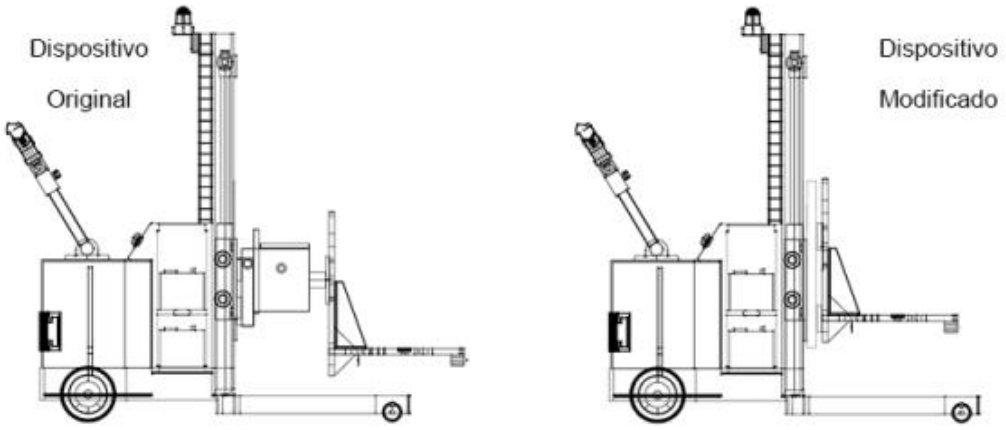


Fig. 51 Dispositivos al inicio y fin del proyecto.

CAPACIDAD DE CARGA NOMINAL	1814	Kg.
DIST. RUEDA A CARA DE PLACA	600	mm.
DIST. PLACA A CENTRO DE CARGA	500	mm.

	SISTEMA NEUMÁTICO		**SISTEMA HIDRÁULICO**	
PESO ADITAMENTO	160	Kg.	254	Kg.
DIST. CENTRO RUEDA A ADITAMENTO	420	mm.	160	mm.
DIST. CARRO DE CARGA A CGH	342	mm.	60	mm.
DIST. CARRO DE CARGA A TRASERA DE CARGA	442	mm.	127	mm.
DIST. CARA TRASERA DE CARGA A CENTRO DE CARGA	702	mm.	550	mm.
CAPACIDAD DE CARGA PERDIDA	607	Kg.	27	Kg.

Tab. 4 Comparativo capacidad de carga remanente al término del proyecto.

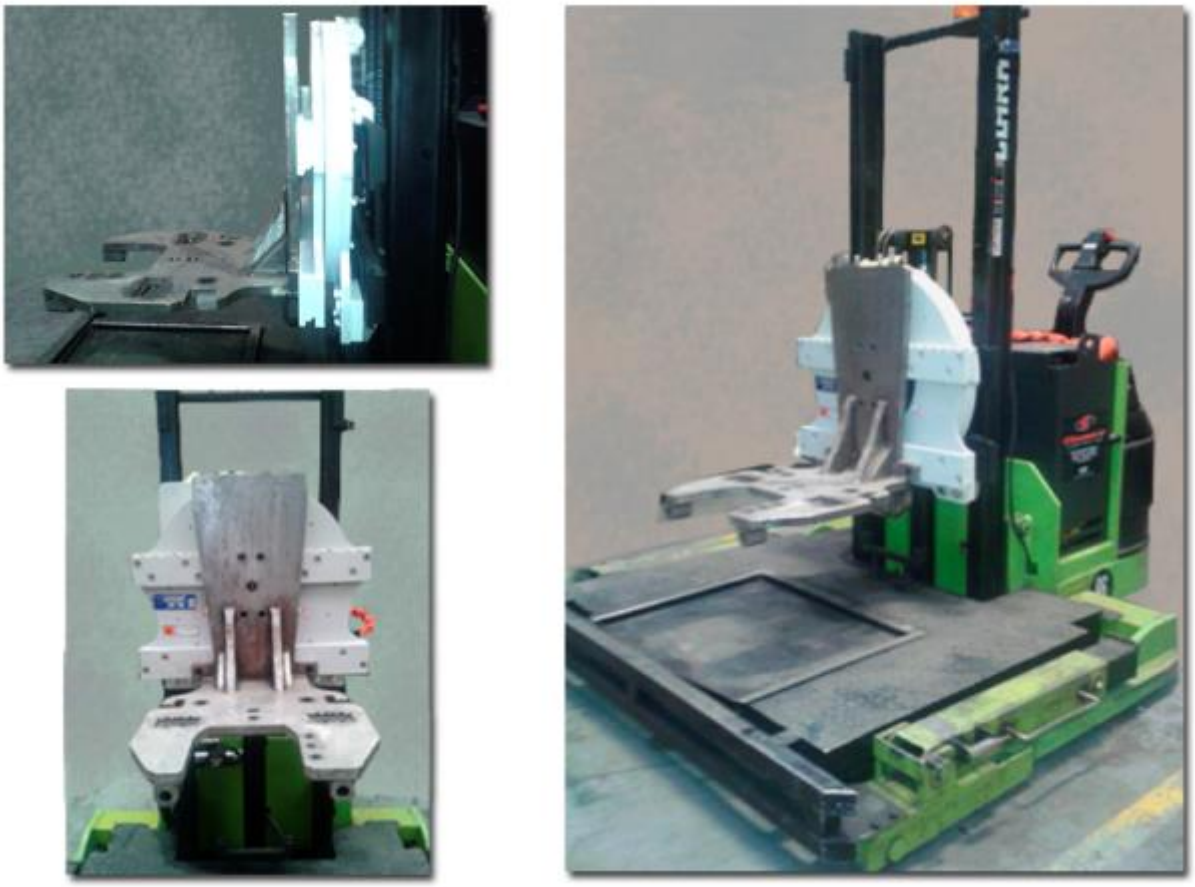


Fig. 52 Proyecto concluido, dispositivo electro hidraulico en carretilla .

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

Bustinza Esparza, Jorge (1997) “Análisis Elemental de Estructuras” Navarra, España, Newbook Ediciones.

Cascade Corporation (2009) “30G/40G Rotators” Portland, Oregon, USA, Cascade Corporation.

Cascade Corporation (2009) “Service Manual 30G/40G 360° Rotators” Portland, Oregon, USA, Cascade Corporation.

Clark Material Handling Company (2000) “Electric 24 Volt Walkie Straddle” Lexington, Kentucky, USA, North America CMHC.

Clark Material Handling Company (2004) “Service and Parts Manual SPM-630A” Lexington, Kentucky, USA, North America CMHC.

Chiumenti, Michele (2012) “Momentos de Inercia: Problemas Resueltos” Barcelona, España, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería.

Gast Manufacturing Inc. (2012) “Air Motors/Gear Motors Lubricated and No Lubricated” Benton Harbor, Michigan.

L.D. Landau y E.M. Lifshitz (1991) “Mechanics” Barcelona, España, Editorial Reverté.

Ortiz Berrocal, Luis (1998) “Elasticidad” Madrid, España, McGraw-Hill.

“Nuestra Compañía”, http://www.deere.com.mx/, Abril 2015, http://www.deere.com.mx/es_MX/our_company/our_company.page?

“Torque o Momento de una fuerza”, www.profesorenlinea.cl Registro N° 188.540, Abril 2015, http://www.profesorenlinea.com.mx/fisica/Fuerzas_Torque_momento.html