



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

“MANUAL DE REPARACIÓN DE CONTROLADOR DE TRACCIÓN CATERPILLAR”

T E S I N A

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO Y ELÉCTRICO**

**PRESENTA:
SALVADOR CABRERA VEGA**

ASESOR: M.C GUILLERMO FLORES MARTÍNEZ

PUEBLA, PUEBLA

SEPTIEMBRE 2016

Introducción

En el siguiente trabajo de tesina, se realizó un manual de reparación del controlador de tracción de un montacargas eléctrico de 48 volts, marca Caterpillar ET3000. En base a algunos manuales de mantenimiento preventivo y códigos de falla del fabricante y así como otras marcas similares que manejan el mismo principio de control de los montacargas eléctricos.

Este trabajo de tesina lleva por nombre “MANUAL DE REPARACIÓN DE CONTROLADOR DE TRACCIÓN CATERPILLAR” el cual será presentado en la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, para obtener el título de Ingeniero Mecánico y Eléctrico, contando como asesor : M.C GUILLERMO FLORES MARTÍNEZ

En los siguientes capítulos se mostrará el funcionamiento, configuración y las partes fundamentales que integran un montacargas eléctrico de 48 volts

Finalmente se muestran los códigos de falla del sistema de control del montacargas; Puesto que es una parte fundamental del mismo ya que, un equipo sin esta parte simplemente queda inhabilitado y es ahí donde entra el manual de reparación del mismo para evitar tiempos muertos en los almacenes.

Contenido

Capítulo 1	5
1.1 problema Planteamiento del	5
1.2 Justificación	6
1.3 Objetivo general	6
1.4 Objetivos particulares	7
1.5 Antecedentes	7
1.6 Problemas a resolver	8
1.7 Alcances	8
CAPÍTULO 2 : MARCO TEORICO	9
Capítulo 2	10
2.1 QUE ES UN MONTACARGAS	10
2.1.1 Ventajas principales de la utilización de un montacargas eléctrico	11
2.1.2 Inconvenientes al utilizar un montacargas eléctrico	11
2.2 Clasificación de montacargas	12
2.3 Centro de gravedad o equilibrio de un montacargas	18
2.4 Operación y seguridad de montacargas	21
2.4.1 Limitaciones de un montacargas	21
2.4.2 Abastecimiento de combustible	22
2.4.3 Uso de montacargas en áreas cerradas	23
2.4.4 Almacenamiento en estanterías elevadas	23
2.4.5 Transporte de cargas	24
2.4.6 Bloqueo con candado, etiquetado y acuñado	25
2.4.7 Cómo arrancar y bajarse del montacargas	26
2.4.8 Elevación de personal utilizando un montacargas	26
2.4.9 Condiciones en el sitio de trabajo	27
2.4.10 Seguridad peatonal	27
2.4.11 Avisos requeridos sobre seguridad de montacargas	28
2.5.1 Cómo realizar una inspección de seguridad del montacargas	28
2.5.2 Durante la inspección de seguridad	29
2.5.3 Lista de verificación de seguridad de montacargas	29

2.5.3 Equipo de seguridad	30
CAPITULO 3 : MONTACARGAS CAT ET3000 ELECTRICO 48V, CARACTERISTICAS Y SU FUNCIONAMIENTO.	33
3.1 Descripción y características	34
3.1.1 sistemas principales.....	35
3.2 Sistema Eléctrico	37
3.2.1 Batería industrial ¿Qué es y cómo funciona?	37
3.2.1.1 Nomenclatura de las baterías	38
3.2.2 Cargador de baterías ¿Qué es y cómo funciona?	39
3.2.3 Motores eléctricos.....	40
3.3 Sistema hidráulico	43
3.3.1 Válvula de control o levante.....	44
3.3.2 Pistones de inclinación	45
3.3.3 válvula reguladora de caudal	45
3.3.4 Tanque hidráulico	46
3.4 Sistema de control	49
3.4.1 Controller Area Network (CAN)	50
CAPITULO 4 : CONTROLADOR Y MANUAL DE REPARACIÓN	55
4.1 Controlador	56
4.2 Controlador de tracción	56
4.3 Inversor	57
4.4Manual de reparación	60
4.4.1 Reparación de los módulos de potencia y análisis de las tarjetas de control.	63
Conclusión.....	70
Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO 1: PROTOCOLO

Capítulo 1

1.1 Planteamiento del problema

Uno de nuestros clientes (LALA) en sus almacenes, utiliza montacargas eléctricos ET3000 de 48 volts Marca Caterpillar, en su ruta foránea de almacenes, contando con una flotilla de 18 montacargas de estas características

Esta flotilla fue adquirida ya hace 7 años, con el fabricante Caterpillar y de la misma serie ET300; como ingeniero de mantenimiento mi encargo es prestar servicios de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a dichos montacargas, los cuales cuentan con un sistema de control y códigos de falla que indican la anomalía que presenta el equipo, de acuerdo a las órdenes de trabajo de la flotilla arrojan 4 fallas severas.

Actualmente de los 18 montacargas, 3 han presentado un número de falla # 45 y 1 con falla #46; las cuales indican que hay un problema en el controlador de tracción izquierdo y la otra en el controlador de tracción derecho.

Los montacargas cuentan con un sistema de control y códigos de falla que indican, la anomalía que presenta el equipo, por lo que su manual de mantenimiento de los montacargas, indica como reparar casi todas las fallas a excepción de la #45 y # 46, ya que, para estos códigos de falla, simplemente se recomienda reemplazar el controlador, lo cual conlleva a cantidades monetarias demasiado elevadas con un tiempo de entrega de casi 3 meses y sin considerar una solución instantánea a estos códigos de falla.

1.2 Justificación

Debido a que el fabricante tarda demasiado en enviar los controladores, se da una solución temporal a dichos códigos de falla, puesto que al cliente LaLa no le es factible rentar equipos ajenos a su flotilla porque implica más pérdidas monetarias. En sus almacenes la mercancía no puede estar mucho tiempo parada fuera de las cámaras frigoríficas ya que son productos lácteos y sus derivados que rápidamente entran en proceso de descomposición.

Para dar una solución se revisan dichos controladores para analizar su estructura, función y la lógica de los elementos que lo componen internamente para realizar un manual de reparación temporal a dichos controladores; se dice que es temporal, porque lo más factible para una maquina es contar con todos los elementos funcionando al 100%, es decir este manual se utiliza para evitar que los equipos queden inhabilitados durante casi tres meses que tarda en ser entregado el nuevo controlador y así evitar la renta de otro equipo, tratando de aprovechar lo mejor posible, la flotilla existente.

La realización de este manual es realmente útil ya que el equipo está compuesto por los 18 montacargas antes mencionados.

1.3 Objetivo general

Realizar un manual de reparación para los códigos de falla con número #45 y #46 que indican que los controladores de tracción del montacargas eléctrico ET3000 de 48 volts, marca Caterpillar están dañados, lo cual deja inhabilitado el equipo.

1.4 Objetivos particulares

- Evitar que los equipos estén sin funcionar el menor tiempo posible evitando pérdidas monetarias al cliente (Ya que es más factible reparar un controlador que rentar un equipo durante tres meses)
- Implementar el uso y entrenamiento de este manual para los técnicos de servicio.
- Satisfacción de servicio al cliente

1.5 Antecedentes

La flotilla de 18 montacargas eléctricos ET3000 de 48 volts marca Caterpillar, se encontraban funcionando realizando los servicios preventivos y correctivos, los cuales fueron adquiridos de la misma serie de fabricación. La falla de los controladores inicio en cuatro equipos, que de acuerdo con las fichas técnicas son consecutivos de acuerdo a la fabricación, esto nos indica que los equipos restantes presentaran la misma falla.

El primer equipo inhabilitado por la falla #46 fue un imprevisto, ya que se desconocía que el manual no contaba con un apartado de reparación del controlador de tracción ya sea izquierdo (falla #46) o derecho (falla #45) por lo que se analizó y diagnostico la falla, pero tomó tiempo diagnosticarla e interpretar la configuración y funcionamiento del controlador del fabricante por medio de lecturas en el mismo y comparándolo con otro que funciona adecuadamente.

1.6 Problemas a resolver

- Análisis de la lógica del controlador
- Detección de valores en cada elemento del mismo(controlador)
- Interpretación de funcionamiento del controlador
- Búsqueda de refacciones electrónicas
- Realizar pruebas con el sistema instalado
- Verificar el buen funcionamiento

1.7 Alcances

- Respuesta inmediata al cliente
- Funcionamiento de equipos a corto plazo
- La renta de montacargas externos será nula
- Satisfacción de servicio al cliente
- Se tendrá una solución en caso de que incurra la falla #45 y #46
- Adquisición de un stock de refacciones para el controlador de tracción

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

Capítulo 2

2.1 QUE ES UN MONTACARGAS

Un montacargas, es un vehículo industrial motorizado que se utiliza para las funciones de carga en espacios limitados o abiertos. Este tipo de vehículo es útil para movilizar cosas relativamente pesadas de una manera intermitente.

El dispositivo mecánico, levanta y transporta suministros, productos, materiales de diferentes índoles y otros de una forma sistemática, el cual es accionado por un motor eléctrico de combustión en su interior, o de forma manual, como se observa en la figura (1). Este tipo de vehículo industrial se ha convertido en los últimos años en una poderosa y útil herramienta de trabajo, ya que permite al ser humano levantar grandes cargas con el más mínimo esfuerzo.



Figura 1 - Partes de un montacargas. © 2016 Andes Montacargas. Todos los derechos reservados. Diseñado por Vitamina7

El montacargas está conformado, por un cuerpo y horquillas que son dos barras paralelas delanteras en forma horizontal y es donde se transporta la carga, éstas son elevadas por medio a un accionamiento del equipo y pueden levantar cargas relativamente muy pesadas, debido a que están colocadas sobre un soporte adherido a un mástil el cual permite la elevación.

2.1.1 Ventajas principales en la utilización de un montacargas eléctrico

En la industria hay ciertos elementos que tienden a ser importantes por simplificar la forma de trabajo, por lo que en varias industrias y sobre todo en las plantas donde es necesario lidiar con cajas y envases que contienen productos que se fabrican, es necesario utilizar un medio que facilite el transporte.

En estos casos se puede mantener un orden y a la vez mover o llevar esos paquetes de un lugar a otro toma su tiempo. Años atrás esta actividad se hacía a mano, lo cual implicaba un trabajo agotador, pero en la actualidad se puede contar con ciertos elementos que se vuelven muy importantes, como es el caso de los montacargas eléctricos.

Dentro de las ventajas más destacadas se encuentra que al ser eléctricos, no generan un gasto en diferentes combustibles. Dentro de las ventajas que tienen que ver con la ecología, se puede decir que los montacargas eléctricos producen menores cantidades de contaminación, por el hecho de no utilizar combustibles y no emanar gases a la atmósfera. En lo que respecta a la velocidad de los mismos, es muy importante y optimiza el trabajo que se tiene que realizar.

2.1.2 Inconvenientes al utilizar un montacargas eléctrico

Dentro de las desventajas que tienen los montacargas eléctricos, se encuentra que, ante una adversidad como puede ser que se dañen los paneles de control, son pocas las personas que pueden solucionar el problema.

Para que esto se pueda comprender mejor, es necesario explicar la situación con un ejemplo; si se estuviera frente a una adversidad en un montacargas tradicional, la posibilidad de darle solución es posible ya que muchas veces los mismos trabajadores, que conocen de mecánica pueden solucionarlo, pero cuando se habla de los montacargas eléctricos, los problemas tienden a ser más complicados y se reduce el número de personas que pueda entender los circuitos, por ende se requiere de personal capacitado para entender de esta materia y así evitar que se encuentren inhabilitados los montacargas eléctricos por un largo tiempo.

2.2 Clasificación de montacargas

Los montacargas se clasifican en cinco clases como se describe a continuación.

Montacargas Clase 1

Son aquellos que funcionan mediante un motor eléctrico, mientras que el operador lo maneja desde la parte superior del cuerpo del montacargas. Estos mantienen un equilibrio de contrapeso en sus ruedas traseras para evitar posibles vuelcos, lo que permite un adecuado sostenimiento por parte del montacargas, como se puede observar en la siguiente figura (2) que ilustra a un montacargas clase 1.



Figura 2. – Cat Et 3000 © 2016 Graphiq Inc. All Rights Reserved. Direccion: forklifts.axlegeeks.com

Montacargas Clase 2

Esta clase es similar en funcionamiento a la clase I, la diferencia es que en este caso, es un montacargas con motor eléctrico y el operador va de pie. No obstante, estos tipos de montacargas son diseñados para que puedan entrar en espacios más pequeños y por eso son conocidos también como montacargas de pasillo estrecho.

Con frecuencia son vistos en almacenes cerrados y pasillos de supermercados para elevar o bajar las cargas vertidas en los diferentes tramos regularmente muy altos. A continuación en la figura (3) se muestra un montacargas clase 2



Figura 3 - Montacargas clase II © 2014-2016 Tipos.co - Todas las clasificaciones, clases y tipos que existen... Fuente: <http://www.tipos.co/tipos-de-montacargas/#ixzz4Lza5YYGZ>

Montacargas Clase 3

Estos tipos de montacargas son caracterizados por llamarse carretillas de mano ya que el operador si se desea, puede manipularse por medio a un asa situada en la parte trasera del vehículo, no obstante el montacargas de clase 3 tiene un asiento para el operador el cual es opcional, esto es, si el operador desea estar sentado mientras se acciona la operación de carga. A continuación en la figura (4) podemos observar un montacargas clase 3.



Figura 4 - Montacargas **Clase III**-© 2014-2016 Tipos.co - Todas las clasificaciones, clases y tipos que existen... Fuente: <http://www.tipos.co/tipos-de-montacargas/#ixzz4Lza5YYGZ>

Montacargas Clase 4

Son montacargas de combustión interna, ya que poseen un sistema de propulsión similar al de un automóvil. Cabe destacar que los neumáticos en este tipo son sólidos, es decir que no funcionan por acumulación de aire. En la figura (5) se muestra un montacargas clase 4.



Figura 5 - Montacargas **Clase IV**-© 2014-2016 Tipos.co - Todas las clasificaciones, clases y tipos que existen... Fuente: <http://www.tipos.co/tipos-de-montacargas/#ixzz4Lza5YYGZ>

Montacargas Clase 5

Los montacargas clase 5 presentan un diseño que les permite ser utilizados en interiores y exteriores. A diferencia de los anteriores, su chasis es mayor así como también su amortiguamiento, además de que tienen llantas neumáticas. Como muestra en la figura (6), además funcionan con combustibles diesel, gas L.P. o gasolina. Suelen utilizarse en terminales ferroviarias, patios o puertos donde se precisa manipular contenedores tanto vacíos como llenos.



Figura 6 - Montacargas **Clase V**-© 2014-2016 Tipos.co - Todas las clasificaciones, clases y tipos que existen... Fuente: <http://www.tipos.co/tipos-de-montacargas/#ixzz4Lza5YYGZ>

Montacargas Clase 6

Este tipo de montacargas es más parecido a un tractor de remolque con carretillas elevadoras como se observa en la figura (7). Pueden tener ya sea motor eléctrico o de combustión interna.



Figura 7 - Montacargas **Clase VI**-© 2014-2016 Tipos.co - Todas las clasificaciones, clases y tipos que existen...Fuente: <http://www.tipos.co/tipos-de-montacargas/#ixzz4Lza5YYGZ>

Montacargas Clase 7

Estos tipos de montacargas están previamente diseñados para ser utilizados en terrenos no factibles o difíciles. Son muy recurridos en terrenos de construcción o rocosos donde reina el relieve como se aprecia en la figura (8). Su facultad de trabajar en terrenos de altas dificultades, lo hace un montacargas de alto rendimiento y gran fuerza.



Figura 8 - Montacargas **Clase VII**-© 2014-2016 Tipos.co - Todas las clasificaciones, clases y tipos que existen...Fuente: <http://www.tipos.co/tipos-de-montacargas/#ixzz4Lza5YYGZ>

2.3 Centro de gravedad o equilibrio de un montacargas

La volcadura de montacargas puede presentarse en diversas situaciones, aunque en la mayoría de los casos su estabilidad del montacargas falla por una mala operación o por no entender la base fundamental de estabilidad.

¿Qué es el centro de gravedad?

El centro de gravedad es el punto de equilibrio donde el montacargas este balanceado en todas sus direcciones y para que permanezca estable es necesario mantener el balance dentro de un triángulo conformado por las dos ruedas delanteras y el punto medio del eje de dirección (zona de estabilidad), para ello es importante tener en cuenta que el punto medio de la carga debe coincidir con el centro de carga del montacargas indicado en la ficha técnica del equipo (Garcia, 2013), como muestra la figura (9).



Figura 9 - Centro de gravedad - Copyright © 2012 Los Montacargas RTE- Fuente: <http://losmontacargas.mx/2013/01/seguridad-en-estabilidad-de-montacargas/>

La grafica de triángulo o pirámide de estabilidad de un montacargas se puede observar en la figura (10).

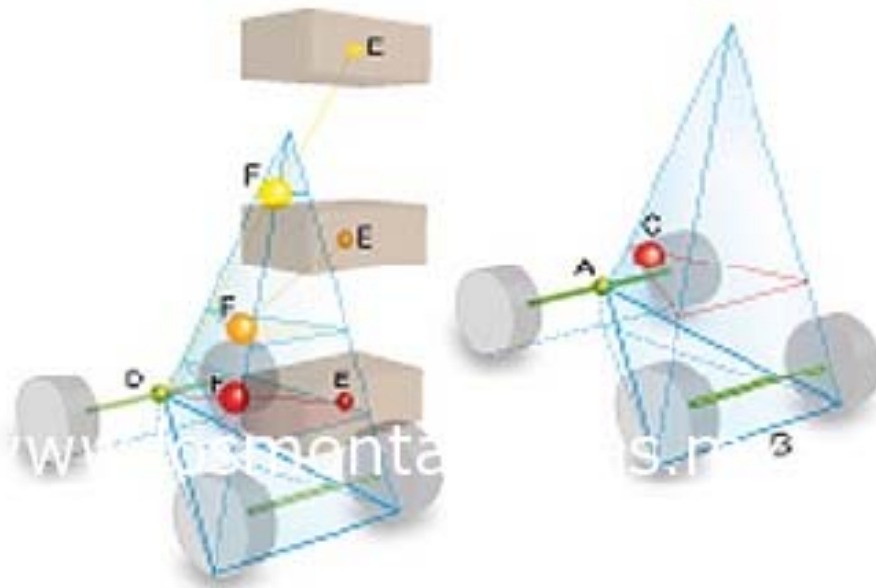


Figura 10 - distribución de gravedad - Copyright © 2012 Los Montacargas RTE- Fuente: <http://losmontacargas.mx/2013/01/seguridad-en-estabilidad-de-montacargas/>

Punto A – Eje trasero del equipo que conforma la dirección del equipo

Punto B – Eje delantero del equipo que es la base de la pirámide de estabilidad

Punto C y D – Centro de gravedad según la carga

Punto E – Centro de carga

Punto F – Centro de gravedad combinado (el más importante para la estabilidad del equipo)

El centro de gravedad combinado es el punto que permanece dentro de la pirámide o triángulo. Todos los montacargas tienen su propio centro de

gravedad y para la mayoría está ubicado a 20 cm del asiento en el caso de ser contrabalanceado hombre sentado.

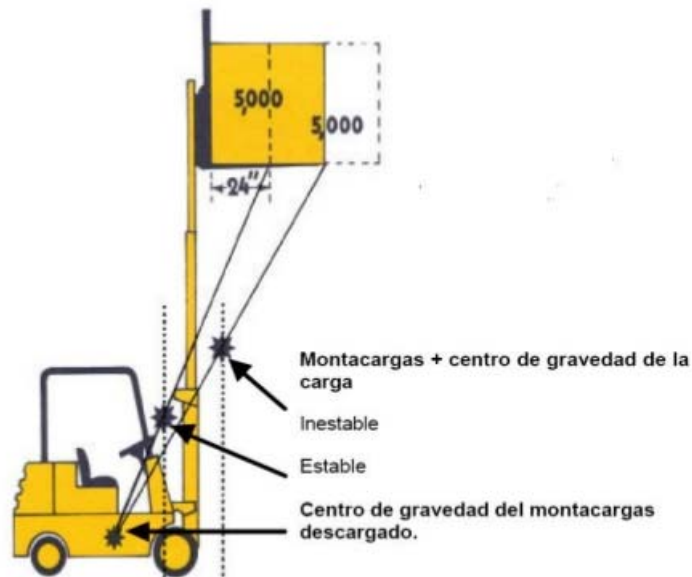
Estos dos centros con sus fuerzas (fuerza de gravedad en diferentes alturas aplicada en la carga-materia prima que levanta el montacargas) constituyen el centro combinado, el cual se encuentra en movimiento constante siempre debe permanecer dentro de la pirámide de estabilidad. Este punto puede llegar a pasar más allá del frente de la pirámide y provocar la volcadura del equipo hacia el frente; si este punto se sale por la derecha o izquierda el montacargas volcara lateralmente. Cuando un montacargas está detenido, el centro de gravedad combinado se encuentra en una línea que se define desde el centro de gravedad del montacargas hasta el centro de la carga pero cuando este se eleva el centro de carga combinado también lo hace hasta formar triángulos cada vez más pequeños. Algunos operadores no comprenden o asimilan que la base del triángulo de estabilidad forma como un tetraedro, ya que existe una confusión por las cuatro llantas que puede tener el montacargas. El punto pivote de la pirámide se encuentra en el eje trasero del montacargas para mantener el centro de gravedad combinado, ya que su espacio es más pequeño por no ser una pirámide con base cuadrada sino triangular, de hecho, en el momento que la pirámide se va haciendo estrecha al elevar la carga, esta se vuelve más inestable aun cuando abajo no lo este. En grandes alturas el margen de error es mínimo. El centro de gravedad no es la única fuerza que se puede aplicar al operar, debido a que con el montacargas en movimiento, existen fuerzas causadas por la aceleración y desaceleración, incluso un frenado bastante suave puede hacer que el centro de gravedad combinado se mueva hacia adelante fuera de la pirámide para crear un riesgo de vuelco mínimo pero existente. (Garcia, 2013)

2.4 Operación y seguridad de montacargas

En la operación y seguridad del uso de un montacargas, se revisan diversas normas de seguridad y procedimientos de operación. Estas normas y procedimientos, si son aplicables al sitio de trabajo, deberán incluirse en el programa de capacitación de seguridad con montacargas y están destinadas a ser complementarias a las normativas Cal/OSHA aplicables a montacargas. Esta sección no pretende ser completa y no cubre todas las situaciones o procedimientos posibles. Durante la capacitación de seguridad con montacargas, el instructor debe considerar riesgos adicionales y normativas de seguridad que se apliquen en el sitio de trabajo.

2.4.1 Limitaciones de un montacargas

Antes de conducir un montacargas, el operador debe estar consciente de la capacidad de carga del vehículo que puede manejar de manera segura y que el centro de carga puede cambiar debido a las características de la carga. Este conocimiento es esencial porque a medida que aumenta la distancia desde el centro de carga, la capacidad portante de carga del montacargas disminuye, como se observa en la figura (11). Antes de ser usado, el operador del montacargas debe también conocer la ubicación de la placa del fabricante del montacargas, en la cual se indica el número de modelo, las marcas de capacidad de carga y la designación del tipo de montacargas. El empleador es responsable de dar mantenimiento a estas placas y de asegurarse que la información sea legible. (Carlos.D, 2014)



Esas acciones afectarán de las siguientes maneras:

Acción	Movimientos del Centro de Gravedad
Inclinar la carga hacia delante	Hacia el Eje Frontal
Elevar la carga mientras está inclinado hacia delante	
Manejar en un lugar de inclinación con la carga cuesta abajo.	
Frenar hacia adelante o acelerar en reversa.	
Inclinar la carga hacia atrás.	Hacia el Eje Trasero
Elevar la carga mientras está inclinado hacia atrás.	
Manejar en un lugar de inclinación con la carga cuesta arriba.	
Acelerar hacia adelante o frenar en reversa.	
Manejar en una superficie inclinada.	Hacia la parte de abajo del triángulo.
Manejar en una superficie irregular o escabrosa.	Hacia la rodera o parte inferior del triángulo.
Girar	Hacia el lado que esté enfrentando la dirección original de la trayectoria

Figura 11 - límites de un montacargas - Copyright © 2012 Los Montacargas RTE- Fuente: <http://losmontacargas.mx/2013/01/seguridad-en-estabilidad-de-montacargas/>

2.4.2 Abastecimiento de combustible

Para prevenir riesgos de incendio o explosión, se debe instruir a los operadores para:

- No llenar los tanques de combustible cuando el motor del montacargas esté caliente, en marcha o humeante.

- Mantener los combustibles lejos de las fuentes de ignición.
- Nunca fumar al estar cerca de una fuente de combustible o durante el abastecimiento del montacargas.
- Usar siempre el equipo de protección individual apropiado al abastecer de combustible un montacargas.
- Abastecer de combustible el montacargas en una ubicación que haya sido designado como seguro.

Al cargar un tanque de gas de petróleo licuado (LPG), los operadores deben purgar la presión en la línea antes de desconectarlo y para ello cerrar el tanque y dejar en marcha el motor hasta agotar el gas en la línea.

2.4.3 Uso de montacargas en áreas cerradas

El uso de montacargas con motor de gasolina o de gas de petróleo licuado en áreas cerradas puede provocar la acumulación de gas peligroso de monóxido de carbono y puede ser fatal. El monóxido de carbono es un gas tóxico, emitido a través del escape de los montacargas por lo que una persona que esté expuesta a niveles inaceptables de monóxido de carbono puede enfermarse debido a la falta de oxígeno. El gas de monóxido de carbono es inodoro, insípido e incoloro, y a menudo no se detecta hasta que la persona se enferma. Para evitar el posible envenenamiento por monóxido de carbono, se recomienda usar montacargas eléctricos en zonas de trabajo cerradas. (Carlos.D, 2014)

2.4.4 Almacenamiento en estanterías elevadas

La carga almacenada en estanterías elevadas puede alcanzar los 20 pies o más sobre el piso lo cual presenta riesgos especiales. La iluminación en áreas de almacenamiento con estanterías elevadas debe ser adecuada, la superficie del piso debe estar lisa y sin grietas, y el operador del

montacargas debe tener suficiente espacio para poder maniobrar. Las cargas deben estar balanceadas, apiladas de manera segura y no deberán apilarse con demasiada altura, como muestra la figura (12).



Figura 12 - manejo seguro de montacargas-Fuente: gestionalmacen.blogspot.com

El operador de montacargas debe tener especial cuidado para maniobrar el montacargas de manera segura y lentamente al apilar o descargar la carga almacenada en estanterías elevadas. Todos los montacargas que se utilicen en operaciones de almacenamiento en estanterías elevadas deben estar equipados con protección por encima de la cabina.

2.4.5 Transporte de cargas

Los operadores de montacargas nunca deberán mover un montacargas cargado si no tienen suficiente visibilidad en la dirección de desplazamiento. Desplazarse con la carga atrás si la carga bloquea la visibilidad delantera del operador. Al desplazarse con la carga, las

horquillas deberán siempre colocarse en la posición más baja posible. Los operadores deben tener presente la altura del mástil del montacargas y deberán tener cuidado con luces colgantes bajas, tubos, conductos y marcos de puerta que puedan presentar un riesgo. Al ascender o descender por rampas inclinadas, los operadores deberán recibir instrucción para conducir el montacargas lentamente con la carga en posición pendiente arriba como se observa en la figura (13). Todos los empleados deberán recibir recordatorios de nunca pasar o colocarse de pie bajo parte alguna elevada de un montacargas, incluso si este está descargado. (Carlos.D, 2014)

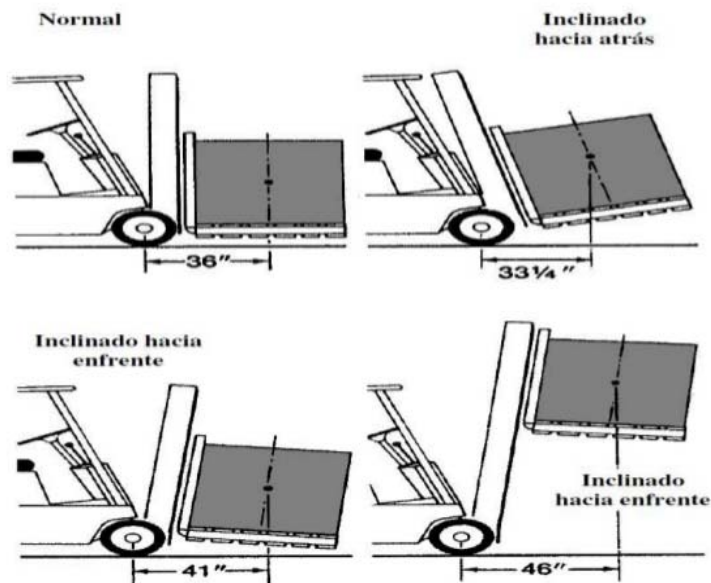


Figura 13 Manejo defensivo en montacargas - Salud ocupacional Especialización en Higiene y Seguridad del trabajo- fuente: <http://saes.org.ar/revista/2014/montacargas.pdf>

2.4.6 Bloqueo con candado, etiquetado y acuíado

Muchos trabajadores resultan lesionados o muertos por no bloquear con candado, etiquetar ni colocar calzas en el equipo que están operando. Los estudiantes de manejo de montacargas deberán recibir capacitación de seguridad en materia de bloqueo con candado, etiquetado para realizar

labores de limpieza, inspección y reparación de montacargas o despejar de esta de cualquier obstrucción.

Se deben recibir instrucción para desconectar la batería durante las reparaciones en el sistema eléctrico principal y, si el montacargas puede almacenar energía residual, descargar dicha energía antes de empezar a trabajar en el sistema eléctrico, de lo contrario los estudiantes podrían resultar atrapados o enganchados en el equipo si no se toman las debidas precauciones.

2.4.7 Cómo arrancar y bajarse del montacargas

Antes de arrancar el motor del montacargas, el operador deberá estar sentado en el montacargas y con el cinturón de seguridad abrochado. Los operadores nunca deberán poner en marcha su montacargas mientras se encuentran de pie sobre un estribo en un costado. Antes de bajarse, el montacargas deberá estar completamente detenido con los controles en neutro, freno de estacionamiento enganchado y con las horquillas completamente abajo. Cuando el operador se desplaza a más de 25 pies del montacargas o si el montacargas está fuera de la vista del operador en virtud de las disposiciones de Cal/OSHA el equipo está siendo “desatendido”. Se debe desconectar la alimentación y colocar los controles en manual, enganchar el freno de estacionamiento, y las horquillas deberán bajarse completamente hasta el piso. **(Carlos.D, 2014)**

2.4.8 Elevación de personal utilizando un montacargas

Se debe tener suma precaución al elevar personas con un montacargas. Se debe utilizar una plataforma para personal la cual esté sujeta a las horquillas o al mástil del montacargas. Esta plataforma debe tener barandas apropiadas, tablas de zócalo y con las dimensiones suficientes para acomodar a la persona y al material que se está elevando. El piso de la

plataforma debe ser antideslizante y no tener orificios que sean mayores de una pulgada de diámetro. Al elevar a una persona, el operador del montacargas debe encontrarse en los controles y el montacargas puede moverse únicamente para realizar ajustes menores de posicionamiento.

2.4.9 Condiciones en el sitio de trabajo

Mantenga el entorno de trabajo limpio y exento de peligros en la medida de lo posible. Una manera de ayudar a asegurar las condiciones de seguridad en el sitio de trabajo consiste en realizar inspecciones de seguridad. Un empleado que tiene la autoridad de efectuar correcciones deberá realizar una inspección de seguridad de manera regular.

Todas las superficies piso a tierra deberán estar exentas de grietas, bordes desmoronados y otros defectos. Todos los sitios de trabajo deberán estar bien iluminados y sin obstrucciones. Si existe una esquina sin visibilidad, esta deberá eliminarse en la medida de lo posible.

Al operar un montacargas en exteriores, los operadores deberán mantener el montacargas lejos de zanjas, terraplenes y agujeros.

2.4.10 Seguridad peatonal

Los peatones y los montacargas son una combinación peligrosa. Si es posible, las áreas de tráfico de montacargas deberán estar separadas de las áreas de tráfico peatonal por medio de una barrera. Todos los empleados deberán recibir capacitación acerca de los peligros de trabajar cerca de montacargas.

Los operadores de montacargas deberán utilizar sus bocinas para alertar a otros cuando ellos se encuentren en la proximidad de peatones. Si el nivel de ruido en el sitio de trabajo es alto, los montacargas deberán equiparse con luces centelleantes para alertar a otros sobre su presencia.

2.4.11 Avisos requeridos sobre seguridad de montacargas

Todos los operadores de montacargas deberán estar informados acerca de las normativas en materia de avisos de seguridad con montacargas. La Sección 3664 de GISO Cal/ OSHA estipula que:

- (a) Todos los empleadores que utilicen montacargas industriales o tractores de remolque industriales deberán publicar y hacer cumplir un conjunto de normativas de operación que incluyan las normativas apropiadas que se indican en la Sección 3650(s)

2.5 Inspección del montacargas

Para operar un montacargas de manera segura y eficiente, el operador debe estar familiarizado con los controles de operación, las limitaciones del montacargas y los dispositivos de seguridad y advertencia.

2.5.1 Cómo realizar una inspección de seguridad del montacargas

Las inspecciones de seguridad deberán ser documentadas y conservarse con otros registros de seguridad. Las normativas Cal/OSHA estipulan que antes de operar un montacargas, este debe someterse a una inspección para determinar las deficiencias de seguridad. La Sección 3650(7) de GISO de Cal/OSHA estipula lo siguiente: “Los conductores deberán inspeccionar el vehículo al inicio de cada turno y si se determina que es inseguro, el asunto deberá reportarse inmediatamente a un supervisor o un mecánico, y el vehículo no deberá volverse a poner en servicio antes de que se haya corregido el problema y sea segura su operación. Se debe tener en cuenta el buen funcionamiento de los neumáticos, la bocina, las luces, las baterías, los controladores, los frenos, los mecanismos de dirección, los sistemas de enfriamiento y los sistemas de elevación para

montacargas (horquillas, cadenas, cables e interruptores limitadores)". (Carlos.D, 2014)

2.5.2 Durante la inspección de seguridad

Los operadores de montacargas deberán leer el manual de operación, ayuda para identificar cuáles son las condiciones que hacen que la operación del montacargas sea segura. Deben utilizar una lista de verificación específica aplicable a su sitio de trabajo para documentar la inspección de seguridad.

Al inspeccionar los fluidos bajo presión y otros sistemas, los operadores deberán utilizar los procedimientos apropiados de bloqueo con candado, etiquetado y bloqueo con calzas, además de usar el equipo apropiado de protección individual. Todas las deficiencias deberán reportarse a un supervisor inmediatamente para que puedan ser reparadas.

2.5.3 Lista de verificación de seguridad de montacargas

En esta guía se incluye un ejemplo de lista de verificación que puede utilizarse como ayuda para realizar una inspección de seguridad en el montacargas. La lista de verificación de muestra incluye las disposiciones de la Sección 3650 de GISO de Cal/OSHA. Se debe agregar elementos adicionales a las listas de verificación para cumplir las necesidades de seguridad de montacargas específicas del sitio de trabajo. Todos los estudiantes deberán practicar una inspección de seguridad en el montacargas que normalmente operan. (Carlos.D, 2014)

En la siguiente figura se puede observar una hoja de revisión diaria, para uso y seguridad de un montacargas, como se muestra en la figura (14)

FORMATO DE INSPECCION DIARIA DEL MONTACARGAS						
INSPECCION VISUAL		SAT	INS	N/A	INSPECCION OPERACIONAL	SAT
1.- Llantas/revestimiento/presión de aire					14.- Claxon	
2.- Todas las luces					15.- Dirección hidráulica	
3.- Dispositivos de advertencia					16.- Freno	
4.- Número de horas/millaje					17.- Freno de emergencia	
5.- Relojes indicadores					18.- Seguro de arranque en posición neutral	
6.- Daños a la carrocería					19.- Inclinação de las cuchillas	
7.- Escapes de aceite/fluido/combustible/agua					20.- Subir y bajar las cuchillas	
8.- Nivel de aceite del motor					21.- Aditamentos hidráulicos	
9.- Nivel del refrigerante					22.- Estado y seguro de las cuchillas	
10.- Nivel de combustible					23.- Cinturón de seguridad	
11.- Nivel de aceite hidráulico					24.- Transmisión/Dirección	
12.- Batería					25.- Equipo de protección contra incendio	
13.- Puntos de lubricación externa					26.- Alarma de reversa	
Marca:	Capacidad:	Identificación:		Horas/Millaje:	Fecha:	Hora:
Comentarios:						
Nombre del Operador y Firma:				Nombre del Supervisor y Firma:		
Instrucciones: Marque todos los renglones indicados. SAT = Satisfactorio, INS = Insatisfactorio, N/A = No aplica En caso de cualquier comentario adicional utilice la parte de atrás de este formato. FOR-007						

Figura 14 - check list - Salud ocupacional Especialización en Higiene y Seguridad del trabajo
fuente: <http://saes.org.ar/revista/2014/montacargas.pdf>

2.5.2 Equipo de seguridad

El equipo de seguridad personal es indispensable para el operador, ya que, a pesar de la ergonomía y diseño del montacargas, la cabina del operador está diseñada para protegerlo de cualquier percance, de la materia prima que transporta, sin embargo, por el diseño de la cabina del operador, que no puede ser del todo cerrada completamente. Ya que si es así el operador perdería la visibilidad completamente a determinada altura, y lo cual, por obvias razones, ya que el operador no puede ver nada, la mercancía estibada a cierta altura caería porque no hay visibilidad.

Es por eso que por diseño la cabina del operador tiene rejillas, para permitirle determinada visibilidad y cumpla su función de acomodar la materia prima adecuadamente como se observa en la figura (15). Por este motivo el operador debe contar, con el equipo de seguridad básico al operar un montacargas; debido al diseño de la cabina del operador, que es en forma de

rejillas el casco de seguridad es indispensable, ya que, si la materia prima que traslada es demasiado pequeña, alguna de estas puede pasar en algún espacio de la rejilla y causar un accidente mortal.

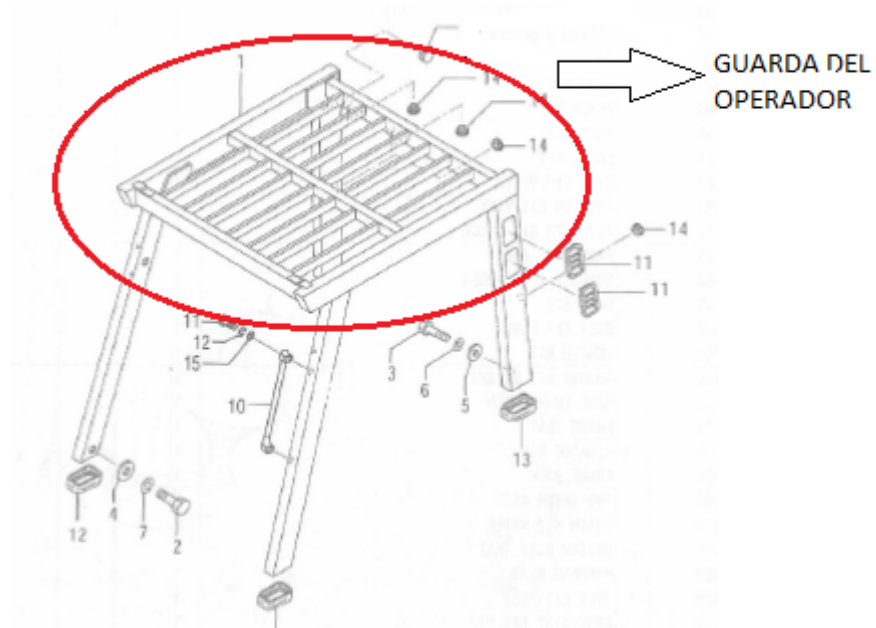


Figura 15 - guarda del operador - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright © 2008 by MCFA, All Rights Reserved.

Por eso es indispensable utilizar el equipo de seguridad básico como el siguiente:

- Casco
- Botas de seguridad
- Guantes
- Gafas de seguridad
- Tapones auditivos



Figura 16 - Equipo de seguridad industrial- Copyright © [2014]. Derechos Reservados MCA Seguridad Industrial.- fuente: <http://www.mcaseguridad.com/>

Con este equipo de seguridad el operador puede desempeñarse adecuadamente en su operación con el montacargas, ya que cuenta con los elementos necesarios para evitar cualquier tipo de accidente, que pudiese pasar en algún momento.

CAPITULO 3:

MONTACARGAS CAT

ET3000 ELECTRICO

48V,CARACTERISTICAS

Y SU

FUNCIONAMIENTO.



Figura (17) – Cat Et 3000 © 2016 Graphiq Inc. All Rights Reserved. Direccion: forklifts.axlegeeks.com

3.1 Descripción y características

El montacargas CATERPILLAR ET3000, de acuerdo a la clasificación de los montacargas pertenece a la clase I, que nos dice que es un montacargas eléctrico, con llantas sólidas y una capacidad de carga no mayor a las 2 toneladas. Es indispensable conocer la ficha técnica de cada montacargas en términos generales, como son:

- Número de serie
- Modelo
- Capacidad de carga
- Voltaje al que trabaja
- Dimensiones del chasis

El motivo por el cual es importante esta ficha técnica del montacargas, es por el número de serie que indica las características del equipo así como el tipo de alimentación que utiliza el modelo, por ejemplo si es tres o cuatro ruedas además de la capacidad de carga como se puede observar en la figuras (18 y 19), donde se muestra un ejemplo de la interpretación del número de serie y la ubicación de la ficha técnica. (Mitsubishi Caterpillar Forklift America Inc., 2008)

De esta manera es más fácil sencillo con la ficha técnica, saber e interpretar, qué características tiene el montacargas, así se puede deducir que un montacargas ET3000, es eléctrico, modelo tres ruedas y capacidad de carga de máximo 1600kg o 3500 lb.

Esto depende directamente del fabricante para la interpretación de los números de serie y la nomenclatura.

Chassis and Mast Model Identification

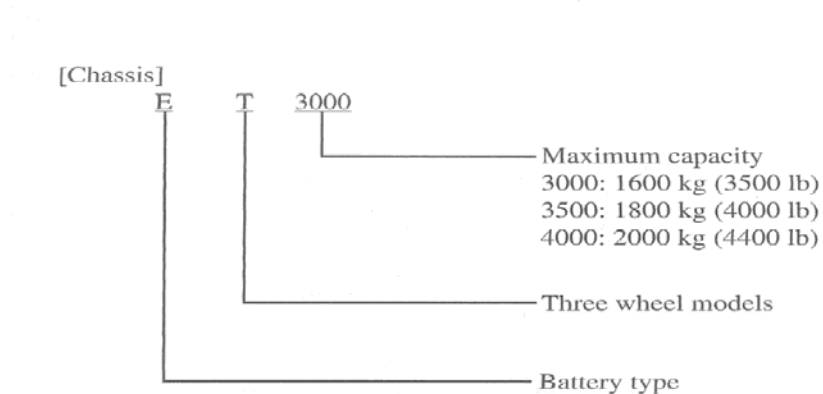


Figura 18- Datos de placa - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved.

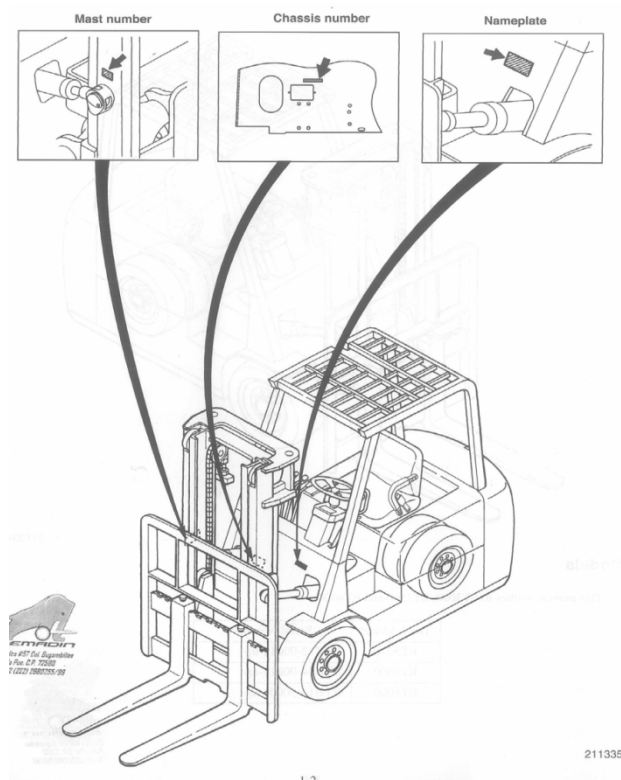


Figura 19 - Datos de placa - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved.

3.1.1 sistemas principales

Este montacargas CAT ET3000, cuenta con tres sistemas principales para su adecuado funcionamiento como se enlistan a continuación:

- Sistema hidráulico
- Sistema eléctrico
- Sistema de control

El sistema de control es el que prácticamente inicia el ciclo de la operación de un montacargas ya que este es, el que envía voltajes eléctricos a diferentes componentes del montacargas ya sean contactores, microswitch, motores eléctricos etc. El sistema eléctrico también es una parte fundamental del montacargas ya que este es el que alimenta toda la parte operacional del montacargas con una batería de 48V, cabe mencionar que estos equipos cuentan con un inversor de corriente ya que se alimentan de 48V CD y esos son transformados a corriente alterna para alimentar a los motores trifásicos de tracción. (Mitsubishi Caterpillar Forklift America Inc., 2008)

En el caso del sistema hidráulico, sus funciones cierran el ciclo de operación de un montacargas. Estos tres sistemas son el principio básico que conforman un montacargas, los cuales permiten un óptimo desempeño en el equipo.

La nomenclatura en un montacargas es indispensable, ya que para interpretar los diagramas en el manual de mantenimiento preventivo, se debe conocer el significado de cada símbolo, tanto en el aspecto eléctrico como en el hidráulico. Lo cual permite entender de mejor manera los planos y diagramas del mismo para que en cualquier situación de falla ya sea en el aspecto eléctrico o hidráulico facilita un rápido y certero diagnóstico, en cualquier tipo de mantenimiento el cual puede ser preventivo o correctivo.

3.2 Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico del montacargas, es alimentado por una fuente de voltaje de 48V CD, los cuales son proporcionados por una batería de 48V de corriente directa.

Esta batería además de ser la fuente de alimentación en el aspecto eléctrico, también es una parte fundamental en el equilibrio y centro de carga del montacargas, debido a que desempeña la función en un montacargas eléctrico de contrapeso el cual cuenta con un peso de 1280kg,

3.2.1 Batería industrial ¿Qué es y cómo funciona?

Las baterías de plomo-acido que utiliza el montacargas, es un acumulador de potencia eléctrica, fabricada a base de un número determinado de celdas o pilas interconectadas y formadas dentro de una caja metálica; estas celdas están constituidas por diversas placas de plomo y separadas por aisladores plásticos, al recibir el ácido sulfúrico provocan una reacción química que produce electricidad. **(Landoll Corporation, 2009)**

Las baterías industriales rigen su vida útil por ciclos de carga y descarga, estos ciclos vitales si no se presentan, contribuyen enormemente a la corta vida de la batería, y estos ciclos son:

- 8 horas de carga de la batería
- 8 horas reposando y enfriando la batería
- 8 horas la batería

A continuación en la figura (20) se muestra una batería industrial



Figura 20 Bateria de 48 volts – Landoll corporation- soporte técnico-servicios educacionales- latin america 2004

3.2.1.1 Nomenclatura de las baterías

La nomenclatura de una batería es indispensable ya que igual que en un montacargas, esta indica las características y especificaciones de la misma, por ejemplo:

Nomenclatura 24X-100-17

Donde en este modelo de batería, los primeros 2 dígitos que en este caso es 24, indica el número de celdas de la batería el cual puede verificarse fácilmente contando las celdas físicamente ya que viene dividida por celdas. El número de celdas multiplicado por 2 indica el voltaje de la batería, en este caso es de 24×2 obteniéndose un total de 48 volts. El tercer dígito siempre será una letra y representa la marca de la batería o el fabricante, por ejemplo: E= exide, D =Deka, LT = LTHEl cuarto dígito en este caso 100 indica, el número de Amperes/Hora por placa positiva, a mayor amperaje de la batería es mayor el factor de potencia. El quinto dígito en este caso el número 17, significa el número de placas totales que componen cada celda, de la batería las cuales se forma por un número

determinado de placas positivas y placas negativas (Landoll Corporation, 2009), por ejemplo:

Una batería tendrá siempre una formación de: una placa negativa + un separador aislante + una placa positiva + un separador aislante + una placa negativa y así sucesivamente y siempre terminará con una placa negativa, de manera que existirá una placa negativa de más, por lo que en una batería de 17 placas, existen 8 placas positivas y 9 placas negativas.

3.2.2 Cargador de baterías ¿Qué es y cómo funciona?

Los cargadores de baterías industriales, como muestra la figura (21) son dispositivos eléctricos que permiten recargar de energía la batería del montacargas, existen diversos tipos y modelos, los hay automáticos y manuales y están constituidos por 3 partes principales:

- Un transformador de poder
- Un grupo de diodos rectificadores
- Un sistema de control

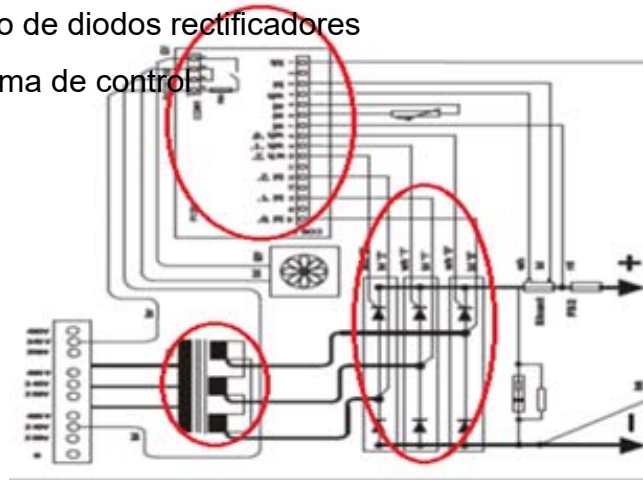


Figura 21 Diagrama de cargador – Landoll corporation- soporte técnico-servicios educacionaes- latin america 2004

El primer paso es verificar que el cargador y la batería correspondan entre sí, en sus características, si el cargador es más chico de lo necesario no cargara suficientemente y adecuadamente a la batería. Por otro lado, si el cargador es más grande en capacidad que la batería se dañara, por ejemplo: Un cargador de 800AH (Amperes Hora) carga una batería de 680AH, se recomienda siempre, que el cargador sea igual en capacidad que la batería o en un 10% mayor como máximo. (Landoll Corporation, 2009)

3.2.3 Motores eléctricos

Este montacargas dentro de su sistema eléctrico, cuenta con un grupo de 3 motores eléctricos, de los cuales dos son motores de tracción, el otro es un motor de bomba, es decir de levante.

La función de los motores de tracción es (hacer), que el montacargas se desplace sin ningún inconveniente, tanto al frente como de reversa, mientras que el motor de bomba, como su nombre lo (indica) alimenta todo el sistema hidráulico del mástil, tanto pistones laterales de levante como pistón central de levante y por ultimo un pistón de doble efecto que permite desplazar la carga aproximadamente 30cm de lado izquierdo y otros 30 de lado derecho, llamado pistón de desplazamiento.

A continuación, se muestra algunas pruebas que se pueden realizar en los motores eléctricos que se observan en la figura (21) y (22), para determinar si tienen alguna anomalía así como la estructura del motor de bomba y del motor de tracción.

El motor no arranca- cuando un motor no arranca es necesario realizar las siguientes pruebas

- Comprobar que el voltaje suministrado por fase al motor sea el adecuado y no este alimentándose con bajo voltaje

- Revisar que ningún fusible este averiado
- Verificar que no existe un exceso de carga en los motores
- Revisar que ningún borne o cable este suelto.
- Revisar que ningún cable este roto en el sistema de control
- Revisar que ningún cable este roto en el embobinado del motor
- Revisar que ningún cable este roto en el estator

El motor arranca, pero no a su velocidad nominal adecuada- cuando se presenta esta falla es necesario realizar lo siguiente:

- Revisar que no exista un suministro bajo de voltaje
- Revisar que no exista una conexión defectuosa del circuito de la armadura

El motor presenta vibraciones y/o ruido- cuando el motor presenta esta anomalía es necesario verificar lo siguiente:

- Revisar todos los rodamientos del motor ya que es posible que alguno de ellos este averiado
- Revisar que los pernos o tornillos de montaje estén completamente flojos
- Revisar que no exista contacto entre la armadura y las bobinas de campo

El motor se sobrecalienta

En este caso se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Revisar que la instalación del motor sea la correcta
- Que los cojinetes no estén dañados
- Que no exista una vibración externa excedente

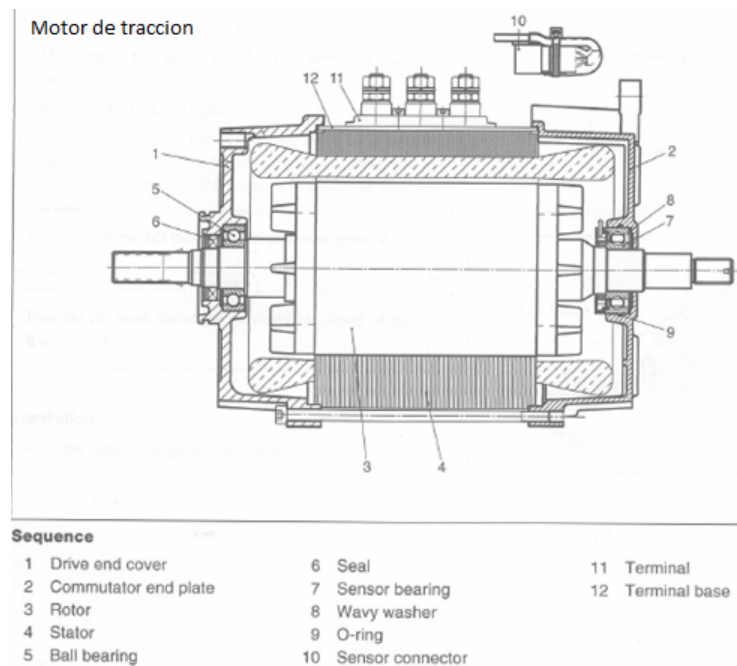


Figura 21 - Motor de tracción - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved.

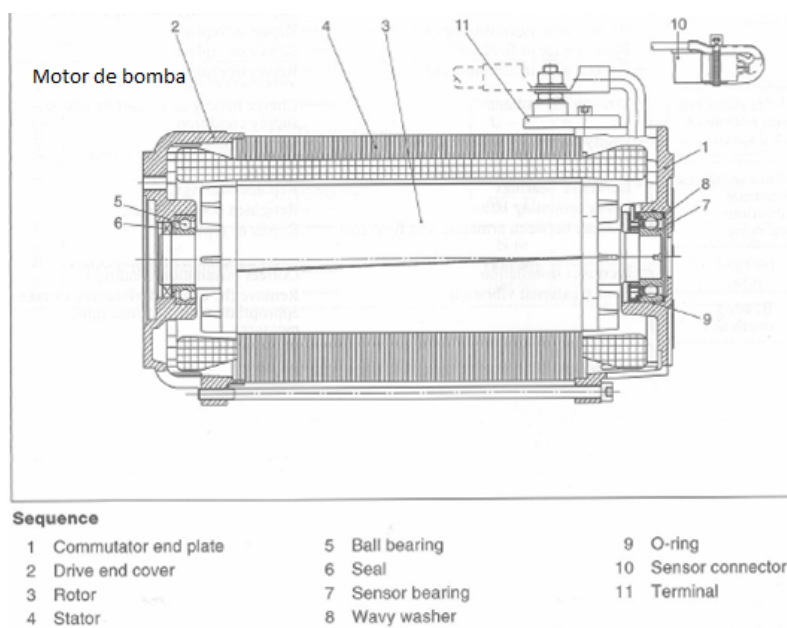


Figura 22 - Motor de bomba - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 sfby MCFA, All Rights Reserved

3.3 Sistema hidráulico

El sistema hidráulico en un montacargas es una parte fundamental, ya que este sistema es el encargado de realizar el trabajo pesado. Este sistema realiza la tarea final que consiste en levantar la carga, hacer maniobras y depositarlas en el punto final requerido y está conformado por tres pistones de levante (2 laterales y un pistón central), 2 pistones de inclinación, un depósito o tanque hidráulico, una válvula de control y otra de flujo regulable, así como la válvula de seguridad hacia abajo. A continuación en la figura (23) se muestran las partes que componen el sistema hidráulico:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1.- Tanque o depósito hidráulico |  |
| 3.- Válvula de control |  |
| 5.- Válvula de seguridad hacia abajo |  |
| 6.- Pistones |  |
| 7.- Pistones de inclinación |  |
| 8.- Pistón central de levante |  |

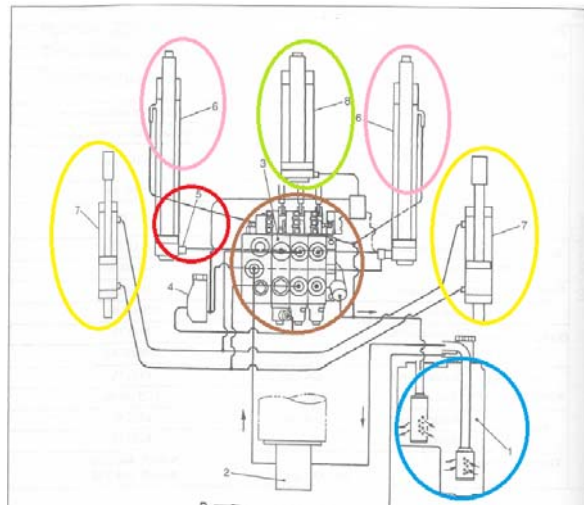


Figura 23 - Sistema Hidráulico - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

Cuando se acciona la palanca de elevación o palanca de inclinación, los microswitch situados en el carrete de la válvula de control que envían señales a la tarjeta lógica en el controlador principal. Sobre la base de las señales recibidas de la tarjeta lógica se acciona el motor de la bomba y opera la bomba de aceite (el aceite fluye desde la bomba de aceite) al sistema hidráulico de la misma manera como en los modelos eléctricos.

3.3.1 Válvula de control o levante

La válvula de control o elevación contiene una válvula principal, así como una electro válvula que permite la apertura y cierre del flujo de aceite hidráulico, el cual permite levantar o bajar el pistón central de levante. Esta válvula es accionada por un microswitch que está situado sobre la válvula, como muestra la figura (24) y, al ser accionado, envía una señal lógica para que subir o bajar el pistón.

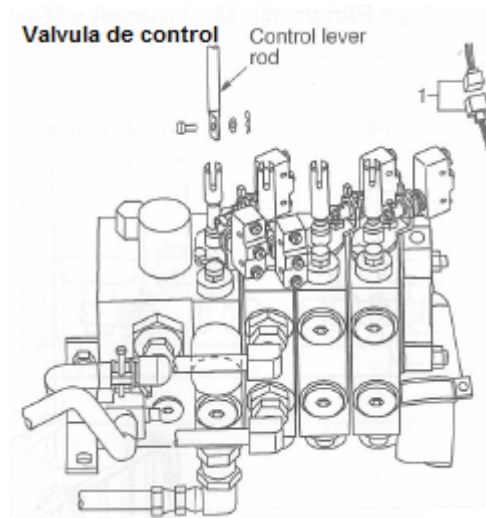


Figura 24 - válvula de control - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

3.3.2 Pistones de inclinación

Los pistones de inclinación (laterales izquierdo- derecho) tienen el mismo principio de funcionamiento que el pistón de levante o elevación, pero a diferencia de estos permiten mover el mástil completamente algunos grados de inclinación para poder colocar perfectamente la carga. Estos pistones como muestra la figura (25) son de doble efecto para permitir la inclinación y regreso del mismo.

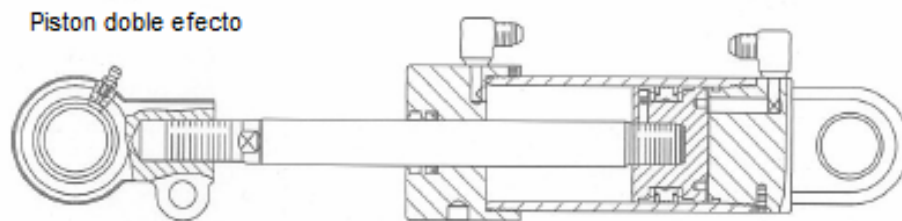


Figura 25 - Pistón de inclinación - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

3.3.3 válvula reguladora de caudal

La válvula reguladora de caudal mostrada en la figura (26), permite controlar la velocidad de avance o retroceso de un cilindro, regulando la velocidad en un sentido.

El aire puede circular por la estrangulación o por el anti retorno, el cual cuando le deje paso libre circulará a la misma velocidad que en el resto del circuito, sin embargo, cuando el anti retorno le corte el paso el único camino que le quedará será la estrangulación y por lo tanto disminuirá su velocidad.

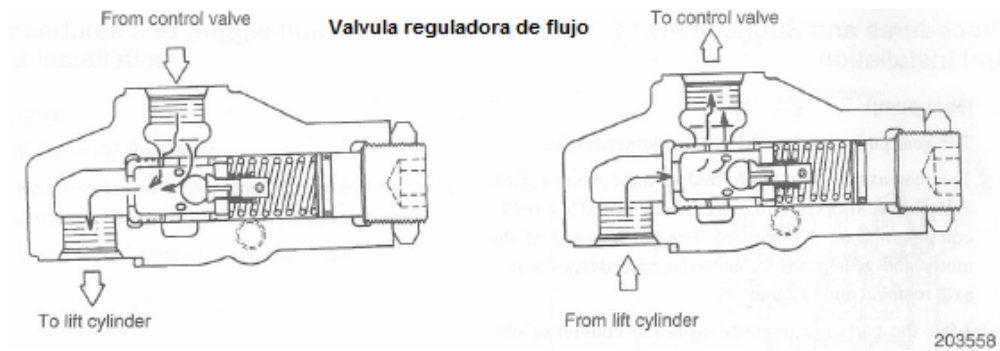


Figura 26 - válvula - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

3.3.4 Tanque hidráulico

El tanque o depósito hidráulico es una parte fundamental en el sistema, ya que contiene todo el aceite hidráulico que permite que el sistema funcione, además cuenta con un sistema de retorno que finaliza el ciclo de retorno del aceite en el sistema.

El tanque hidráulico se muestra en la figura (27) está compuesto por:

- 1.- Manguera de retorno del eje trasero
- 2.- Manguera de succión
- 3.- Manguera de retorno
- 4.- Tapa y bayoneta del nivel de aceite
- 5.- Abrazadera de acoplamiento
- 6.- Sello, tubería y filtro de retorno
- 7.- Juntas, tubería y filtro de succión
- 8.- Tanque

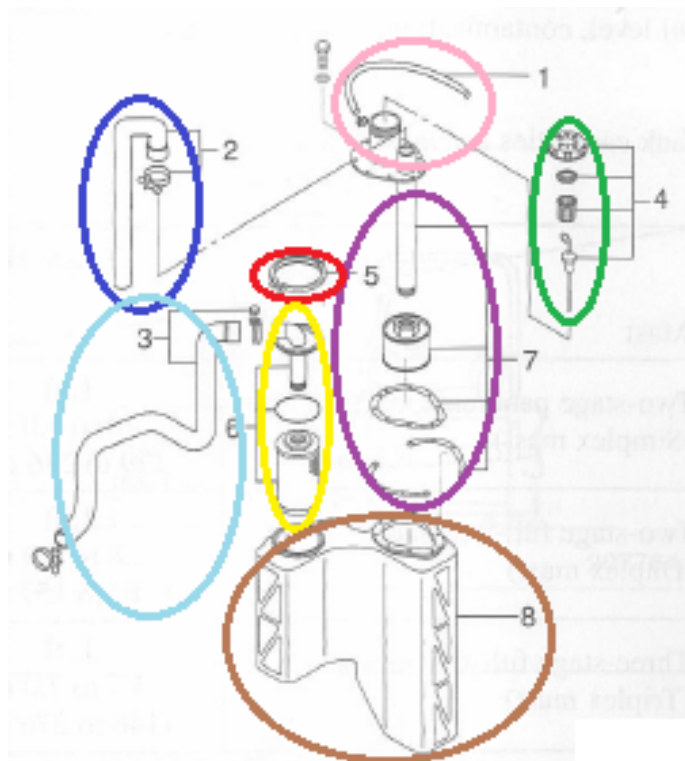


Figura 27 - Composición del tanque hidráulico - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.-
Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

El depósito a pesar de ser de almacenamiento y retorno, también representa un papel muy importante en el sistema hidráulico, el cual en su interior cuenta con filtros que deben cambiarse en un mantenimiento preventivo, así como también es necesario cambiar el fluido hidráulico ya que el tanque o deposito puede presentar anomalías o sobrecalentamiento por un mantenimiento no adecuado.

Tanque hidráulico con sobrecalentamiento

Si el tanque hidráulico presenta sobrecalentamiento es necesario revisar los siguientes aspectos ya que alguno de ellos puede causar el sobrecalentamiento:

- Revisar la viscosidad del aceite hidráulico ya que puede encontrarse demasiado degradado.

- Carga de trabajo excesiva en condiciones severas
- Mal ajuste de la válvula de alivio
- Motor de bomba desgastado
- Manguera de descarga doblada o tapada

Se deben revisar minuciosamente los elementos antes mencionados, para evitar el sobrecalentamiento en el sistema hidráulico y así prevenir averías o fallas en el sistema. La figura (28) muestra el diagrama hidráulico completo.

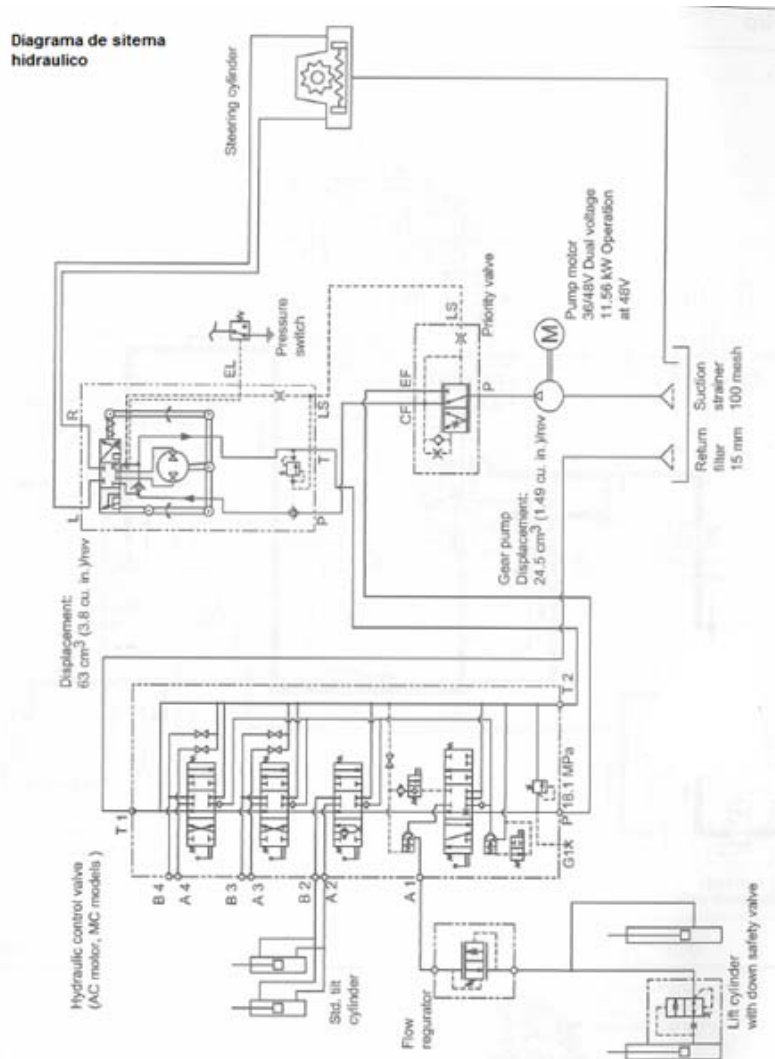


Figura 28 - Diagrama hidráulico - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

3.4 Sistema de control

El sistema de control en general, está constituido por cuatro controladores independientes, que son los que se encargan de controlar todo el montacargas, (unidad lógica, controlador de motor de tracción izquierdo y derecho y controlador de bomba) como muestra la figura (29), estos están relacionados por el Controller Área Network (CAN) que en este caso les permite a los controladores comunicarse entre sí para controlar el montacargas. (Mitsubishi Caterpillar Forklift America Inc., 2008)

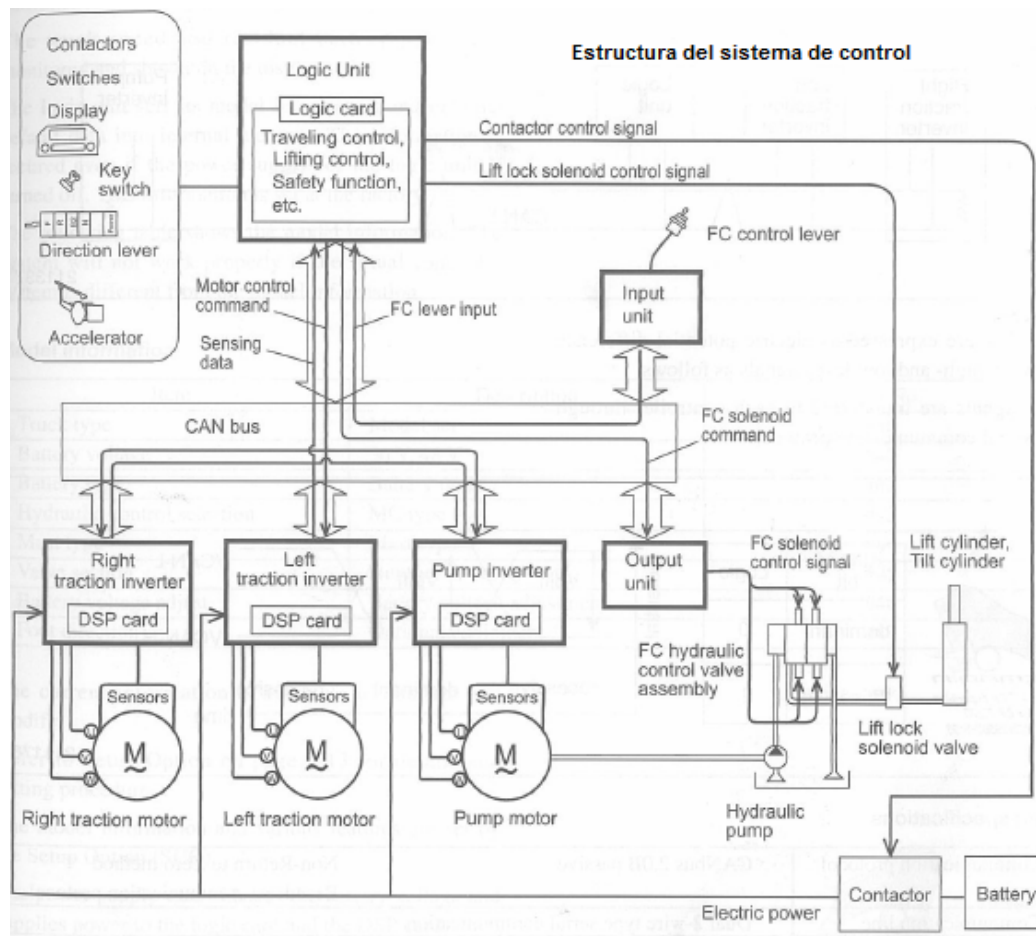


Figura 29 - Diagrama general de control - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.-
Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

Dentro de los 4 controles se encuentra la unidad lógica, la cual es el corazón del sistema de control del montacargas, la cual va conectada a otros dispositivos del sistema como contactores, bobinas etc., estos cuatro controladores llevan inversores de corriente para poder alimentar los motores con corriente alterna mediante una alimentación de 48 volts de corriente directa.

3.4.1 Controller Area Network (CAN)

Cada controlador está vinculado con el arnés principal del montacargas, para formar una red como la que se muestra en la figura (30) Las resistencias terminales están incorporadas en el inversor de tracción derecha y el inversor de motor de bomba. Si las resistencias terminales no están conectadas correctamente, podrían producir fallas de comunicación entre la unidad lógica y los inversores. (Mitsubishi Caterpillar Forklift America Inc., 2008)

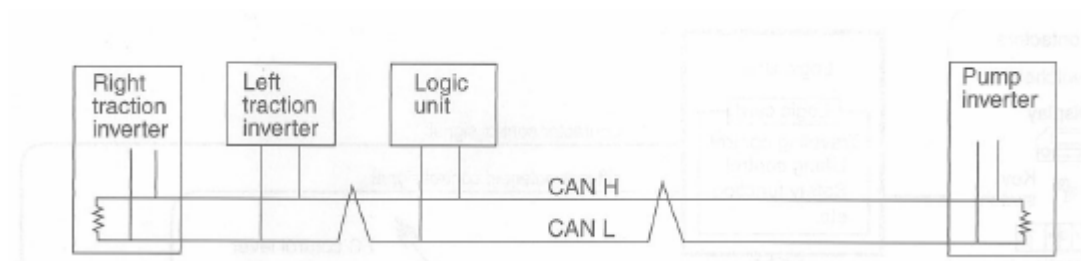


Figura 30 - Diagrama CAN- Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

Los datos se expresan como diferencia de potencial eléctrico entre señales de alta y baja actividad como se muestra en la figura (31). Las señales se transfieren a través de cada controlador por el protocolo de comunicación serial.

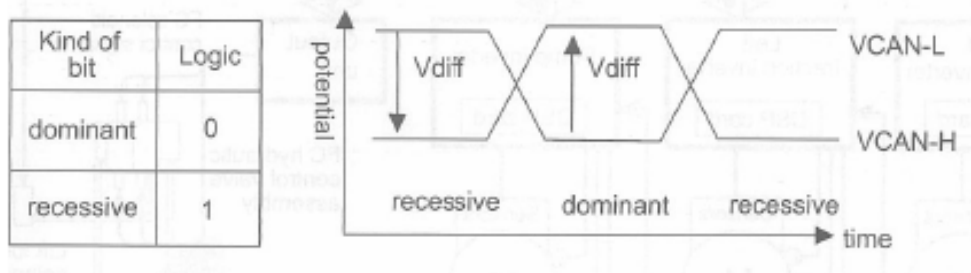


Figura 31 - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved.

Unidad lógica

Este controlador incluye una tarjeta de potencia y la tarjeta lógica como se observa en la figura (32), para controlar todos los puestos de trabajo del montacargas y está ubicada exactamente bajo los pies del operador. El controlador envía una orden de control al motor de los inversores del controlador de tracción izquierdo/derecho a través de la palanca de dirección y el pedal de aceleración, así como también identifica y analiza un mal funcionamiento del mismo.

Targeta Logica

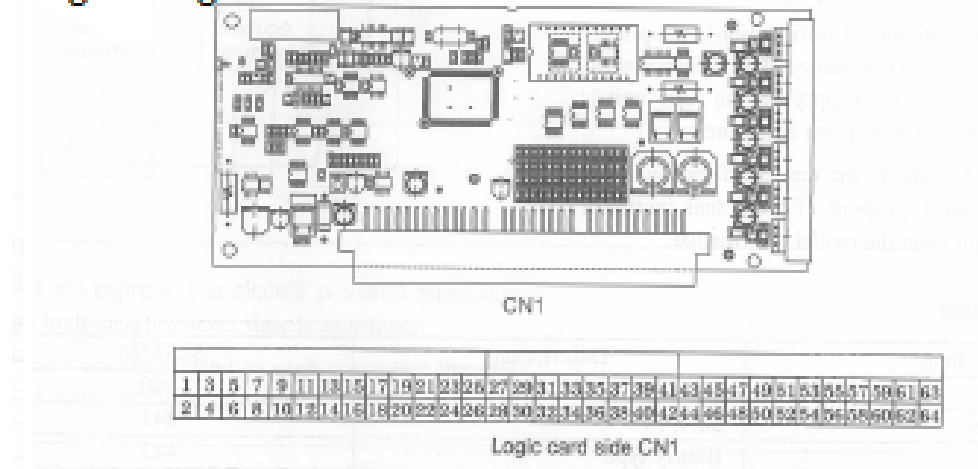


Figura 32 - Tarjeta de unidad logica - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

La entrada de la palanca activa comandos que se envían al control de motores del inversor de la bomba, y además supervisa un mal funcionamiento del sistema de control hidráulico. La velocidad del montacargas y energía de la batería residual son monitoreados y se muestran en la unidad de visualización.

La unidad lógica establece la información de modelo y opción a datos, por medio de la memoria y esta información es asegurada incluso si la fuente de alimentación por la unidad lógica es apagada. En la figura (33) muestra la unidad lógica completa.

Unidad Logica

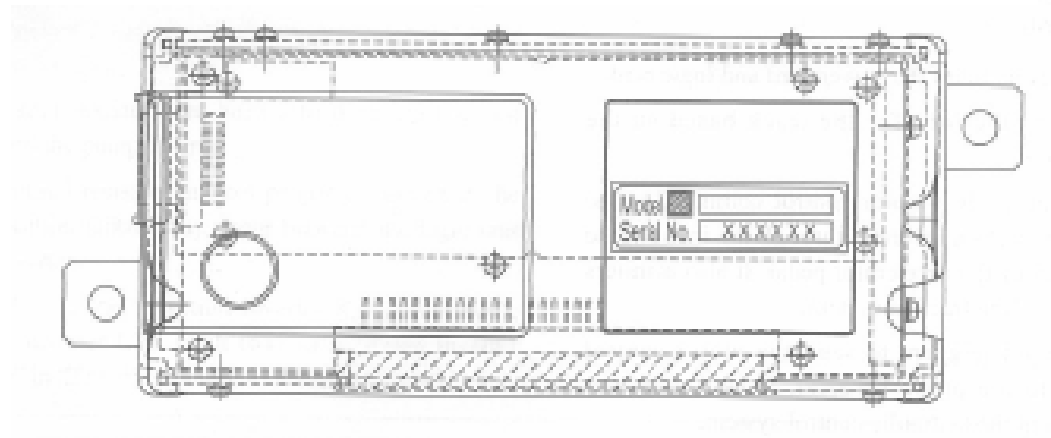


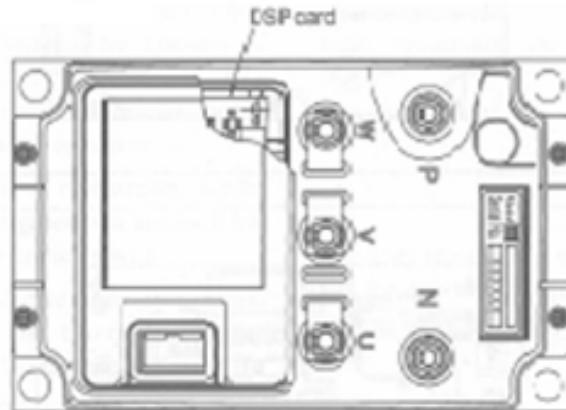
Figura 32 - Unidad lógica - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

Inversor

El inversor es un variador de voltaje del motor que funciona mediante una tarjeta DSP (Procesador de Señales Digitales), esta tarjeta controla los motores de inducción de C.A. (Corriente Alterna) según el comando de control de la unidad lógica. También controla el mal funcionamiento de

motores y las condiciones en que se encuentra el motor. En la figura (32) se muestra la tarjeta DSP para los motores de tracción y figura (33) para motor de bomba. Cuando se produce un mal funcionamiento, este detiene los motores e informa a la unidad lógica. La tarjeta DSP contiene los chips que permiten alta velocidad de cálculo y la inducción de la corriente alterna de los controladores de los motores. El módulo (IMS) cuenta con varios módulos de MOS-FET que convierten corriente continua de la batería en corriente alterna para los motores de tracción y la bomba. (Mitsubishi Caterpillar Forklift America Inc., 2008)

Inversor de tracción



Tarjeta DSP

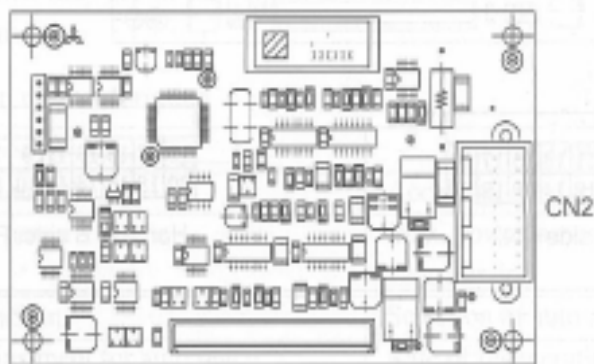


Figura 32- inversor de tracción y tarjeta dsp - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.-
Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved



Tarjeta DSP

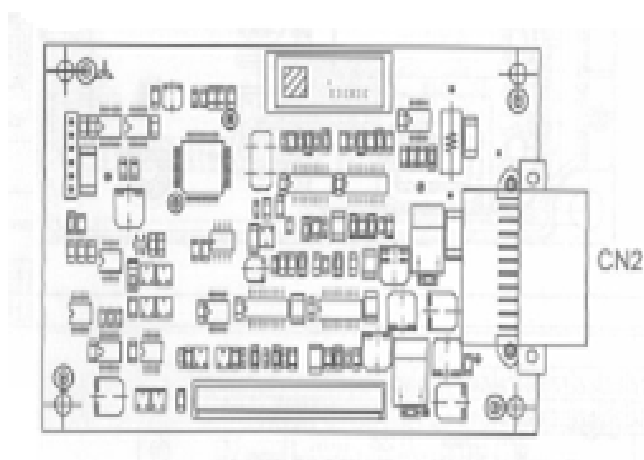


Figura 33 - controlador de bomba y tarjeta de control - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

CAPITULO IV: CONTROLADOR Y MANUAL DE REPARACIÓN

4.1 Controlador

Una parte fundamental en un montacargas es el sistema de control ya que, a través de él los controladores activarán cualquier elemento, incluso el sistema electrohidráulico, pero sin la parte de control los demás elementos no pudran ser activados o accionados, ya que el controlador es el que se encarga de enviar los voltajes, pulsos eléctricos y señales a cada componente para hacerlo funcionar.

El montacargas cuenta con tres controladores que son:

- Controlador de motor de tracción izquierdo
- Controlador de motor de tracción derecho
- Controlador de motor de bomba

4.2 Controladores de tracción y bomba

Estos controladores son alimentados directamente de la batería de 48V y tienen en su interior un inversor de corriente y se encuentran estructurados en tres partes como son: el inversor de corriente, el de control y el de potencia, como muestra la figura (34).



Figura 34 - Controlador de tracción

4.3 Inversor

El dispositivo que convierte la corriente alterna (CA) en corriente directa (CD) se le conoce como inversor de corriente (Tarjeta DSP), se muestra en la figura (35). La batería del montacargas brinda un voltaje de 48V de CD, el cual se debe transformar en CA para alimentar los motores ya que son trifásicos de CA

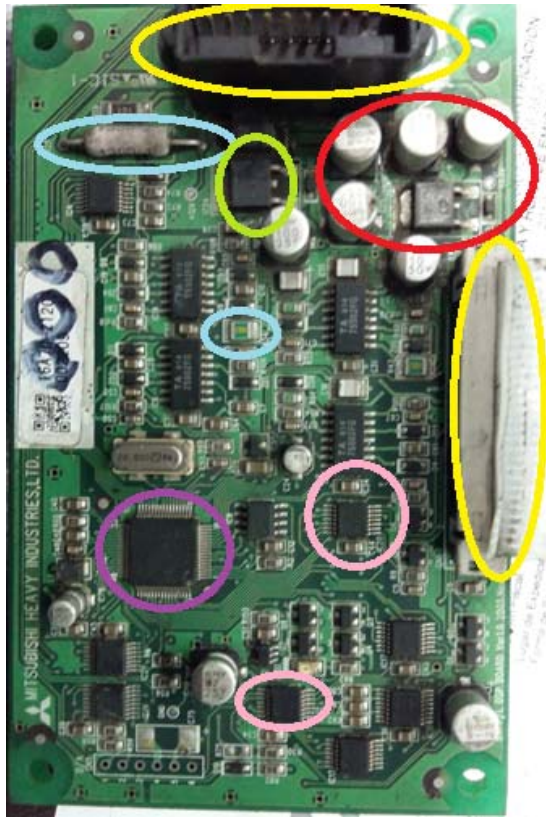


Figura 35 –Inversor de corriente (Tarjeta DSP)

1.- Conectores



2.- Resistencias



3.- Diodos



- 4.- Transistor
- 5.- Circuitos integrados
- 6.- Microprocesador

En la figura (36), se muestra el diagrama de la tarjeta de estado DSP donde se observa el principal funcionamiento del control de la tarjeta.

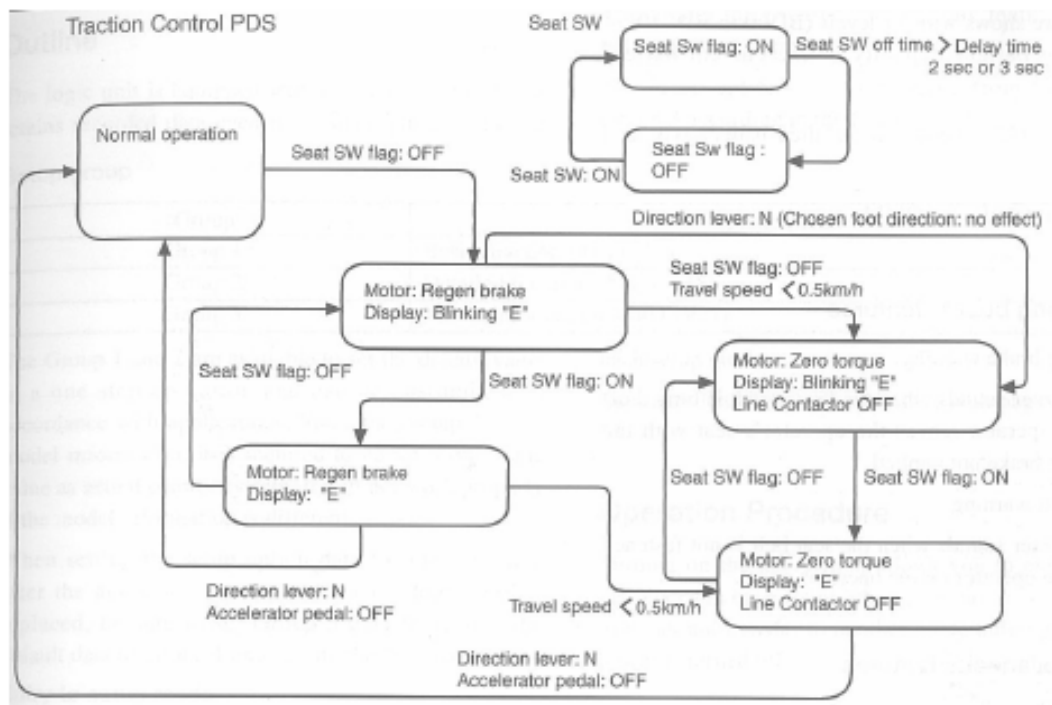


Figura 36 -Diagrama de estado de la tarjeta DSP- Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.-
Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved.

Cambio cíclico del voltaje de C. C.

Si el interruptor en el circuito como muestra la figura 4, se activa con un pulso T1 y apaga en T2, repitiéndose la operación varias veces el promedio del

voltaje aplicado a la carga, se determina con la relación de T1 y T2 resultando una tensión variable.

La relación entre T1 y T2 se conoce como “porcentaje de relaciones” y cambiando el porcentaje de esta relación es posible obtener un cambio de tensión cíclicamente, como se muestra en la figura (37).

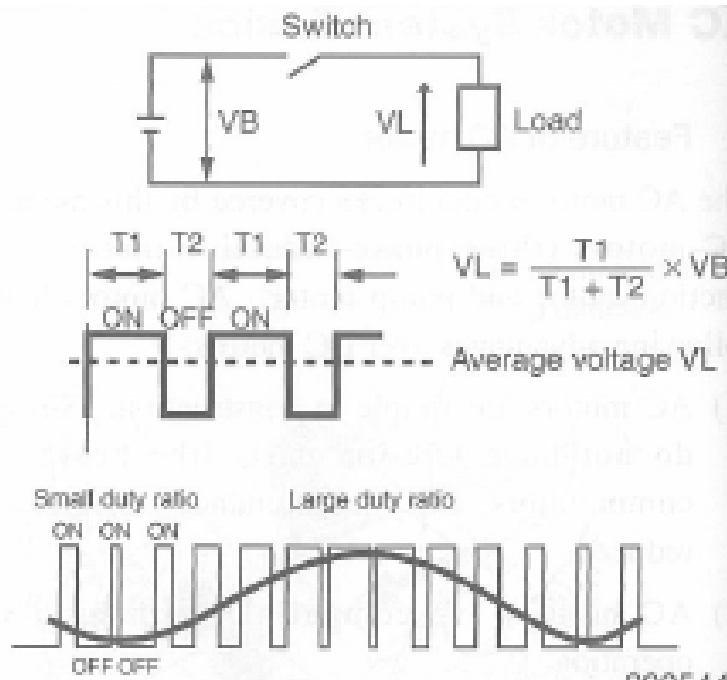


Figura 37 - Porcentaje de relaciones - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

Conversión de corriente continua a corriente alterna

Para controlar el motor trifásico de CA utilizando la batería que entrega la energía requerida para generar tres fases (U, V, W), con una forma de onda idéntica y desfaseamiento de 120° , se utiliza un circuito con seis interruptores del S1 a S6 y se disponen como se muestra en la figura (38).

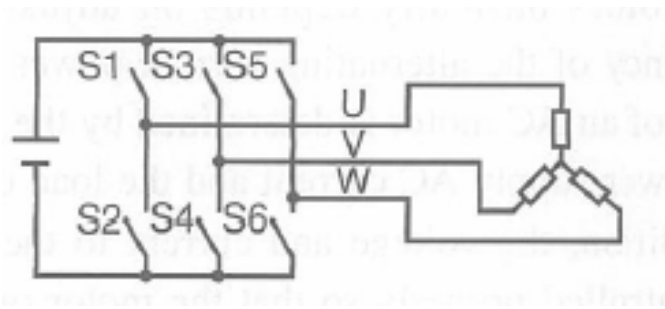


Figura 38 - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

Las salidas generadas son forma de onda de corriente alterna con tres fases diferentes que muestran condiciones de encendido y apagado de cada interruptor así como la variación de la tensión de salida.

Los interruptores del inversor del motor de CA del montacargas, son transistores (MOS-FET), los cuales pueden cambiar a velocidades muy altas, creando así suaves formas de onda de corriente alterna, como se puede observar en la figura (39). (Mitsubishi Caterpillar Forklift America Inc., 2008)

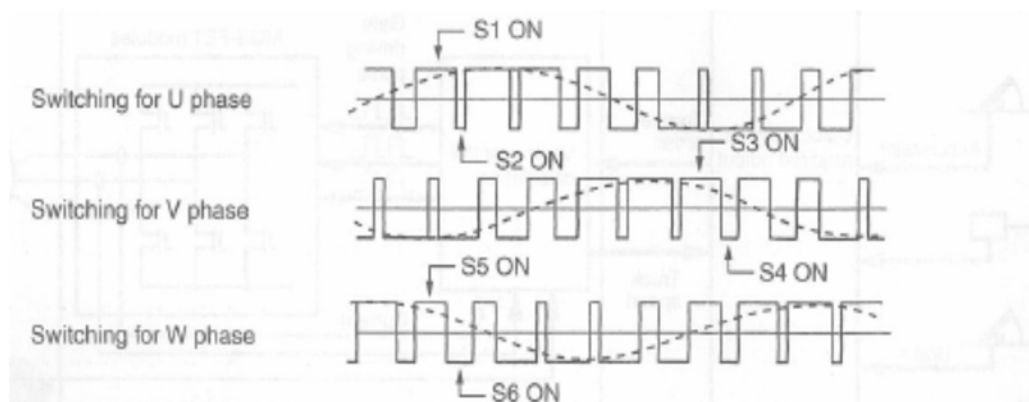


Figura 39 – Ondas de corriente alterna - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved .

4.4 Manual de reparación

Cuando un montacargas Caterpillar presenta la falla #45 y/o #46 significa que el controlador de tracción ya sea derecho o izquierdo tiene una anomalía.

Para poder determinar y realizar un diagnóstico de falla, es necesario realizar las siguientes pruebas y tomas de lecturas como se indica en este manual, cabe mencionar que no todos los elementos son intercambiables, tales como los microprocesadores, circuitos integrados, módulos, etc.

A continuación, se enlistan algunos pasos a seguir para determinar la posible falla:

- 1) Se requiere un multímetro y se selecciona el indicativo en DC. Revisar las condiciones de todos los fusibles que contiene el montacargas, ya que si alguno esta dañado, podría ser que el montacargas este bloqueado.
- 2) Desconectar la batería del montacargas y verificar que entregue un voltaje de 48 V en CD, tomando el negativo de la celda 1, al positivo de la celda 24 como muestra la figura (40), lo cual debe arrojar el voltaje mencionado.
- 3) Energizar nuevamente el montacargas para realizar lecturas y realizar pruebas. Es importante verificar que ningún cable de las seis faces que van del controlador a los motores de tracción estén doblados aprisionados o rotos, por lo que es importante realizar una prueba de continuidad a cada cable para verificar que no se encuentren dañados.



Figura 40 - Cables de conexión

- 4) Desconectar el motor que se encuentre conectado al controlador. No se debe omitir este paso porque de lo contrario se produce un cortocircuito que daña los módulos de potencia.
- 5) Se tiene que colocar la terminal de color negro del multímetro al borne del negativo, y la punta roja positiva en cada fase del controlador de tracción, U V W.



Figura 41 – Fases del controlador.

6) Al tomar lectura en la fase U, V, W cada una debe registrar un voltaje de 16.4 V

7) Si no se registra la medición indicada de 16.4 V, en este caso el voltaje será de: 0V a 4V, lo que define la falla y la fase a reparar; en caso de no ser así es necesario seguir con los demás pasos del apartado siguiente hasta llegar al diagnóstico de falla.

4.4.1 Reparación de los módulos de potencia y análisis de las tarjetas de control.

Sistema DSP (Procesador de Señales Digitales)

1) Es un sistema de conexión con la tarjeta de Control secundario: contiene un cable delgado, con 14 pines que se conectan con un arnés (FLEXO), el cual presenta daño al manipularse porque se tienen que desconectar para retirar las piezas del controlador, debido a que son muy sensibles y difíciles de conseguir en el mercado, por lo que deben ser manipulados con precaución. Se debe procurar no perder el plástico que hace la función de calza porque de lo contrario el arnés no ejercerá presión y se desprenderá fácilmente.

2) Microcontrolador: Es el que recibe las señales de entrada y las instrucciones que cumplan las condiciones de Encendido\Apagado de los mos-fets el cual se muestra en la figura (42). Es irreparable por lo que, al dañarse se recomienda cambiar la tarjeta DSP completamente.



Figura 42- Microcontrolador

3) Verificar el estado de los conectores, es decir que no se encuentren rotos o doblados y además es necesario limpiar y sopletearlos, para asegurar que estén adecuadamente conectados. Figuras (43) y (44).



Figura 43 – Conector (a)



Figura 44 – Conector (b)

4) Verificar Daños en los componentes secundarios de la tarjeta DSP

a) Capacitores: Estos dispositivos son muy sensibles al daño, tienen polaridad al ser electrolíticos, son de aspecto redondo y metálico, como muestra la figura (45). Se debe tomar lectura a cada uno de los capacitores que contiene la tarjeta DSP para diagnosticar si alguno de ellos está dañado, en caso de ser así debe ser sustituido.



Figura 45 - Capacitores electrolíticos

b) Resistencias: estos dispositivos varían su tamaño dependiendo de su potencia, como se observa en la figura (46) y existe una forma de saber su falla, se pueden calentar hasta perder su color lo que indica que están dañados. También se debe verificar que arrojen el valor de resistencia que indica la placa donde están conectadas para así descartar si alguna

resistencia se encuentre dañada. En caso de ser así esta debe ser sustituida por una nueva, con las mismas características.



Figura 46 – Resistencia

c) Circuitos integrados secundarios: Estos dispositivos cuentan con varios pines de conexión y varias salidas\entradas, y suelen desoldarse en ambientes muy húmedos, por lo que es necesario que en los servicios preventivos que se realizan cada 4 meses se de mantenimiento preventivo a esta tarjeta electrónica.

Tarjeta de control secundaria

Esta tarjeta secundaria mostrada en la figura (47) recibe la orden de las señales de la tarjeta DSP. Mediante el flexo que tiene la función de unir las tarjetas de control por medio de orificios conectados a unos postes que tienen las tarjetas de potencia las cuales se aseguran con unas tuercas de 10mm. Esta tarjeta está dividida en los siguientes componentes:

- 1) Banco capacitivo: estos capacitores electrolíticos están conectados en paralelo, es decir en el borne negativo y positivo. Tienen un aspecto redondo y color azul por lo que son fáciles de identificar. Se requiere medir cada valor de los capacitores con el multímetro en la opción de capacitancia. Este valor debe ser de 1600 uf.

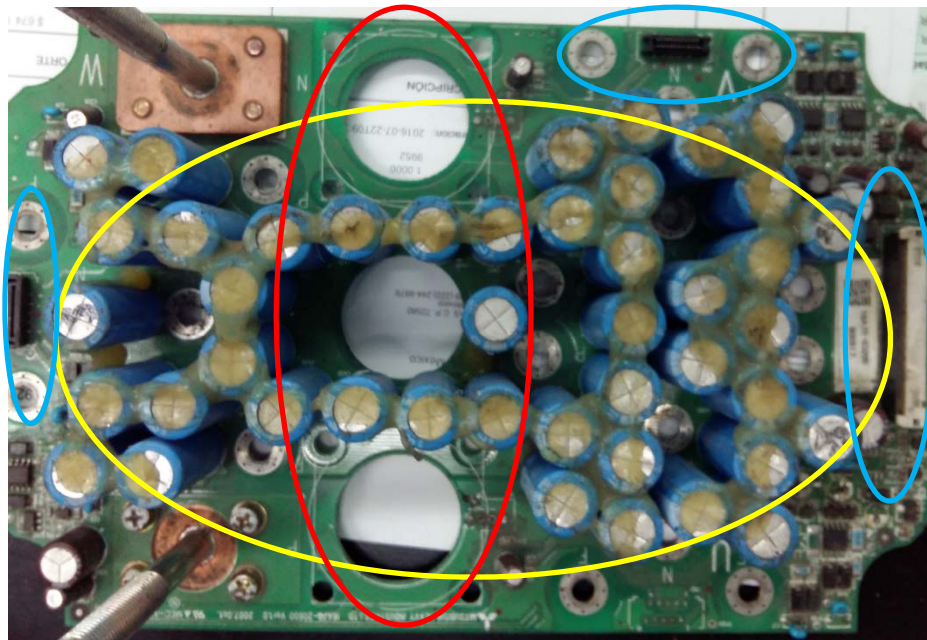


Figura 47 - Tarjeta de control secundaria

- Banco capacitivo
- Cavidades de sujeción a las tarjetas de potencia
- Conectores para un flexo más pequeño que conecta la tarjeta de potencia.

2) Circuitos integrados: Cumplen la función de amplificar la señal antes de ser entregada a los mos-fets. Los circuitos integrados son elementos que no son intercambiables debido a su tamaño, ya que es complicado retirarlos y sustituirlos por su diseño, además de requerir equipo especial para soldarlos. Simplemente se puede hacer una inspección visual y física del mismo para verificar un daño físico a simple vista.

3) Verificar que las resistencias den una lectura de acuerdo a su valor especificado y en caso de que alguna este dañada, debe ser sustituida.

4) Verificación de diodos: Se debe colocar el multímetro en opción de chequeo de diodos, si alguno resulta dañado el multímetro lo señalara indicando que existe un cortocircuito o en el otro caso indicara, resistencia infinita si se encuentra abierto. Es importante identificar en la placa que pin es el Ánodo y cual es el cátodo.

5) Bornes: Son muy importantes ya que a través de ellos circula una corriente alta, por lo que es necesario asegurar bien los tornillos que unen el motor con el controlador, como se muestra en la figura (48), ya que una borne flojo, causa problemas de calentamiento, fundiendo los sensores de corriente o la carcasa del controlador.



Figura 48 - Bornes del controlador

6) Sensores de corriente: estos sensores, se encuentran diseñados para medir la corriente, enviando una señal de voltaje al controlador. Estos se dañan por exceso de calor que producen los bornes flojos, de ser así es necesario reemplazar completamente tarjeta.

Tarjeta de potencia.

Esta tarjeta es el control final del controlador, se encuentran 16 mosfets conectados en una sola tarjeta por fase como se muestra en la figura (49); en esta etapa se concluye la señal del microcontrolador para activar o desactivar los mosfets. Se debe verificar la tarjeta de la siguiente forma:

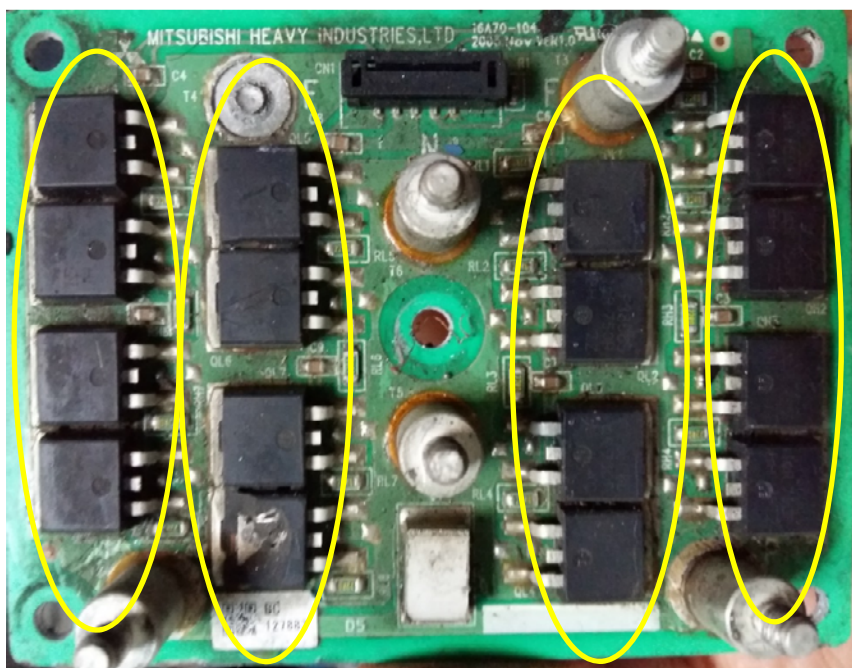


Figura 49 – MOS-FETS del módulo de potencia

A) Mosfets: estos dispositivos cuentan con 3 terminales identificadas con el nombre de drenaje, surtidor y tierra como se observa en la figura (50), y se debe realizar la siguiente prueba:

La terminal de la compuerta (gate) se le aplica un voltaje variable de 1.5 V a 5 V de corriente directa; conectar un led con una resistencia de 220 ohm en serie con el drenaje y surtidor enviándolo a tierra para cerrar el circuito y comprobar que el LED enciende, si se varia el voltaje en la compuerta, el LED debe variar su intensidad luminosa. Al aplicar un voltaje de 0 V o tierra, el mosfet debe dejar de conducir apagando el LED.

B) Bornes: en la tarjeta de potencia se encuentran 6 bornes donde: 2 son fases, dos son positivos y los últimos dos son tierra, se toman de referencia para medir voltajes y saber si están en corto circuito o abiertos.

C) Reemplazo de mosfets: se pueden sustituir los mosfets para reparar las tarjetas de potencia calentando las conexiones del dispositivo en la tarjeta

por la parte inferior con gas butano, para que entre en contacto con el disipador de calor, funde el estaño y se retiran con unas pinzas, en seguida colocar el nuevo elemento.

Estas son las posibles fallas y soluciones que se pueden generar dentro del controlador y es necesario seguir cada uno de los pasos mencionados para realizar un buen diagnóstico.

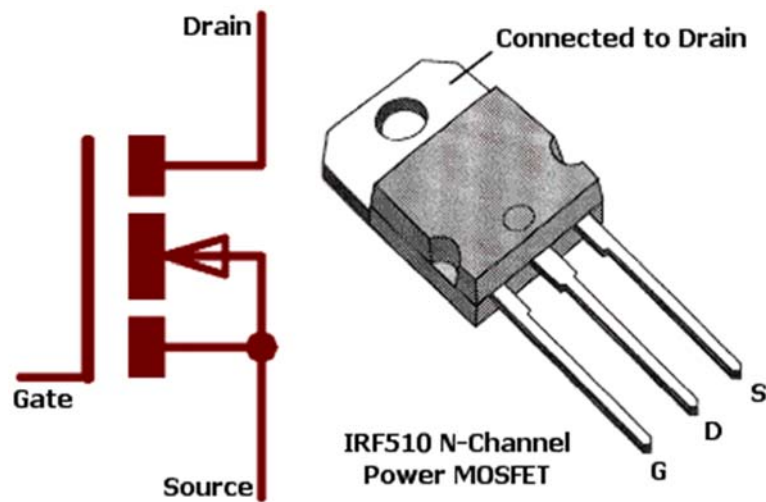


Figura 50 - Diagrama - Mitsubishi Caterpillar forklift american inc.- Copyright© 2008 by MCFA, All Rights Reserved

Conclusión

Es de suma importancia, conocer cada una de las características del equipo o equipos con los que se trabaja, y como operan, y de forma particular el Montacargas eléctrico ET3000 Caterpillar 48V, por lo tanto siempre será de gran ayuda leer los manuales del equipo de trabajo ya que proporcionan todas las especificaciones tanto de uso como manteniendo del mismo.

Este manual de información detallada es de gran ayuda para dar un tiempo de respuesta al cliente, en caso de que uno de sus equipos presente alguna falla, además de contar ahora con este manual de reparación del controlador de tracción ya sea izquierdo o derecho, se podrá dar respuesta a esta falla, es muy impórtate mencionar esto, ya que el tiempo de entrega de un nuevo controlador de tracción es de 2 y medio a 3 meses. Es por esta razón que el manual de reparación del controlador de tracción, es demasiado factible. Además de que en el aspecto económico, se proporcionan grandes ahorros ya que el precio aproximado de un controlador de tracción es de \$60,000.00, pero más a un la sustitución más costosa es la tarjeta de potencia que tienen un costo aproximado de \$10,000.00, con lo que se demuestra que realizando la implementación usando el manual realizado es de gran ayuda.

Con este manual se han reparado tres montacargas, se hizo porque el daño en los controladores de tracción no fue muy severo, en caso contrario el controlador se sustituye por uno nuevo. De estas reparaciones ninguna ha presentado falla pero es de mucha importancia darles seguimiento a estos equipos, para monitorear el funcionamiento de los controladores. Los controladores reparados en caso de presentar falla cabe la posibilidad de volver a repararse dependiendo de las condiciones en que se encuentre al hacer el diagnostico e identificar los elementos dañados. Se considera que es factible el reemplazo del controlador, cuando los daños internos en el

controlador son severos y casi la mayoría de los elementos fueron dañados, en caso contrario se puede reparar sin ningún inconveniente.

Con todos los beneficios mencionados se puede concluir que este manual genera puntos de aspecto positivo, como son, reducción de tiempo de respuesta, evita la renta mensual de equipo por parte del cliente, y dar respuesta a una falla del manual que el fabricante proporciona no incluye, al contar solo con un manual de mantenimiento preventivo y por lo que resulta de gran beneficio tener un manual de reparación para el controlador de tracción, del cual su implementación es casi aproximadamente de un 90% factible.

Referencias bibliográficas

- [1]Carlos.D. (2014). *Manejo defensivo en montacargas*. Recuperado el 01 de 11 de 2016, de Montacargas:
<http://saes.org.ar/revista/2014/montacargas.pdf>
- [2] Garcia, E. (21 de Enero de 2013). *Seguridad en estabilidad de montacargas*. Recuperado el 01 de 12 de 2016, de Estabilidad, montacargas, Seguridad:
<http://losmontacargas.mx/2013/01/seguridad-en-estabilidad-de-montacargas/>
- [3] Landoll Corporation. (2009). *Service Manual*. Marysville Kansas: MHPG.
- [4] Mitsubishi Caterpillar Forklift America Inc. (2008). *Service Manual*. Houston TX. : MCFA.