

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**“PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL DE UNA MÁQUINA  
ETIQUETADORA TRINE 4500, AUTOMATIZADA CON PLC  
MITSUBISHI”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

TALAVERANO OCHICUA, VICTOR MARCELO

**Villa El Salvador**  
**2017**

### **DEDICATORIA:**

Dedico mi proyecto de ingeniería a mis padres y a todas las personas que formaron parte de mi vida universitaria, que han hecho posible que pueda desarrollarme y culminar con éxito mis estudios profesionales.

## **AGRADECIMIENTO**

A los profesores de la Universidad Tecnológica de Lima Sur por sus aportes para profundizar mis conocimientos y crecimiento personal. A mis padres, hermanos y tíos que me apoyaron incondicionalmente en esta etapa de mi vida académica.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	10
1.2. Justificación del Problema.....	11
1.3. Delimitación del Proyecto.....	12
1.4. Formulación del Problema.....	12
1.5. Objetivos.....	13
1.5.1. Objetivo General.....	13
1.5.2. Objetivos Específicos.....	13
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	14
2.2 Bases Teóricas.....	18
2.3 Marco Conceptual.....	61
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA</b>	
3.1 Descripción de la máquina y del Plan de Mantenimiento Overhaul.....	65
3.2 Aplicación del Plan de Mantenimiento Overhaul.....	84
3.3 Revisión y Consolidación de resultados.....	92
<b>CONCLUSIONES</b> .....	97
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	98
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	99
<b>ANEXOS</b> .....	102

## LISTADO DE FIGURAS

- Figura N° 01: Plan de Mantenimiento.
- Figura N° 02: Indicadores de Mantenimiento.
- Figura N° 03: Las 5S
- Figura N° 04: Estructura de un PLC.
- Figura N° 05: PLC Mitsubishi.
- Figura N° 06: Esquema General de la Máquina – Vista Frontal.
- Figura N° 07: Esquema general de la máquina trine 4500 automatizada con PLC  
- Vista superior
- Figura N° 08: Esquema del sistema de manipulación de etiquetas y registro
- Figura N° 09: Esquema del proceso de corte y transferencia
- Figura N° 10: Esquema de la manipulación de contenedores
- Figura N° 11: Secuencia de alimentación de etiquetas
- Figura N° 12: Cronometraje del engranaje de la rueda de goma
- Figura N° 13: Sistema de tensión de la red
- Figura N° 14: Panel de control de tensión
- Figura N° 15: Ajustes de tensión
- Figura N° 16: Ubicaciones de las clavijas del potenciómetro.
- Figura N° 17: Plan de Mantenimiento OVERHAUL MS PROJECT

## LISTADO DE TABLAS

Tabla N° 01: Clasificación según el tipo de memoria.

Tabla N° 02: a: Componentes de la máquina Trine 4500 – Vista Frontal

Tabla N° 02: b: Componentes de la máquina trine 4500 – vista superior

Tabla N° 03: Procedimiento de mantenimiento OVERHAUL de la máquina etiquetadora.

Tabla N° 04: a: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento OVERHAUL a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 04: b: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento overhaul a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 04: c: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento overhaul a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 04: d: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento overhaul a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 04: e: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento overhaul a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 04: f: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento overhaul a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 04: g: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento overhaul a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 04: h: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento overhaul a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 04: i: Resultado de aplicar el plan de mantenimiento overhaul a la máquina etiquetadora trine 4500

Tabla N° 05: Interpretación de los resultados obtenidos ítem 1 al 3

Tabla N° 06: Interpretación de los resultados obtenidos ítem 4 al 8

Tabla N° 07: Interpretación de los resultados obtenidos ítem 9 al 12

Tabla N° 08: Interpretación de los resultados obtenidos ítem 13 al 16

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es un conjunto de actividades estructuradas como parte integral y estratégica de una empresa para lograr que los sistemas operen en las mejores condiciones posibles y permitan a otras funciones de la empresa cumplir con sus metas y objetivos, es una parte fundamental para el funcionamiento de cualquier empresa u organización, ya que con la aplicación de este se logra prolongar la vida útil de los bienes, disminuir los costos e incrementar las ganancias.

La labor del departamento de mantenimiento está relacionada con la prevención de accidentes y lesiones en el trabajador, tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones la maquinaria, herramientas y equipos de trabajo, lo cual permite un mejor desenvolvimiento y seguridad evitando riesgos en el área laboral.

El mantenimiento se clasifica en varios tipos, estos son: Mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, mantenimiento predictivo, mantenimiento sistemático y mantenimiento overhaul.

En el presente proyecto de ingeniería estará centrado en el tipo de mantenimiento overhaul que es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva.

Dicha revisión consiste en dejar el equipo a cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste.

En ese sentido en el presente proyecto de ingeniería se describe la aplicación de un plan de mantenimiento Overhaul de una Máquina Etiquetadora TRINE 4500 Automatizada con PLC Mitsubishi, motivo por el cual he dividido el proyecto en 3 capítulos.

En el Capítulo I, se describe el planteamiento del problema, que está basado las paradas inesperadas de una maquina etiquetadora TRINE 4500 y las pérdidas económicas que conlleva esta situación, siendo la causa principal la falta de un plan de mantenimiento Overhaul de la misma.

En el Capítulo II, se describe el marco teórico en la cual se sustenta la propuesta de solución, referente a cómo prevenir las paradas inesperadas de un maquina etiquetadora TRINE 4500. Estas bases conceptuales están relacionadas con la teoría del Mantenimiento, tipos y plan de aplicación de estos.

Finalmente en el Capítulo III, se desarrolla la propuesta de solución, realizando inicialmente el diseño del plan de mantenimiento Overhaul de la máquina Etiquetadora TRINE 4500, luego se mostrará la aplicación del plan de mantenimiento Overhaul, para finalmente realizar una presentación de resultados obtenidos.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La Empresa Selva Industrial SA se dedica al proceso de etiquetado de línea Gatorade, para lo cual hace uso de la etiquetadora de cambio rápido de Trine modelo 4500, es una máquina que se encuentra en movimiento continuo, se alimenta a rollo, y puede aplicar parches en forma cuadrada o etiquetas de total envoltura a contenedores cilíndricos utilizando un adhesivo derretido en caliente.

Esta máquina tiene piezas con más de ocho años de antigüedad que a la fecha no han sido reemplazadas ni puestas en mantenimiento, esto hace que exista un alto riesgo de que en algún momento la línea de etiquetado se detenga, generando así incumpliendo en la distribución de productos.

Esto hace que sea evidente que la empresa tenga programas de mantenimiento que responden deficientemente a las necesidades cotidianas para el trabajo y producción.

El problema específico en la maquina etiquetadora TRINE 4500, es la no identificación de partes, piezas y componentes críticos, que son claves para asegurar que, en caso de un imprevisto, se tenga las partes en stock para recurrir y disponer de estas y que por faltas de las mismas, se tengan tiempos prolongados de equipos y maquinaria detenida, lo que impide continuar con la producción y como resultado grandes pérdidas económicas para la empresa.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Un plan de mantenimiento bien elaborado a la hora de practicarse ayuda a conservar el equipo en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción.

Esta razón nos conlleva a establecer un plan de mantenimiento Overhaul que inspire seguridad en el trabajo de la Maquina Etiquetadora TRINE 4500, automatizada con PLC Mitsubishi.

En ese sentido el presente proyecto se justifica en el desarrollo de un plan de mantenimiento overhaul para la Maquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi, ya que evitará paradas inesperadas, que conlleva a pérdidas económicas.

### **1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.3.1 ESPACIAL**

El proyecto se aplicará en la Empresa Selva Industrial SA, ubicado en la Av. Víctor Andrés Belaunde 801, Carmen de la Legua, Callao - Perú. El segmento en análisis es el etiquetado de productos Gatorade.

#### **1.3.2 TEMPORAL**

El desarrollo del proyecto de ingeniería comprende el periodo del 3 al 28 de Octubre de 2016.

### **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿La falta de un plan de mantenimiento Overhaul para la Maquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi, genera paradas inesperadas que conlleva a pérdidas económicas?

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un plan de mantenimiento Overhaul para la Maquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi, para evitar paradas inesperadas, que conlleva a pérdidas económicas.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

✚ Diseñar un plan de mantenimiento Overhaul para la Maquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi para evitar paradas inesperadas, que conlleva a pérdidas económicas.

✚ Aplicar un plan de mantenimiento Overhaul a la Maquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi para evitar paradas inesperadas, que conlleva a pérdidas económicas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Varela (2013), en su tesis titulada “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo”, para optar el título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Querétaro de Santiago de Querétaro, concluye que: “Se llega a la conclusión de que establecer un buen programa de mantenimiento preventivo ayuda a incrementar la disponibilidad y confiabilidad de todos y cada uno de los equipos con los que se trabaje día con día. Además de que se logra reducir gastos innecesarios en la compra de refacciones por piezas dañadas, las cuales aplicándose un buen mantenimiento preventivo puede incrementarse el tiempo de su vida útil”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>VALERA, S. (2013). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo Ú. (Tesis de Pre Grado). Universidad Tecnológica De Querétaro, Santiago de Querétaro, México.

Sierra (2004), en su tesis titulada “Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A.”, para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Industrial de Santander de Bucaramanga, concluye que: “Dado que la maquinaria y equipo industrial se encuentran en diversos sectores productivos destinados a la fabricación de distintos productos o porque realizan su función de manera independiente es inevitable la aparición de averías. Durante la implementación del programa de mantenimiento se ejecutaron rutas de inspección a las diferentes maquinarias y a su vez se generaron las respectivas ordenes de trabajo para la corrección de las fallas. A demás se programaron trabajos de mantenimiento de revisión y reparación general de acuerdo al estado de las maquinarias. Estas actividades de mantenimiento preventivo llevaron a las maquinarias a tener un mejor desempeño y a una mayor producción. Los indicadores de mantenimiento establecidos permitieron evaluar el desempeño del programa de mantenimiento preventivo, tomando las medidas necesarias para su mejoramiento”.<sup>2</sup>

Rivera (2011), en su tesis titulada “Sistema de gestión del mantenimiento industrial”, para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima concluye que: “La Implementación de un sistema de gestión en mantenimiento, es un proceso al que cualquier empresa en el rubro, se puede someter si quiere identificar oportunidades

---

<sup>2</sup> SIERRA, G. (2004). Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A. (Tesis de Pre Grado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

de mejora en sus procesos. No solamente cubriendo el tema de Calidad, sino también el medio ambiental y la seguridad y salud en el trabajo”.<sup>3</sup>

López (2012), en su libro titulado “Reparación de instalaciones Automatizadas”, señala que: “Es casi inevitable que en el transcurso de la vida útil de todas las instalaciones, incluidas las automatizadas, se produzcan averías tarde o temprano. Aunque la instalación este perfectamente diseñada, tenga los mejores componentes y se mantengan periódicamente según las instrucciones de los fabricantes, siempre se debe contar con algunos factores importantes que aseguran la aparición de las indeseadas averías, como el desgaste de los elementos mecánicos que constituyen la instalación, los desajustes en la regulación de algunos componentes especialmente diseñados para trabajar en condiciones determinadas, el mal uso, intencionado o no, de las instalaciones en su utilización diaria o la aparición de accidentes (incendios, inundaciones, etc.)”.<sup>4</sup>

García (2010), en su libro titulado “La contratación de mantenimiento Industrial”, señala que: “Un caso especial de mantenimiento sistemático es la realización de paradas y grandes revisiones, también llamadas mantenimiento cero horas u overhaul. Las paradas son revisiones e inspecciones de gran alcance que se realizan a determinados equipos en

---

<sup>3</sup> RIVERA, E. (2011). Sistema de gestión del mantenimiento industrial. (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

<sup>4</sup> LOPEZ, P. (2012). Reparación de instalaciones Automatizadas. Málaga, España: INNOVA.

un momento determinado, por las horas que lleva el equipo en producción, por intervalos fijos de tiempo o por cantidad producida. Muchas empresas realizan la mayor parte de su actividad de mantenimiento programado en estas épocas determinadas, dedicándose el resto del año o el resto del tiempo a atender los problemas que van apareciendo”.<sup>5</sup>

Sanz (2010), en su libro titulado “Instalación y mantenimiento electromecánico de maquinaria y conducción de líneas”, señala que: “En la actualidad, los cambios se están produciendo en el entorno productivo en aspectos tales como la incorporación de moderna maquinaria, los complejos sistemas de manipulación y los de comunicación para el control; la gestión y la información utilizadas en los procesos de fabricación automatizados hacen que la función de mantenimiento se transforme en parte del proceso industrial produciéndose una integración importante de las tareas de mantenimiento en las de producción. Si, además, se añade que la automatización de procesos industriales y el control de máquinas se realiza con autómatas programables interconectados a través de redes locales de comunicación, unido a la diversidad de los sistemas y de las tecnologías que intervienen y la incorporación de nuevas técnicas de diagnóstico de averías basadas en la utilización de herramientas software traen como consecuencia cambios específicos en los que conocimientos y procedimientos va a utilizar en su actividad este profesional.”.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> GARCIA, S. (2010). La contratación del mantenimiento industrial. Madrid, España: DIAZ DE SANTOS

<sup>6</sup> SANZ, J. (2010). Instalación y mantenimiento electromecánico de maquinaria y conducción de líneas. Madrid, España: DELIBROS.

## **2.2 BASES TEORICAS**

### **2.2.1 INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO**

Boucly (2010). La Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) define al mantenimiento como conjunto de actividades destinadas a mantener o establecer un bien a un estado a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida.

Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión. Existen diferentes tipos de mantenimiento.

En resumen mantenimiento es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas. <sup>7</sup>

#### **2.2.1.1 OBJETIVO DEL MANTENIMIENTO**

Asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

-  Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
-  Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
-  Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y maximizar el beneficio global.

---

<sup>7</sup> BOUCLY, F. (2010). Gestión de Mantenimiento. Madrid, España: DELIBROS

- ✚ Máxima producción
- ✚ Mínimos costos
- ✚ Higiene y seguridad
- ✚ Implicación del personal
- ✚ Conservación del medio ambiente
- ✚ Conservación de la energía

### 2.2.1.2 **IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO**

Las civilizaciones brillan no solo por el esplendor de sus pensamientos, sino también por su realización de técnicas.

Existen en la actualidad y a medida que pasa el tiempo equipos más y más complejos de los que cada vez se benefician más personas, se encuentran sometidos a todo tipo de desgaste, por el simple hecho de su utilización, como desgaste por roce, abrasión, erosión, corrosión, deformación por esfuerzos térmicos, etc.

Estas distintas fuerzas pueden entrañar a su vez en diversos tipos de defecto:

- ✚ **Parcial:** Defecto que tiene como resultado el que el bien solo pueda cumplir con parte de las funciones requeridas, o solo pueda cumplir con ellas de una manera limitada.

- ✚ Completo: Defecto que entraña la incapacidad para cumplir con todas las funciones requeridas.
- ✚ Súbito: Fallo brusco debido a una evolución casi instantánea de las características de un bien.
- ✚ Progresivo: Defecto debido a una evolución en el tiempo de las características de un bien.

En general los fallos progresivos pueden preverse con una inspección o control previo, y ser evitados mediante la puesta en marcha de políticas de mantenimiento.

La función del mantenimiento se revela, por consiguiente, necesaria para evitar en la medida de lo posible la aparición de fallos o llegado el caso para subsanación del mismo.

Ciertamente, la sustitución del equipo por uno nuevo cuando se produce una avería, o mejor, antes de producirse suprimirá casi en su totalidad la necesidad de su mantenimiento, esto no resulta posible en ciertos casos, como por ejemplo en los motores de un transporte en funcionamiento.

El costo directo de la puesta en marcha del mantenimiento solo constituye uno más de los factores

económicos a tener en cuenta por las empresas, mientras los costos indirectos, es decir, los derivados de la falta de disponibilidad o deterioro de las funciones de los equipos, si presentan un factor económico de primer orden en ellas.

Las repercusiones económicas por la pérdida de la producción por paro, falta de disponibilidad o deterioro de la función y de los costos de falta de calidad que pudiera derivarse.

En resumen, la función del mantenimiento presenta una importancia capital:

- ✚ Desde una perspectiva económica, en lo que concierne al control de sus costos directos ya los costos atribuibles a la falta de disponibilidad o el deterioro de la función de los equipos.
- ✚ Desde la perspectiva de la seguridad de las personas y de los bienes.

### **2.2.1.3 FINALIDAD DEL MANTENIMIENTO**

Gonzales (2005). Tal como encontramos hoy a las industrias, bajo una creciente presión de la competencia, estas se encuentran obligadas a alcanzar altos valores de producción con exigentes niveles de calidad

cumpliendo con los plazos de entrega. Radica justamente aquí la importancia del mantenimiento.

Lo que implica conservar el sistema de producción y servicios funcionando con el mejor nivel de fiabilidad posible, reducir la frecuencia y gravedad de las fallas, aplicar las normas de higiene y seguridad del trabajo, minimizar la degradación del medio ambiente, controlar, y por último reducir los costos a su mínima expresión.

El mantenimiento debe seguir las líneas generales determinadas con anterioridad, de forma tal que la producción no se vea afectada por las roturas o imprevistos que pudieran surgir.

La finalidad del mantenimiento entonces es conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> GONZALES, F. (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Madrid, España: FUNDACIÓN CONFEMETAL

#### **2.2.1.4 DESEMPEÑO DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**

El desempeño de la gestión de mantenimiento se basa en actuar sobre todos los aspectos de importancia para el óptimo funcionamiento de la empresa.

El departamento de mantenimiento no debe limitarse solamente a la reparación de las instalaciones, sino también debe pilotear los costos de mantenimiento, recursos humanos y almacenes a fin de desarrollar una óptima gestión de mantenimiento.

#### **2.2.1.5 IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN EN MANTENIMIENTO**

La implementación de la gestión en mantenimiento, tiene como primera fase definir un plan directriz de actuación.

Este plan debe establecer la descripción de las diferentes etapas que se llevarán a cabo para la implementación definitiva de la gestión de mantenimiento, que deberá guardar coherencia con el plan estratégico de la empresa.

### 2.2.1.6 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Para la elaboración del plan es necesario realizar un análisis de la situación de la empresa y de su entorno, las características de funcionamiento y los recursos con que cuenta. En esta etapa descubrimos qué es lo que realmente estamos haciendo, y cómo lo estamos desarrollando. Nos interesa conocer cuáles son las instalaciones de la empresa, sus características particulares, el estado de situación del almacén de repuestos y sus recursos, como así también los recursos humanos.

### 2.2.1.7 EL PLAN DE MANTENIMIENTO

Para realizar el plan es conveniente aplicar el método por fases denominado P.D.C.A. que se basa en la aplicación de un proceso de acción cíclica que consta de cuatro fases fundamentales, indicadas en el siguiente esquema.

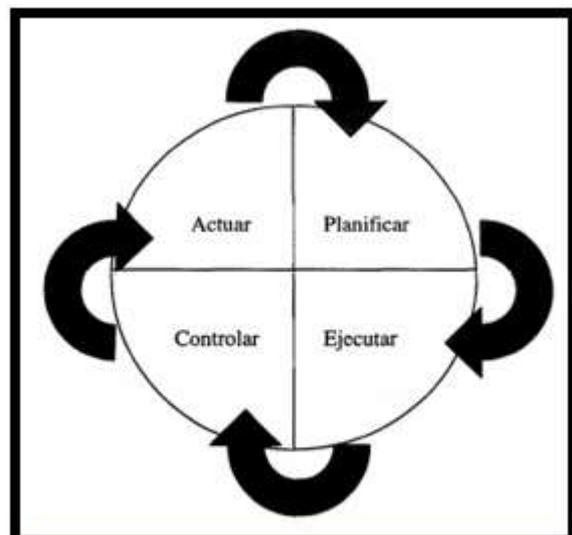


FIGURA N° 01: PLAN DE MANTENIMIENTO

### 2.2.1.8 CONTROL DE GESTIÓN

García (2003). El control de gestión es el conjunto de indicadores que señalan oportunamente la necesidad de ajustar la acción a través de decisiones extraordinarias o ajustar los planes vigentes.<sup>9</sup>

#### 2.2.1.8.1 OBJETIVOS:

- ✚ Garantizar que las acciones y decisiones correspondan a los objetivos de mantenimiento y no a intereses sectoriales o personales.
- ✚ Proporcionar una rápida visión de conjunto integral.
- ✚ Verificar el cumplimiento de los objetivos planificados.
- ✚ Ayudar a la toma de decisiones de acción y replanteamiento.
- ✚ Utilización eficiente de recursos.
- ✚ Encaminar los esfuerzos en forma coherente en dirección a los objetivos de la organización.
- ✚ Optimizar los sistemas de comunicación.

---

<sup>9</sup> GARCIA, S. (2003). Organización y gestión integral del mantenimiento. Madrid, España: EDICIONES DÍAZ DE SANTOS

- ✚ Coordinación eficiente de tareas y procedimientos.
- ✚ Promover el estilo de dirección participativo.

## **2.2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO**

Tejedo (2010). Tradicionalmente, se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.<sup>10</sup>

### **2.2.2.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.

Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

Es una acción de carácter periódica y permanente que tiene la particularidad de prever anticipadamente el deterioro, producto del uso y agotamiento de la vida útil de componentes, partes, piezas, materiales y en

---

<sup>10</sup> TEJEDO, P. (2010). Gestión integral del mantenimiento. Madrid, España: MARCOMBO

general, elementos que constituyen la infraestructura o la planta física, permitiendo su recuperación, restauración, renovación y operación continua, confiable, segura y económica, sin agregarle valor al establecimiento.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede

estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

#### **2.2.2.1.1 CARACTERÍSTICAS**

El mantenimiento preventivo presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovechan las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios listos para cuando se requieran.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente.

### 2.2.2.1.2 VENTAJAS

Rodrigo (2011). El realizar mantenimiento preventivo en instalaciones eléctricas de manera organizada y pro-activa genera muchos beneficios, por mencionar algunos:

11

- ✚ Aumento de la disponibilidad. A través del aumento del tiempo entre fallas y la disminución del tiempo medio de reparaciones.
- ✚ Aumento de la productividad. Esto por medio de una mejor planeación y organización.
- ✚ Reducción de costos de tercerización. Debido a una mejor planeación, un menor número de solicitudes de servicios de emergencia y una menor cantidad de picos de servicio.
- ✚ Reducción de inventarios. A través del establecimiento de planes de trabajo que identifican con exactitud cuáles son los materiales requeridos

---

<sup>11</sup> RODRIGO, C. (2001). Aspectos estratégicos en la dirección de producción. Madrid, España: EDITORIAL RAMÓN ARECES

y cuando serán necesarios para su aplicación en órdenes de trabajo.

- ✚ Reducción de compra de materiales. Debido a las mejores prácticas y decisiones de compra y a un menor número de compras de emergencia.
- ✚ Reducción de consumo de energía eléctrica. A través de la implementación de rutas de inspección de puntos donde hay mayores pérdidas de energía.

### **2.2.2.1.3 DESVENTAJAS**

- ✚ Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- ✚ Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- ✚ Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta

de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

#### **2.2.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Boucly (2010). Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

Cuando hablamos de máquinas, equipos e instalaciones entendemos que todos ellos tienen una vida útil. A lo largo de ese tiempo, sufren desgaste, así como averías, necesitando constantes reparaciones.

Es aquí donde encontramos el papel del mantenimiento: efectuar las reparaciones y arreglos en la maquinaria y equipo; así mismo en las instalaciones de la empresa,

con la finalidad de que se conserven en condiciones satisfactorias para llevar a cabo una operación normal.

Debido a que el mantenimiento es una de las principales actividades en las que se ve involucrado un ingeniero de servicio, resulta imprescindible el conocimiento y comprensión de lo que conlleva.

El mantenimiento surgió como un costo necesario para evitar o reducir los fallos y su incidencia cuando se producen, dado que una parada de producción debida a la avería del sistema representa un costo de oportunidad que debe ser eliminado.

Como toda actividad que no añade valor, debe ser un costo a eliminar. Pero dado que todo sistema real fallará en un momento determinado, resulta una actividad imprescindible y clave en la producción actual. Esto último es debido a que la capacidad de producción depende directamente de la disponibilidad de las máquinas, y si esta disminuye por averías o mal funcionamiento, provocará el incumplimiento de los plazos de entrega al no haber sido contemplado por producción.

El objetivo del mantenimiento es conservar la capacidad de un sistema mientras se controlan también los costos.

Se llama mantenimiento correctivo a toda actividad que se realiza para restablecer un equipo o instalación que por alguna causa ha entrado en estado de fallo. Se aplica sobre una base de emergencia o prioridad.

Es el mantenimiento apropiado en máquinas de baja repercusión en el sistema, dado que, de este modo, sólo se emplean recursos cuando se produce el problema.

En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

El trabajo de mantenimiento correctivo es mucho más complejo que el mantenimiento preventivo, pues además de requerir amplios conocimientos sobre el aparato a reparar exige otros similares sobre circuitos, equipos y técnicas de medición, habilidades en el

manejo de herramientas y lo principal, mucho sentido común y una gran disciplina. <sup>12</sup>

#### **2.2.2.2.1 CLASIFICACIÓN**

##### No planificado

El mantenimiento correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápido posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Este tipo de mantenimiento resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente integrados por componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. Otro inconveniente es que debería disponerse de un capital fijo

---

<sup>12</sup> BOUCLY, F. (2010). Gestión de Mantenimiento. Madrid, España: DELIBROS.

importante invertido en piezas de repuesto, ya que se ha observado que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir de una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo, en el caso de equipos o piezas de repuesto que ya no están en fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante, etc.).

#### Planificado

Se sabe con anticipación qué es lo que se debe realizar, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación se disponga del personal, los repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, éste corrige la falla y actúa ante un hecho cierto.

La diferencia con el de emergencia es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se acumulan tareas a realizar sobre el mismo y programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no se podría llevar a cabo con el equipo en funcionamiento.

#### **2.2.2.2.2 VENTAJAS**

- ✚ Si el equipo está preparado, la intervención en el fallo es rápida y la reposición en la mayoría de los casos será con el mínimo tiempo.
- ✚ No se necesita una infraestructura excesiva, un grupo de operarios competentes será suficiente. Por lo

tanto el costo de mano de obra será mínimo, la experiencia será más prioritaria y la pericia de los operarios, que la capacidad de análisis o de estudio del tipo de problema que se produzca.

- ✚ Es rentable en equipos que no intervienen de manera instantánea en la producción, donde la implantación de otro sistema resultaría poco económico.

#### **2.2.2.2.3 DESVENTAJAS**

- ✚ Se producen paradas y daños imprevisibles en la producción que afectan a la planificación de manera incontrolada.
- ✚ Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.

✚ Se puede producir una baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención y a la prioridad de reponer antes que reparar definitivamente. Debido a éste hecho se produce un hábito de trabajar defectuosamente, ya que éste tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por una mala reparación, por lo tanto será muy difícil romper con esta inercia.

#### **2.2.2.2.4 INDICADORES DEL MANTENIMIENTO**

Gonzales (2005). Cuando se emprende cualquier actividad es necesario definir una serie de indicadores que cuantifiquen la eficacia y eficiencia de dichas actividades.

De este modo se puede evaluar de forma objetiva si se consiguen los objetivos que se pretendían con la realización de dicha actividad.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> GONZALES, F. (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Madrid, España: FUNDACIÓN CONFEMETAL

## ✚ Disponibilidad

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que una máquina o sistema esté preparada para producción en un periodo de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías.

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por convenios laborales, por mantenimiento planificado, o por paradas de producción, dado que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación, dado que son los datos que se conocerán para cada sistema.

#### Fiabilidad

La fiabilidad es la probabilidad de que un determinado equipo o instalación desarrolle su función, bajo unas condiciones específicas, y durante un tiempo determinado. Por tanto, la media de tiempos entre fallos caracteriza la fiabilidad de la máquina.

#### Mantenibilidad

La Mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo sea restablecido a una condición especificada, dentro de un período de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Por tanto, la media de tiempos de reparación caracteriza la Mantenibilidad del equipo.

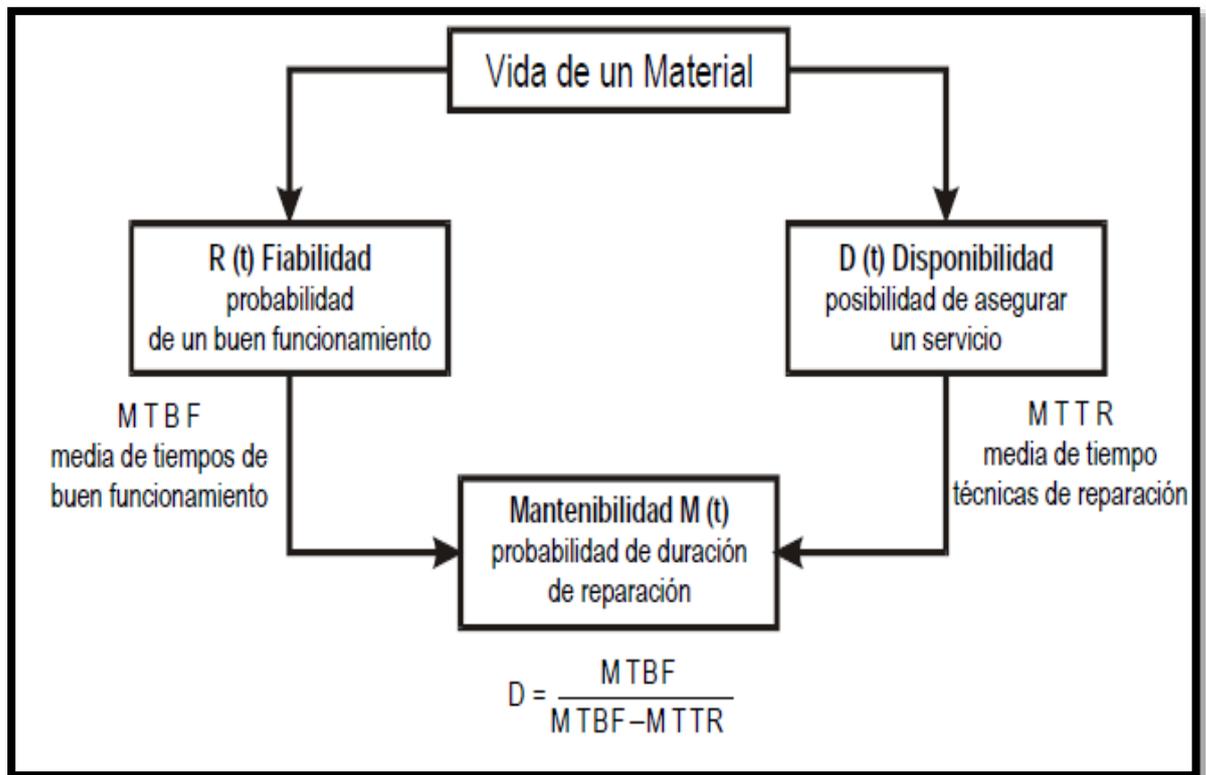


FIGURA N° 02: INDICADORES DE MANTENIMIENTO

### 2.2.2.3 MANTENIMIENTO PREDICTIVO

García (2003). Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad.

Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas

que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.<sup>14</sup>

#### **2.2.2.4 MANTENIMIENTO EN USO**

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo.

Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, ajuste de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve.

Este tipo de mantenimiento es la base del TPM, por sus siglas en inglés Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total).

#### **2.2.2.5 MANTENIMIENTO CERO HORAS (OVERHAUL)**

Sacristán (2001). Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la

---

<sup>14</sup> GARCIA, S. (2003). Organización y gestión integral del mantenimiento. Madrid, España: EDICIONES DÍAZ DE SANTOS

fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste.

Se pretende asegurar, con gran probabilidad un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

El "Overhaul" es aquel mantenimiento aplicado a un activo o instalación donde su alcance en cuanto a la cantidad de trabajos incluidos, el tiempo de ejecución, el nivel de inversión o coste del mantenimiento y requerimientos de planificación y programación son de elevada magnitud (con respecto al mantenimiento operacional), dado que la razón de este tipo de mantenimiento reside en la restitución general de las condiciones del servicio del activo, bien sea desde el punto de vista de diseño o para extender su vida útil con

la mínima probabilidad de fallo (confiabilidad) y dentro de los niveles de desempeño o eficiencia requeridos.<sup>15</sup>

#### **2.2.2.5.1 CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS**

Es importante gestionar el ciclo de vida ya que hay numerosas razones por las que una organización debería iniciar un programa para gestionar el ciclo de vida de sus activos, procurando obtener un conocimiento más profundo de cómo las inversiones y los cambios en las carteras de activos impactan en el negocio.

#### **2.2.2.5.2 PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL**

Se debe conocer los siguientes aspectos:

- ✚ Se debe conocer el equipo en el que hay que realizar la tarea.
- ✚ Descripción de la tarea a realizar (Mantenimiento Overhaul).
- ✚ Se deben conocer las características del equipo.
- ✚ Analizar el manual del equipo

---

<sup>15</sup> SACRISTAN, R. (2001). Manual del mantenimiento integral en la empresa. Madrid, España: MARCOMBO

- ✚ Asegurarse de tener personal disponible para realizar la tarea.
- ✚ Tener el capital necesario para realizar el mantenimiento.
- ✚ Ubicar las herramientas que se necesitaran al realizar el mantenimiento.

Al tener en orden todos los factores anteriores se prosigue a realizar el mantenimiento overhaul.

#### **2.2.2.5.3 5S**

Es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al “Mantenimiento Integral” de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos.

Es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad.

Su aplicación mejora los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de Tiempos Muertos.

### 3. Reducción de Costos.



FIGURA N° 03: LAS 5S

La aplicación de esta Técnica requiere el compromiso personal y duradero para que nuestra empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene.

Los primeros en asumir este compromiso son los gerentes y los jefes y la aplicación de esta es el ejemplo más claro de resultados acorto plazo.

#### ➤ **Resultado de Aplicación de las 5 S**

Estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implantado este sistema demuestran que:

Aplicación de 3 primeras S:

- Reducción del 40% de sus costos de Mantenimiento.
- Reducción del 70% del número de accidentes.
- Crecimiento del 10% de la fiabilidad del equipo.
- Crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallas.

➤ **Beneficios que aportan las 5S**

1. La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo.
2. Los trabajadores se comprometen.
3. Se valoran sus aportaciones y conocimiento.
4. La mejora continua se hace una tarea de todos.

Conseguimos una MAYOR PRODUCTIVIDAD que se traduce en:

1. Menos productos defectuosos.
2. Menos averías.

3. Menor nivel de existencias o inventarios.
4. Menos accidentes.
5. Menos movimientos y traslados inútiles.
6. Menor tiempo para el cambio de herramientas.

Lograr un MEJOR LUGAR DE TRABAJO para todos, puesto que conseguimos:

1. Más espacio.
2. Orgullo del lugar en el que se trabaja.
3. Mejor imagen ante nuestros
4. clientes.
5. Mayor cooperación y trabajo en equipo.
6. Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas.
7. Mayor conocimiento del puesto.

### **2.2.3 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**

Silva (2009). Sistemas de automatización La Real Academia de las Ciencias Físicas y Exactas define la automática como el conjunto

de métodos y procedimientos para la sustitución del operario en tareas físicas y mentales previamente programadas.

De esta definición original se desprende la definición de la automatización como la aplicación de la automática al control de procesos industriales.

Por proceso, se entiende aquella parte del sistema en que, a partir de la entrada de material, energía e información, se genera una transformación sujeta a perturbaciones del entorno, que da lugar a la salida de material en forma de producto. Los procesos industriales se conocen como procesos continuos, procesos discretos y procesos batch.

Los procesos continuos se caracterizan por la salida del proceso en forma de flujo continuo de material, como por ejemplo la purificación de agua o la generación de electricidad. Los procesos discretos contemplan la salida del proceso en forma de unidades o número finito de piezas, siendo el ejemplo más relevante la fabricación de automóviles.

Finalmente, los procesos batch son aquellos en los que la salida del proceso se lleva a cabo en forma de cantidades o lotes de material, como por ejemplo la fabricación de productos farmacéuticos o la producción de cerveza.

El concepto de proceso está claramente relacionado con los conceptos de productos, programas, así como con la planificación de plantas, tal como muestra la figura. La estructura organizativa de la empresa debe contar con una clara relación entre estos conceptos, y para ello el ciclo de diseño está basado en la idea de ingeniería concurrente en la que diversos equipos desarrollan de forma coordinada cada uno de los diseños.

En concreto es relevante centrarse en qué se va a producir, cómo y cuándo se fabricarán los productos, qué cantidad de producto debe fabricarse, así como especificar el tiempo empleado y el lugar en que se llevarán a cabo dichas operaciones.<sup>16</sup>

### **2.2.3.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

Se ingresa una tensión alterna que puede ser monofásica o trifásica, dependiendo del modelo de variador de frecuencia a utilizar.

Esta tensión atraviesa un puente rectificador, donde se convertirá en corriente continua. Una vez rectificada, se modula nuevamente por medio de PWM (Modulación por ancho de pulso) para obtener una tensión similar a la alterna de frecuencia variable. Así, a través de un

---

<sup>16</sup> SILVA, C. (2009). Autómatas programables y sistemas de automatización. Barcelona, España: MARCOMBO

sistema de control, se logra examinar el nivel de tensión y de frecuencia en la salida del variador de frecuencia.

### **2.2.3.2 CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC)**

Domingo (2003). Un controlador lógico programable es un sistema de control de estado sólido que monitorea el estado de dispositivos. Controla el estado de los dispositivos conectados como outputs.

Está basado en un programa escrito que es almacenado en una memoria.

Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial procesos secuenciales.

Un PLC tiene recursos configurables, comunicaciones compatibles, software de gestión común, periféricos comunes e instrucciones compatibles.

Los PLC son utilizados donde se requiera tanto de controles lógicos como secuenciales, o ambos a la vez.

Su aplicación es generalizada en diferentes procesos industriales: tratamiento de aguas, calefacción, climatización, control de acceso, puertas automáticas, distribuidores automáticos, máquina de lavado de vehículos, máquina de acondicionamiento, embalaje e imprenta, equipos médicos, manipuladores, accionamiento de bombas, construcción mecánica, mantenimiento, maquinaria textil, etc.<sup>17</sup>

#### 2.2.3.2.1 ESTRUCTURA DE UN PLC

La estructura básica de un PLC se puede ejemplificar con la siguiente figura:

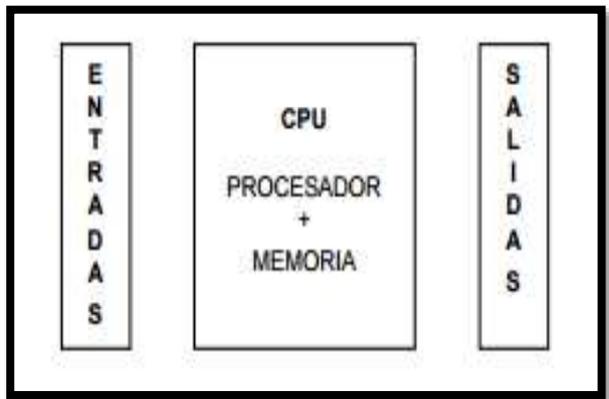


FIGURA N° 04: ESTRUCTURA DEL PLC

#### ✚ CPU:

La CPU es el cerebro del PLC, es responsable de la ejecución del programa desarrollado por el usuario.

<sup>17</sup> DOMINGO, J. (2003). Introducción a los autómatas programables. Barcelona, España: UOC

Está formado por dos partes fundamentales: el o los procesadores y las memorias.

También puede contener otros elementos como puertos de comunicaciones, circuitos de diagnóstico, fuentes de alimentación, etc.

#### Procesador:

Tiene como labor principal la de ejecutar el programa realizado por el usuario, pero además tiene otras tareas: la de administrar la comunicación y ejecutar los programas de autodiagnósticos.

Para poder realizar todas estas tareas, el procesador necesita un programa escrito por el fabricante, llamado sistema operativo.

### **2.2.3.2.2 MEMORIAS**

La capacidad de almacenamiento de una memoria suele cuantificarse en bits, bytes o words.

El sistema operativo viene grabado por el fabricante, y como debe permanecer inalterado y el usuario no debe tener acceso a él, se guarda en una memoria como las ROM, EPROM o EEPROM, que son memorias cuyo contenido permanece inalterable en ausencia de alimentación.

En el caso de usar memorias tipo RAM, será necesario también el uso de pilas, puesto que este tipo de memoria se borra con la ausencia de alimentación.

La memoria de datos se utiliza tanto para grabar datos necesarios a los fines de la ejecución del programa como para almacenar datos durante su ejecución y/o retenerlos luego de terminadas las aplicaciones (se puede decir que es necesario una lectura y escritura rápida).

Como la velocidad juega un papel importante en la velocidad de operación del PLC se utilizan memorias tipo RAM.

**TABLA N° 01: CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE MEMORIA**

TIPO DE MEMORIA	CLASE	VOLATIBILIDAD
RAM	Lectura / Escritura	Volátil
ROM	Solo lectura	No es volátil
PROM		
EPROM	Sobre todo lectura	
EEPROM		

### 2.2.3.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PLC

Michigan (2006). Por tipo de formato la clasificación de autómatas es la siguiente:<sup>18</sup>

- ✚ Compactos: Suelen integrar en el mismo bloque la alimentación, entradas y salidas y/o la CPU. Se expanden conectándose a otros con parecidas características.
- ✚ Modulares: Están compuestos por módulos o tarjetas adosadas al rack con funciones definidas: CPU, fuente de alimentación, módulos de E/S, etc. La expansión se realiza mediante conexión entre racks.

<sup>18</sup> MICHIGAN, M. (2006). Electrónica Industrial moderna. Juárez, México: PEARSON

#### **2.2.3.2.4 PROGRAMACIÓN DE PLC'S**

Romeral (2010). Para programar un PLC se debe contar con un PLC, una computadora con el software de programación instalado y un cable de programación.

El cable de programación conecta al PLC con el software de programación y desde este se envía instrucciones al PLC, para que pueda controlar las salidas asignadas.

Existen diversos lenguajes de programación, entre ellos: FUP, KOP y AWL. Plano de contactos KOP, plano de funciones FUP y lista de instrucciones AWL.<sup>19</sup>

#### **2.2.3.2.5 VENTAJAS DE LOS PLC**

- ✚ Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos
- ✚ Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.
- ✚ Mínimo espacio de ocupación

---

<sup>19</sup> ROMERAL, J. (2010). Autómatas programables. Barcelona, España: MARCOMBO

- ✚ Menor coste de mano de obra de la instalación
- ✚ Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden detectar e indicar posibles averías.
- ✚ Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- ✚ Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- ✚ Si por alguna razón la maquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para controlar otra máquina o sistema de producción.

#### **2.2.3.2.6 DESVENTAJAS DE LOS PLC**

- ✚ Hace falta un programador, lo que exige la preparación de los técnicos en su etapa de formación.
- ✚ La inversión inicial es mayor que en el caso de los relés, aunque ello es relativo en función del proceso que se desea controlar. Dado que el PLC cubre de

forma correcta un amplio espectro de necesidades, desde los sistemas lógicos cableados hasta el microprocesador, el diseñador debe conocer a fondo las prestaciones y limitaciones del PLC. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidimos por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

### **2.2.3.3 PLC MITSUBISHI**

Compactos y robustos están contruidos para cumplir con los estándares globales y brindar seguridad independientemente de la solución.

#### **2.2.3.3.1 MODELOS**

##### ALPHA:

Relé inteligente diseñado para proveer un control sencillo, flexible y poderoso tanto para aplicaciones industriales como para aplicaciones residenciales.

Cuenta tanto con salidas de transistor como relé es el PLC ideal para aplicaciones pequeñas a medianas.

#### SERIE FX:

Familia de PLC'S del tipo compacto con fuente de poder incluida, comandos de posicionamiento, contadores de alta velocidad, amplia memoria, módulos análogos, conectividad a redes y salidas de transistor o relé.

Es el PLC ideal para aplicaciones medianas a grandes.

Los módulos en serie FX ofrecen una poderosa herramienta en los que en el mismo CPU y sin necesidad de módulos adicionales puede obtener generadores de tren de pulsos de hasta 200000Hz independientes al run time del CPU.

#### Q SERIES:

La serie Q de Mitsubishi nos lleva a una nueva generación de controladores de

tipo modular que van más allá que el PLC convencional.

Esta serie es escalable para controlar desde máquinas pequeñas hasta plantas enteras.

Multiplique por miles la capacidad del poderoso FX para obtener como resultado el nuevo PLC Q.



FIGURA N° 05: PLC MITSUBISHI MELSEC FX2N-48MT

#### **2.2.3.3.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)**

El Controlador Lógico Programable (PLC) es un sistema lógico específico fabricado para el Etiquetado Trine.

Se encuentra equipado con 24 entradas (24vdc) y 24 unidades de salida de estado

sólido. Posee dos módulos de expansión adicionales de 16 unidades de salida y 110 VCA de salida del relé.

El PLC es completamente independiente y no requiere mantenimiento preventivo.

La pantalla de contacto es el único medio a través del cual el usuario puede acceder a las partes del programa.

Entre las mencionadas funciones se encuentran: las funciones LS, aquellas de Cronometraje, del Contador, del Reloj, y del Tiempo de Arranque del Tanque de Goma Auto.

La capacidad de la memoria es de 2kb y puede expandirse a 4kb utilizando un ROMPBE (ROM Programable y Borrable Eléctricamente).

### 2.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Autómata:** Instrumento o aparato que encierra dentro de sí el mecanismo que le imprime determinados movimientos.
- **Automatismo:** Cualidad de lo que es automático

- **Automatización industrial:** sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales
- **AWL:** Forma de programación de un PLC mediante lista de instrucciones o comandos del lenguaje visual Basic.
- **Bit:** Unidad mínima de almacenamiento de información digital. Utilizado en los PLC para el almacenamiento de señales discretas.
- **Byte:** Es una agrupación de bits utilizado en la programación de PLC para representar un grupo de entradas o salidas discretas.
- **Calidad:** Aquellas características del producto que responden a las necesidades del cliente.
- **Control:** Es el acto de registrar la medición de resultados de las actividades ejecutadas por personas y equipos en un tiempo y espacio determinado.
- **Eficiencia:** Es la capacidad de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos, energía y tiempo.
- **Control avanzado:** Las líneas MICRO de variadores de frecuencia VDF-E y DVF C2000 poseen PLC incorporado, lo que facilita acoplar los variadores de frecuencia a muchos procesos, sin necesidad de dispositivos maestros
- **FUP:** Forma de programar un PLC, basado en diagrama de bloques funcionales o compuertas lógicas.
- **Guías de Alimentación Completas con Separadores y Ménsulas:** Los carriles de guía para contenedores son por lo general únicos para un tamaño de contenedor en particular, aunque pueden albergar alguna pequeña variación solo a partir del cambio de los separadores.

- **Interfaz:** Conexión física o funcional entre dos aparatos o sistemas independientes.
- **KOP:** Es una forma de programación utilizado por un Controlador Lógico Programable.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento es la segunda rama de la conservación y se refiere a los trabajos que son necesarios hacer con objeto de proporcionar un servicio de calidad estipulada. Es la necesidad de prevenir situaciones indeseadas.
- **Mantenimiento correctivo:** consiste en sustituir un equipo, pieza o elemento y reemplazarlo por uno nuevo.
- **Mantenimiento preventivo:** es el mantenimiento que sirve para prevenir las futuras fallas de un equipo mediante la planificación de ciertas revisiones periódicas, en este se interviene, aunque en el equipo no exista ningún síntoma de tener problemas.
- **Overhaul:** Análisis de una máquina o sistema para realizar las reparaciones o cambios necesarios (Mantenimiento Cero Horas).
- **Partes de Recambio:** Además de las características de la máquina, ajustables universalmente, ciertos elementos continúan siendo únicos tanto para un contenedor individual, o para la aplicación de una etiqueta, como para una gama de aplicaciones en particular.
- **PTC:** Coeficiente de temperatura positiva (Positive Temperature Coefficient)
- **Rodillo de Alimentación de Etiquetas:** Por lo general resulta único para una longitud de etiqueta en particular, aunque puede albergar

una pequeña variación del (1-2%) del nominal establecido para cualquier rodillo.

- **ROM:** Memoria de solo lectura (Read Only Memory).
- **RAM:** Memoria de acceso aleatorio ( Random Access Memory)
- **EPROM:** Memoria ROM Programable. (Erasable Programmable Read-Only Memory)
- **Rueda estrellada completa con Separador y Buje Superior:** Por lo general resulta única para una forma de contenedor en particular. Ajustable para balancear el tambor a vacío y albergar diversos tamaños de contenedores.
- **Separador del Cortador:** Estos artículos sólo se convierten en partes de recambio si la altura para la aplicación de la etiqueta en el contenedor es tal, que la altura de la cuchilla en el cortador no la puede albergar.
- **Software:** es un completo sistema de desarrollo que permite la programación del controlador, simulación, monitoreo y supervisión.
- **Tambor a Vacío:** Único para una medida de etiqueta en particular. Controla la posición en que se aplica la etiqueta en el contenedor y puede controlar también el estilo de trama de adhesivo que se aplica a la etiqueta por la forma de sus collares a vacío.
- **TPM:** Mantenimiento Productivo Total
- **Valor RMS:** Valor RMS es el valor efectivo, o el valor equivalente en corriente continua, de la tensión o la intensidad. de energía eléctrica de un circuito eléctrico dado.

### **CAPÍTULO III**

#### **DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

##### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500, AUTOMATIZADA CON PLC Y DE SU PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL**

Con el propósito de establecer los procedimientos relacionados al mantenimiento Overhaul para la maquina etiquetadora TRINE 4500, automatizada con PLC Mitsubishi, a continuación realizo una presentación del esquema de la misma, especificando sus componentes críticos, así como su principio de operación.

Las figuras siguientes descritas nos muestran los componentes de la vista frontal y vista superior.

**TABLA N° 02- a: COMPONENTES DE LA MAQUINA TRINE 4500 – VISTA FRONTAL**

<i>Componentes de la Maquina TRINE 4500 Automatizada con PLC Mitsubishi</i>		
1	Montaje del Recinto	(#7995)
2	Montaje de Parada de la Rueda de Goma	(726187-000)
3	Montaje Colector a Vacío	(#4748)
4	Montaje de Soporte del tanque de Goma	(#13455-001)
5	Sistema de Lubricación	(#4747)
6	Disposición de los Engranajes	(#4616)
7	Montaje de la Placa Giratoria	(#4535)
8	Montaje de Flujómetro	(#4050)
9	Montaje de la Cuaderna	(#4705)

**TABLA N° 02 – b: COMPONENTES DE LA MAQUINA TRINE 4500 – VISTA SUPERIOR**

<i>Componentes de la Maquina TRINE 4500 Automatizada con PLC Mitsubishi</i>		
<b>VISTA SUPERIOR</b>		
1	Montaje de la rueda estrellada	(#4438)
2	Montaje de la correa transportadora y de la puerta flujo	(#4471)
3	Montaje del transportador)	(#4426)
4	Montaje del tanque de goma	(#13421)
5	Montaje de la rueda de goma	(#4727)
6	Montaje del tambor a vacío	(#4470)
7	Montaje del cortador	(#4289)
8	Montaje del rodillo de presión y alimentación	(#4704)
9	Montaje del rodillo de guía de etiquetas	(#4479)
10	Montaje del soporte del rodillo de etiquetas	(#4638)
11	Montaje neumático en general	(#4746)
12	Montaje del recinto eléctrico	(#4729)

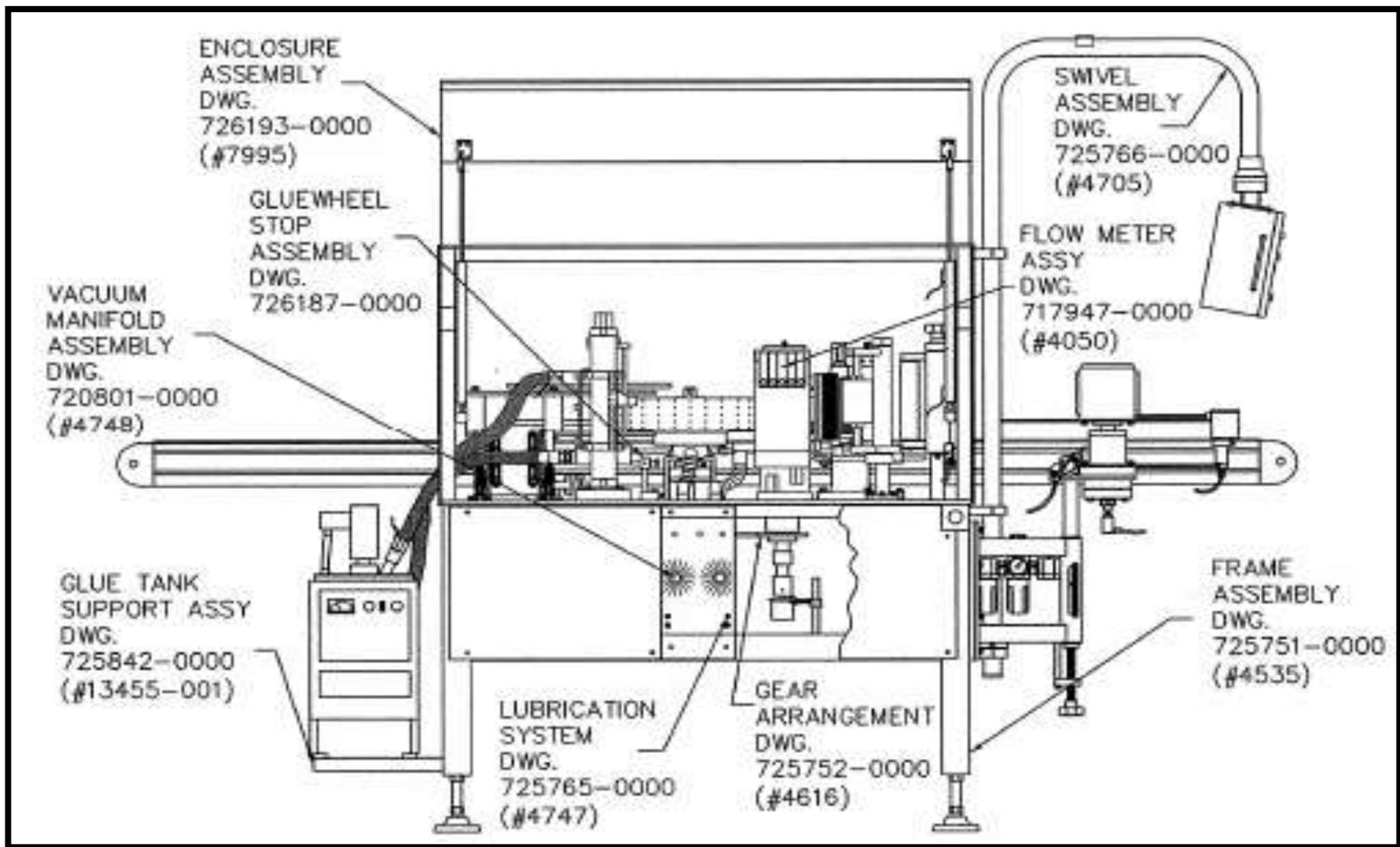


FIGURA N° 06: ESQUEMA GENERAL DE LA MÁQUINA TRINE 4500 AUTOMATIZADA CON PLC - VISTA FRONTAL

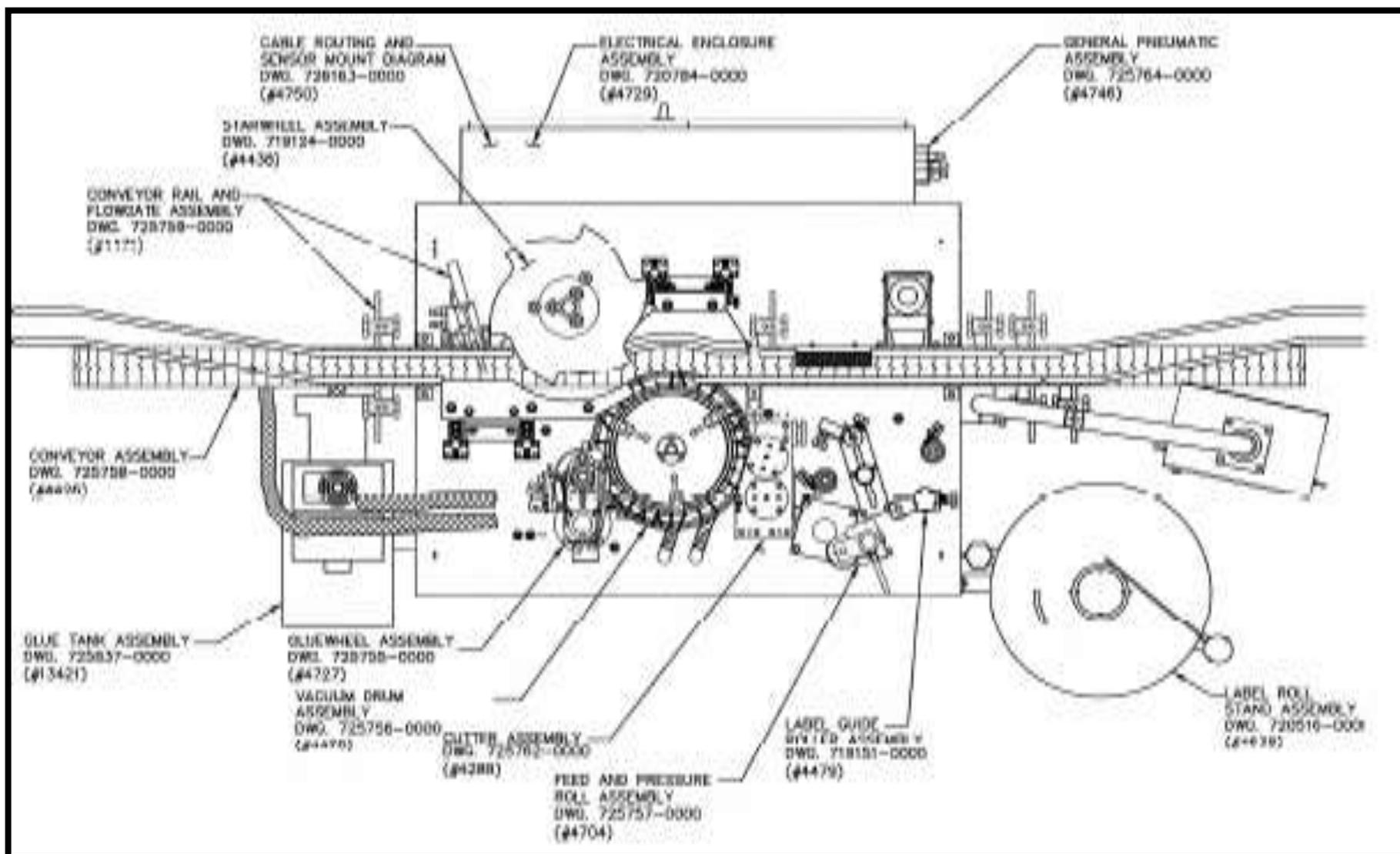


FIGURA N° 07: ESQUEMA GENERAL DE LA MÁQUINA TRINE 4500 AUTOMATIZADA CON PLC - VISTA SUPERIOR

## PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

### A. Manipulación de las Etiquetas y Registro

ACCRAPLY, (2005), La estructura del rodillo de presión, que consiste en un rodillo de aluminio de alimentación, impulsado y uno de presión a rueda libre, empujan el rodillo o rollo continuo de etiquetas hacia la estructura del cortador. El rodillo de presión puede moverse hacia adentro o hacia afuera del rodillo de alimentación.

Entre el montaje de rodillos de etiquetas y de presión se encuentran los rodillos guías y el ojo fotoeléctrico de registro. La sección en su totalidad ayudará a conducir el rollo desde el rodillo de etiquetas pasando por el ojo fotoeléctrico de registro y hacia la estructura del rodillo de presión.

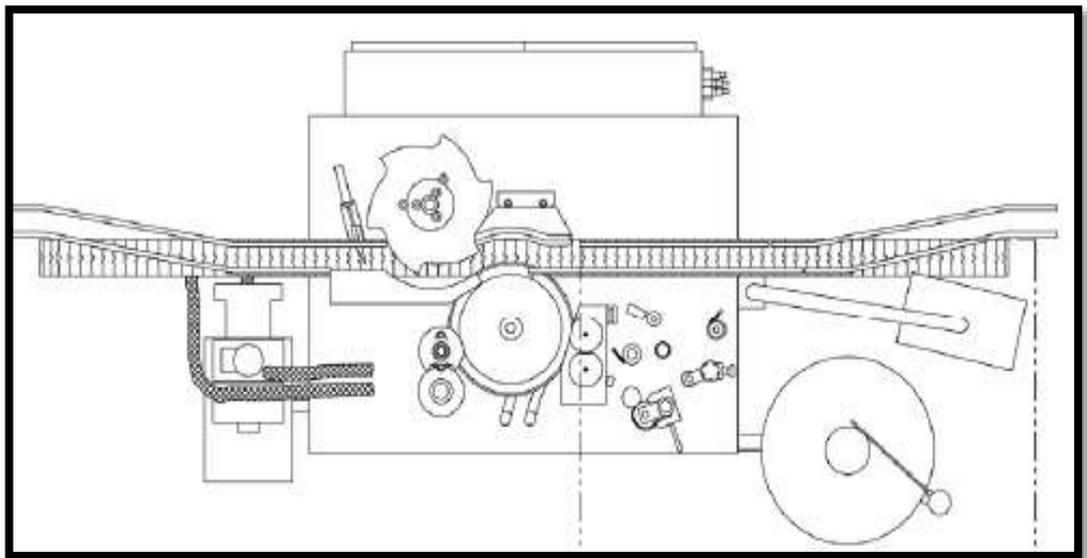


FIGURA N° 08: ESQUEMA DEL SISTEMA DE MANIPULACIÓN DE ETIQUETAS Y REGISTRO

El registro se logra a partir de la combinación del ojo fotoeléctrico de registro, el rodillo de alimentación motor y el microprogramador que se encuentran en el gabinete de control.

Estos componentes juntos conforman el sistema de registro que se conoce como SRE (Sistema de Registro Electrónico). El ojo fotoeléctrico de registro localiza la marca de registro de la etiqueta y envía una señal al microprogramador del SRE.

El microprogramador controla la señal y le comunica al motor del rodillo de alimentación que aumente o reduzca la velocidad, para compensar las variaciones en las etiquetas

## **B. Corte y Transferencia**

Las etiquetas pasan del montaje de rodillos de presión hacia el del cortador. Se utiliza vacío para mantener la etiqueta, las cuchillas cortadoras separan el rollo de etiquetas en tamaños moderados y las transfieren al cilindro a vacío.

El cilindro a vacío pasa cada etiqueta sobre una rueda de goma. Es aquí donde el pegamento derretido en caliente se aplica a la misma.

La etiqueta engomada continúa en el cilindro a vacío y se dirige hacia el contenedor designado más próximo, el cual ha sido cronometrado para recibirla por la rueda estrellada.

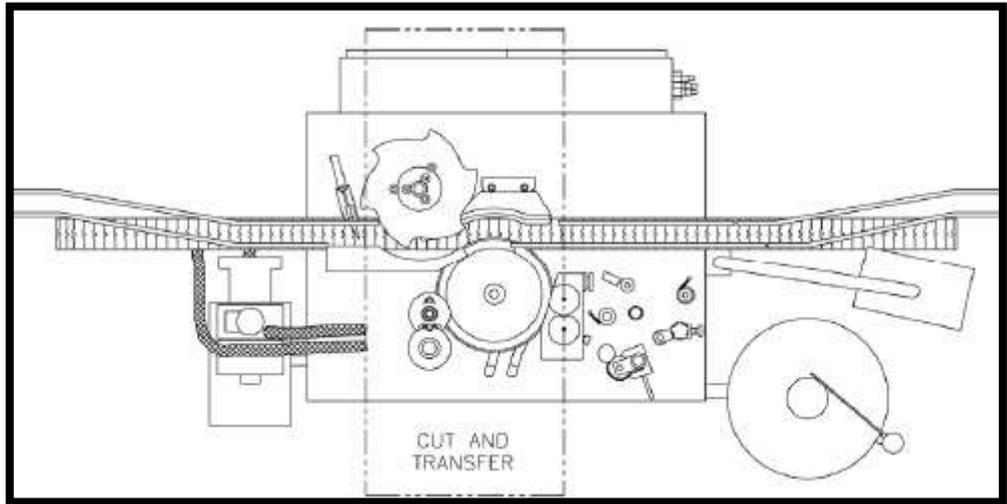
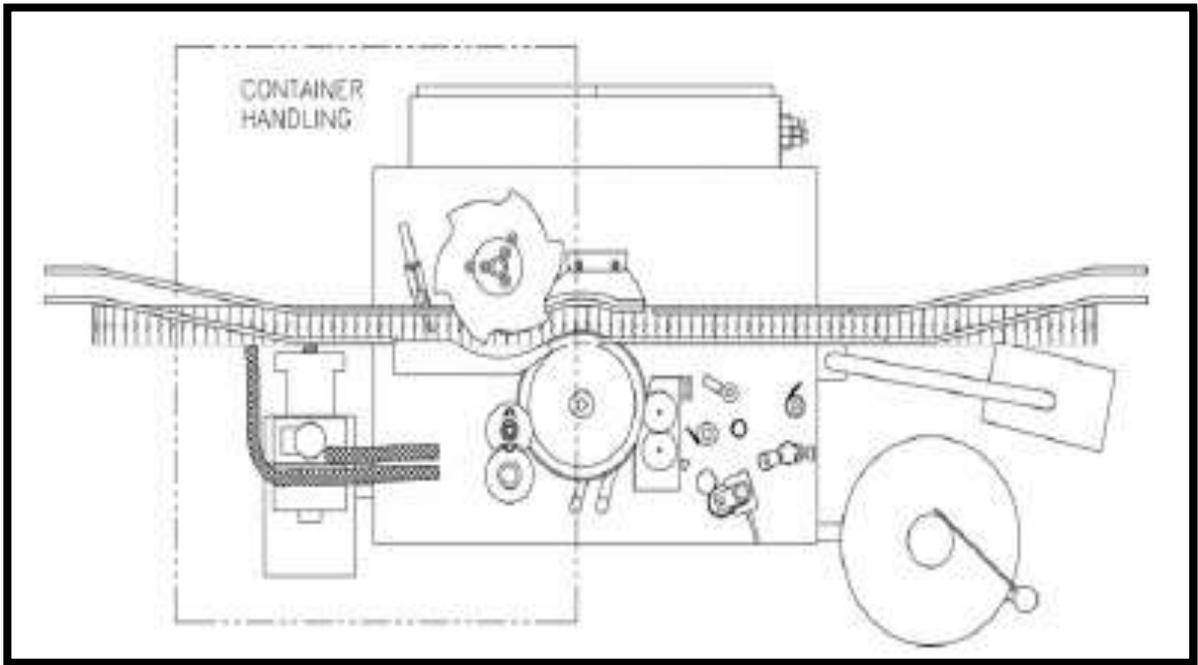


FIGURA N° 09: ESQUEMA DEL PROCESO DE CORTE Y TRANSFERENCIA

### C. Manipulación de contenedores

El contenedor rotatorio recibe la etiqueta engomada en el punto de transferencia. El contenedor continúa siendo rotado por el cilindro a vacío y el collar rodado. Este movimiento rotatorio posiciona la etiqueta engomada en forma envolvente alrededor del contenedor. Una fila continua de contenedores se aproxima a la máquina en el acarreador. Se utiliza una puerta flujo para impedir que los contenedores ingresen en la máquina.

Una vez que se abre la puerta flujo, los contenedores pueden ingresar en la máquina y ser etiquetados.



**FIGURA N° 10: ESQUEMA DE LA MANIPULACIÓN DE CONTENEDORES**

La rueda estrellada separa y conduce cada contenedor. La guía de alimentación colabora en el apoyo y conducción del contenedor hacia el punto de transferencia de etiquetas.

Mientras el contenedor se aproxima hacia este punto, el mismo comienza a rotar. El collar rodado comienza a hacer rotar el contenedor y lo conduce a través del proceso de etiquetado en cuestión.

Una vez etiquetado, el contenedor abandona el collar rodado y el tambor a vacío y sale de la máquina en la sección de descarga del transportador.

#### **D. Controlador Lógico Programable (PLC)**

El Controlador Lógico Programable es un sistema lógico específico fabricado para el Etiquetado TRINE 4500. Se encuentra equipado con 24 entradas (24vdc) y 24 unidades de salida de estado sólido. Posee dos módulos de expansión adicionales de 16 unidades de salida y 110 VAC de salida del relé.

El PLC es completamente independiente y no requiere mantenimiento preventivo. La pantalla de contacto es el único medio a través del cual el usuario puede acceder a las partes del programa.

Entre las mencionadas funciones se encuentran: las funciones LS, aquellas de Cronometraje, del Contador, del Reloj, y del Tiempo de Arranque del Tanque de Goma Auto.

Nadie debe ingresar al programa bajo ningún concepto, a excepción de un Ingeniero o Técnico de Reparaciones de TRINE autorizado. La capacidad de la memoria es de 2kb y puede expandirse a 4kb utilizando un ROMPBE (ROM Programable y Borrable Eléctricamente).

## **E. Preparación Inicial de la Alimentación de Etiquetas**

La alimentación de etiquetas se encuentra secuenciada por dos circuitos lógicos en el PLC: Preparación para la Alimentación de Etiquetas y Arranque de la misma.

El Arranque de la Alimentación de Etiquetas controla el inicio y detención de dicha alimentación y el engranaje del cortador. La Preparación para la Alimentación de Etiquetas realiza un bloqueo para evitar una activación incorrecta de la misma por medio del control de alimentación manual en el puesto del operador.

Ambos circuitos se encuentran programados de manera tal, que el dispositivo de Ínter bloqueo (M35) se activa antes que las funciones de Alimentación de Etiquetas / Cortador (Y30).

De esta manera, la alimentación de etiquetas puede llevarse a cabo sólo en el lapso pre-programado, sin importar en qué momento del ciclo de la máquina, el Sensor de Alimentación de Etiquetas (EP1) localiza un contenedor, o cuando se presiona la tecla manual de alimentación de las mismas.

Se muestra el diagrama de barras para indicar su secuencia, Secuencia de Alimentación de Etiquetas. Estos parámetros permitirán que se ponga en funcionamiento la alimentación de etiquetas, de esta manera, la tecla de alimentación manual de

etiquetas se puede utilizar para instalar el sistema de registro como lo indica la sección de Instalación Eléctrica del mismo.

El Sensor de Alimentación de Etiquetas (EP1), debe localizar el contenedor durante el período en que se encuentra activada la preparación para la Alimentación de Etiquetas.

El sensor captará el desempeño de la conexión de ínter bloqueo (M35) para permitir el comienzo de la alimentación de etiquetas cuando se enciende el comando de Arranque de Alimentación de las mismas.

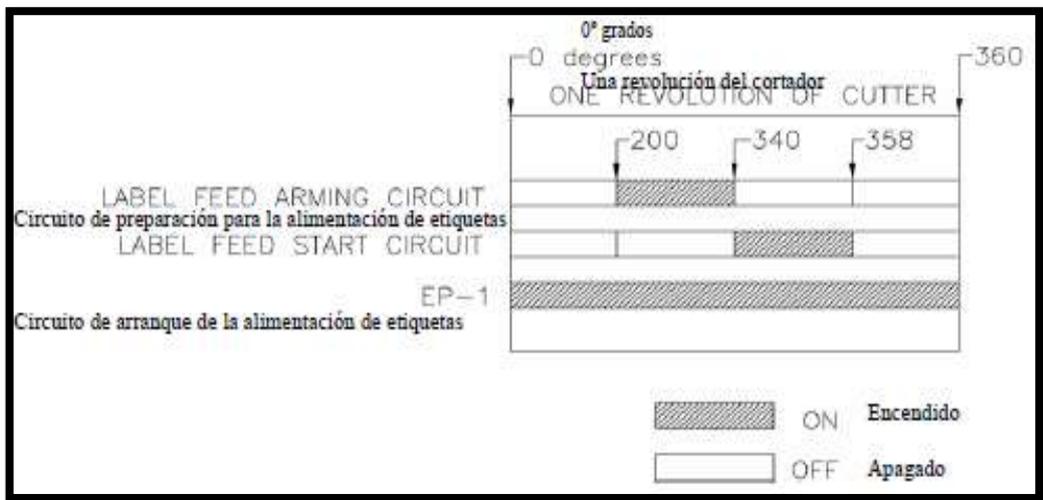


FIGURA N° 11: SECUENCIA DE ALIMENTACIÓN DE ETIQUETAS

#### F. Cronometraje de la Rueda de Goma & Engranaje

El rodillo de huecograbado (Rueda de Goma) se monta de tal manera que pueda oscilar y entrar en contacto con el tambor a vacío para aplicar goma a las etiquetas, o alejarse de él cuando no hay etiquetas presentes. El movimiento del rodillo se acciona

neumáticamente Esta acción se encuentra controlada por la “Rueda de Goma INTERNA” y la “Rueda de Goma EXTERNA” en el CLP contando con la Rueda de Goma Acoplada con un Ojo (EP2) que le da inicio.

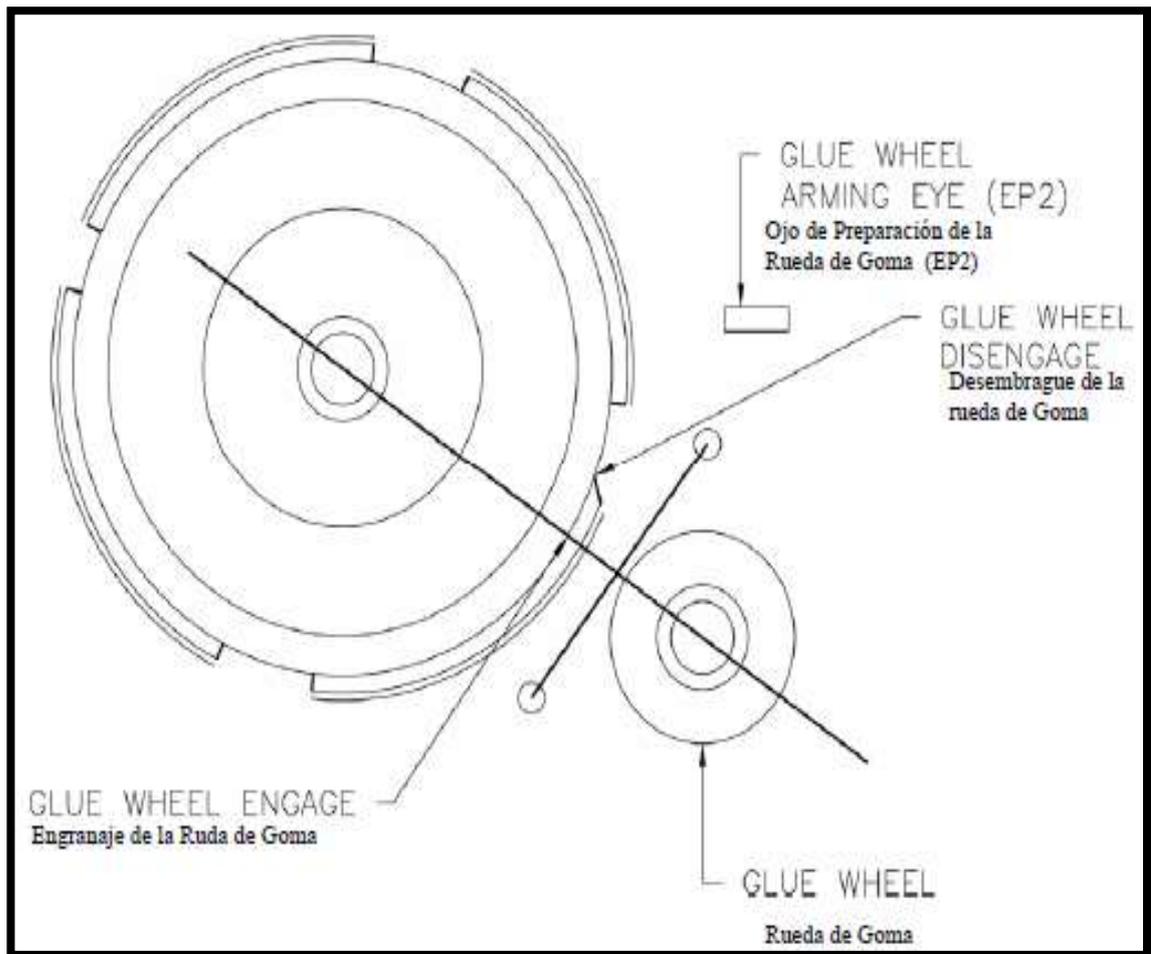


FIGURA N° 12: CRONOMETRAJE DEL ENGRANAJE DE LA RUEDA DE GOMA

### G. Sistema de Tensión de la Red

El sistema de tensión de la Red posee tres componentes básicos.

1. Un Sensor de Diámetro del Rodillo,
2. Freno de Partícula Electromagnético

3. Brazo oscilante accionado por muelle. Vea la figura “Sistema de Tensión de la Red”

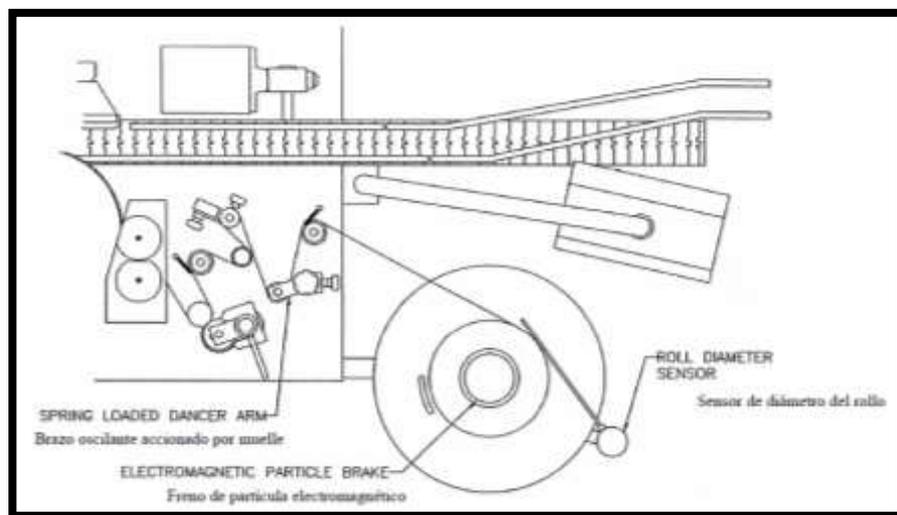


FIGURA N° 13: SISTEMA DE TENSIÓN DE LA RED

### ***Instalación del Controlador de Tensión***

1. El Controlador de Tensión 6201 se monta en el gabinete eléctrico. Posee dos regulaciones, “Tensión”, y “Velocidad de Parada”.
2. El Sensor de Diámetro del Rodillo es un potenciómetro pequeño montado en un brazo que se mueve contra el rodillo de etiquetas. El sensor le comunica al controlador a través de un mensaje, el diámetro del rodillo.

### **Instalación del Sensor**

- A. Al no haber núcleo de etiqueta, permita que el brazo del sensor se apoye contra el buje central del disco desenvuelto. Coloque en 50% el “Ajuste de Tensión” y la “Velocidad de Parada” en el Panel de Control de

Tensión 6201 de Trine. ENCIENDA el controlador de energía eléctrica de la máquina. Vea la imagen debajo “Panel de Control de Tensión”.

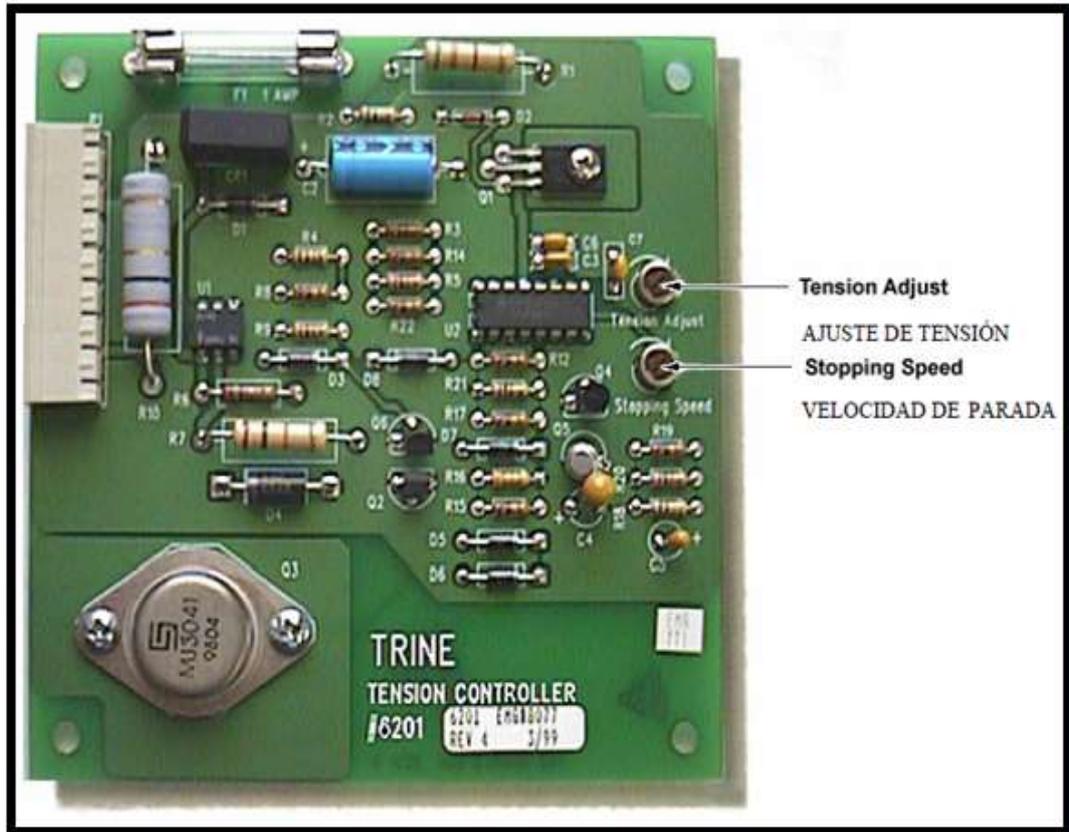


FIGURA N° 14: PANEL DE CONTROL DE TENSION

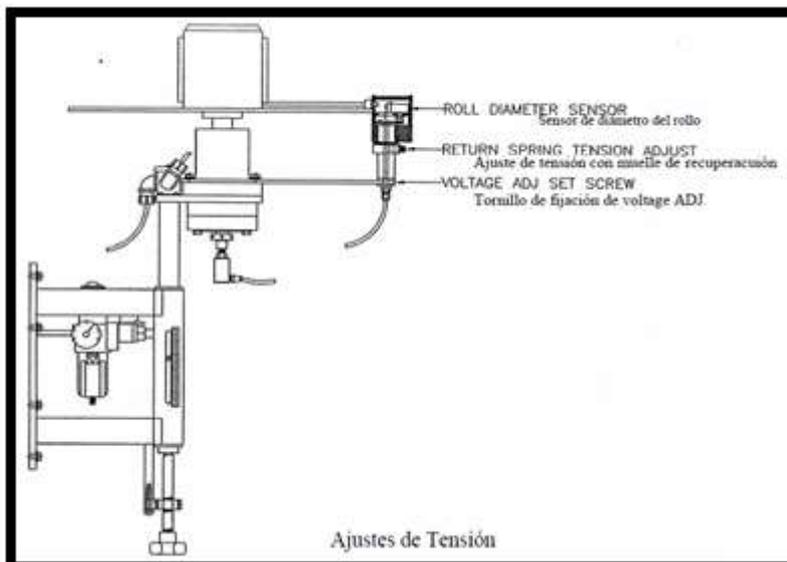
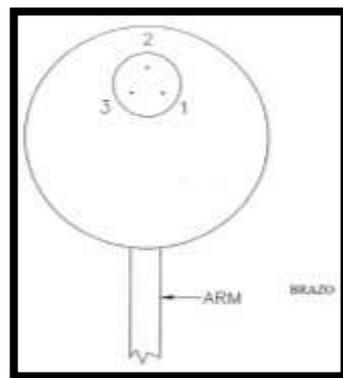


FIGURA N° 15:  
AJUSTES DE  
TENSION

- B. Mueva el brazo de tensión hacia adentro y hacia fuera al mismo tiempo que siente la resistencia en el disco desenvuelto. Mientras mueve el sensor, la Resistencia debe variar de rígida a inexistente. Permita que el brazo del sensor vuelva a apoyarse contra el buje central.
- C. Afloje el tornillo de fijación en el fondo del eje de montaje del sensor, y rote dicho eje lentamente en el sentido de las agujas del reloj. Esto cambiará la resistencia en el disco desenvuelto. Continúe rotando el eje hasta que desaparezca la tensión en el disco.
- D. Quite la tapa del recinto de aluminio que contiene el potenciómetro. Mida por medio de un voltímetro el voltaje que existe entre la clavija central del potenciómetro y las laterales, controlando la polaridad de las últimas con relación a la central (#2).
- E. La clavija cuyo voltaje se encuentre aproximadamente de 0 a 5 VDC debe catalogarse como #3. La otra clavija debe tener aproximadamente 35 VDC y debe catalogarse como #1. El voltaje debe encontrarse cerca de 0 VDC en una clavija y de 35 VDC en la otra.



**FIGURA N° 16: UBICACIONES DE LAS CLAVIJAS DEL POTENCIÓMETRO.**

- F. Ahora debe rotar el eje de montaje del sensor en el sentido de las agujas del reloj hasta que el contador marque 5 VDC entre la clavija central y la negativa. El tornillo de fijación debe ajustarse posteriormente, ya que el potenciómetro se encuentra orientado correctamente ahora.
3. Ajuste el muelle de recuperación del potenciómetro.
  4. Los Frenos de Partícula Electromagnéticos, se encuentran activados y desexcitados desde 0 VDC hasta 24 VDC. Esta potencia viene desde el controlador en respuesta directa a la entrada del Sensor de Diámetro del Rodillo. Esto mantiene a la red en constante tensión, sin importar el diámetro del rodillo. Se puede obtener la tensión deseada ajustando el “Regulador de Tensión”
  5. El brazo oscilante accionado por muelle se utiliza para quitar la flojedad existente la ruta de la banda. Posee una perilla en la parte superior que puede utilizarse para ajustar la tensión de los resortes del brazo oscilante. Esta tensión por muelle debe ajustarse para que el brazo se mueva aproximadamente por la parte central de su ámbito mientras suministra etiquetas. Este brazo oscilante es de especial importancia en el mantenimiento de la tensión cuando se producen paradas de alta velocidad.

6. El potenciómetro de “Velocidad de Parada” que se encuentra en el panel de control 6201, mantiene el control de la tensión durante las paradas de alta velocidad. El potenciómetro “de Velocidad de Parada” se ajusta a partir del suministro de etiquetas a través de la máquina a altas velocidades, y de la posterior ejecución de la tecla de “Parada”. Posteriormente se observa la posición del brazo oscilante. Debe permanecer aproximadamente en el medio de su ámbito. Si no es así, debe ajustarse el potenciómetro de “Velocidad de Parada” para que una posición se ajuste a todas las longitudes de etiquetas.

Esto puede significar, por ejemplo, que el brazo puede detenerse hacia la parte interna de su ámbito para una etiqueta de 16" (40.54cm), pero en la parte externa del mismo para una etiqueta de 6" (15.24cm). Sin embargo, una posición debe ajustarse para poder trabajar con todos los tamaños de etiqueta.

En base a las consideraciones de operación y tomando en cuenta que el periodo establecido para la ejecución es de 20 días, a 8 horas diarias, con un número de cinco personas: un ingeniero Mecánico, un Ingeniero Electrónico, un técnico mecánico, un técnico eléctrico y un pintor, es que se establece el siguiente plan de Mantenimiento:<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> ACCRAPLY. (2005) Manual de operaciones y servicios. Etiquetadora en Caliente – Frio de TRINE Modelo 4500.

**TABLA N° 03: PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO OVERHAUL DE LA MÁQUINA  
ETIQUETADORA**

<b>PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO OVERHAUL DE LA MÁQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500 AUTOMATIZADA CON PLC MITSUBISHI</b>	
1	Desmontaje y montaje de paquete de corte TRINE
2	Desmontaje y montaje de sistema de engomado TRINE
3	Desmontaje y montaje de sistema completo de alimentador de etiquetas
4	Desmontaje y montaje de sistema de transmisión de cadenas chumaceras
5	Desmontaje y montaje de sistema neumático válvulas y ductos de aire a pistones
6	Desmontaje y montaje de pantalla HMI panel touchs screen, calibración acondicionamiento de señales a PLC
7	Desmontaje y montaje de sensores de procesor para parte eléctrica, fibra óptica de proceso, sensor de registración, sensores de línea de proceso mínima y máxima, sensores de seguridad de puertas
8	Desmontaje y montaje del sistema completo de vacío válvulas filtros, bombas, tuberías, platos de distribución, etc.
9	Reordenamiento de toda la parte eléctrica verificación de funcionamiento de las tarjetas 6200 trine y 6202 de control de tensión de etiqueta
10	Instalación de componentes eléctricos del sistema de alimentación de etiquetas (partes eléctricas, potenciómetro freno de partículas y calibración del sistema)
11	Acondicionamiento del sistema nordson tanque de cola.
12	Mantenimiento preventivo al formato de envase Gatore, tambor rueda estrellada, etc.
13	Verificación de todo el sistema eléctrico, PLC, variadores de frecuencia, verificación de encoder de rodillo y alimentador de corte, etc.
14	Pintado de tablero eléctrico y parte del sistema de corte y algunos sectores de la máquina se ve deteriorada
15	Mantenimiento de puertas de trine para su trabajo óptimo.
16	Puesta en marcha de máquina con su regulación para su trabajo optimo también se dará un entrenamiento al personal de los distintos acabados que se realizaron en el sistema de la maquina

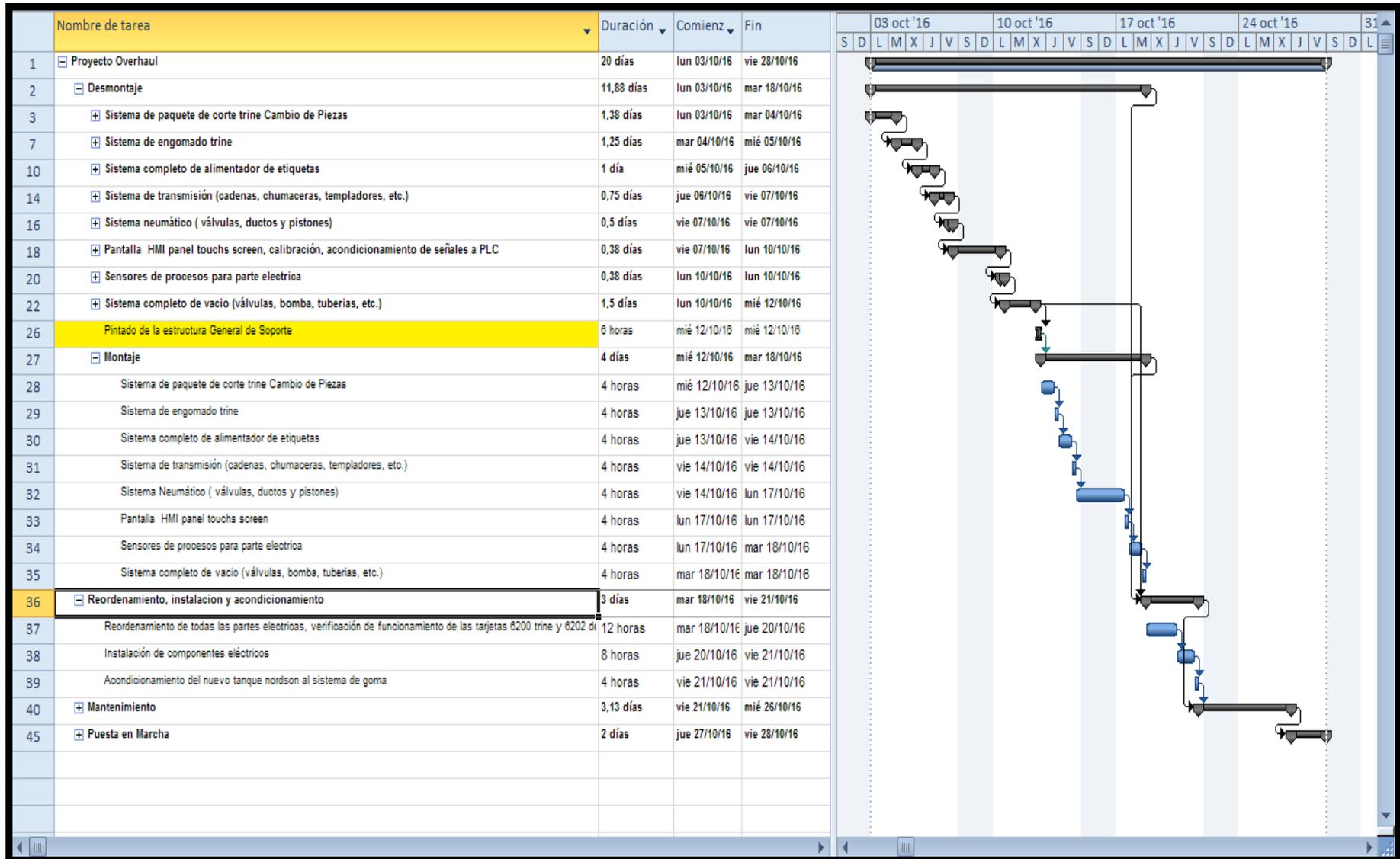


FIGURA N° 17: PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL - MS PROJECT

### 3.2 APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

En referencia al plan de manteniendo Overhaul establecido, a continuación, se da evidencia de la aplicación sobre la máquina etiquetadora TRINE 4500, automatizada mediante PLC Mitsubishi:

**TABLA N° 04 - a: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

ITEM	Cantidad	Unidad de medida	PRODUCTO (Descripción en castellano)	MATERIAL	Uso o Función del producto y de la máquina en la que se instalará
1	1	unidades	Rodamiento 15/16	acero	Parte del sistema mecanico del rodillo engomado
2	1	unidades	Calefactor de 200w de Olla de pegamento	acero	Calienta la olla para derretir el pegamento
3	1	unidades	Eje pivotante	acero	Parte del sistema mecanico del rodillo engomado
4	1	unidades	Raspador de goma	bronce	Retira el excedente del pegamento derretido del rodillo
5	1	unidades	Sensor RTD de calefactor	platino y acero	Sensor de temperatura del pegamento
6	1	unidades	Olla de pegamento	aleación de cobre y zinc	Olla para mantener caliente el pegamento
7	1	unidades	Cilindro neumatico	aluminio y acero	Acciona la cuchilla de corte de etiqueta
8	1	unidades	Trinquete de indexacion	acero	Ajusta y retiene la presion de la cuchilla
9	1	unidades	Perno especial	acero	Regula posicion de cuchilla

**TABLA N° 04 - b: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

10	100	unidades	Set de tornillos #8-32	acero	Tornillos para sistema de corte
11	48	pulgadas	Tubería de uretano	uretano	Manguras para sistema de vacío
12	1	unidades	Rodamientos sellados	acero	Parte del sistema mecánico de la máquina etiquetadora
13	1	unidades	Conjunto potenciómetro	acero, plástico y grafito	Parte del control del desbobinador de etiquetas
14	2	unidades	Rodamientos sellados	acero	Parte del sistema mecánico de la máquina etiquetadora
15	1	unidades	Retenes	acero, goma y material sintético	Parte del sistema mecánico de la máquina etiquetadora
16	1	unidades	Freno de partículas magnéticas	acero	Parte del sistema de control del desbobinador
17	1	unidades	Eje de rodillo de etiquetas	acero inoxidable	Soporta al rodillo de etiquetas
18	1	unidades	Unión para fluidos	acero y material sintético	conecta el aire comprimido al desbobinador
19	3	unidades	Cadena de tablillas plásticas 880T AB	plástico	Cadenas plásticas del sistema de transporte
20	1	unidades	Polea de fin de transporte	aluminio	Parte de la banda transportadora
21	1	unidades	Polea modificada	aluminio	Parte de la banda transportadora
22	1	unidades	Eje de polea de transportador	acero	Parte de la banda transportadora

**TABLA N° 04 - c: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

23	1	unidades	Arandela de presion	acero	Parte de la banda transportadora
24	1	unidades	Guia plastica de retorno de cadena	plástico	Guia la cadena de tablillas
25	1	unidades	Eje de traccion directa del transporte	acero	Parte del sistema de transporte
26	1	unidades	Rodamiento movable	acero	Parte del sistema de transporte
27	1	unidades	Pantalla sensible al tacto	aluminio y material electrico	Pantalla para ingreso de datos y control de la etiquetadora
28	1	unidades	Kit de enfriador de pantalla Vortex	aluminio	Para enfriar la pantalla
29	1	unidades	Conjunto de piñones dobles	acero	Parte del sistema de transmision de la etiquetadora
30	1	unidades	Kit de reemplazo de cadenas	acero	Conjunto de cadenas de trasmision mecanica
31	1	unidades	Templador de cadena	acero y material sintético	Mantiene la cadena templada
32	1	unidades	Eje de polea	acero	Parte del mecanismo de transmision de doble cadena
33	1	unidades	Sprocket de rodillo de goma	aluminio y material sintético	Parte del mecanismo de transmision de doble cadena
34	2	unidades	Arandela de bronce	acero	Parte del sistema mecanico de la etiquetadora
35	2	unidades	Rodamiento sellado	acero	Parte del sistema mecanico de la maquina etiquetadora

**TABLA N° 04 - d: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

36	2	unidades	Rodamiento 3/4"	acero	Parte del mecanismo de los rodillos guía de etiqueta
37	10	unidades	Rodamiento 3/4"	acero	Parte del mecanismo de los rodillos guía de etiqueta
38	2	unidades	Rodamiento sellado	acero	Parte del mecanismo de la estrella de entrada
39	1	unidades	Embrague de sobrecarga	acero	Detecta sobre esfuerzos de la estrella de entrada
40	1	unidades	Tuerca de soporte	acero	Parte del mecanismo de la estrella de entrada
41	1	unidades	Resorte	acero	Parte del mecanismo de la estrella de entrada
42	1	unidades	Llave de sujecion	aluminio/acero	Sujetador de la estrella de entrada
43	1	unidades	Templador del tornillo de alimentacion	aluminio/acero	Parte del mecanismo del tornillo alimentador de envases
44	1	unidades	Faja sincronica	goma con refuerzo sintético	Trasmite movimiento al tornillo alimentador
45	1	unidades	Embrague de sobrecarga	acero	Detecta sobre esfuerzos del tornillo alimentador
46	1	unidades	Resorte	acero	Parte del mecanismo del tornillo alimentador de envases
47	1	unidades	Llave de sujecion	aluminio/acero	Sujetador del tornillo de alimentacion de envases
48	1	unidades	Tarjeta de control 6200	fibra de vidrio y semi-conductores	Parte del sistema electrico de la etiquetadora

**TABLA N° 04 - e: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

49	1	unidades	Tarjeta de control de tension de etiqueta	fibra de vidrio y semi-conductores	Parte del sistema electrico de la etiquetadora
50	2	unidades	Relay de 24 voltios	material electrico, plástico, aluminio y cobre	Parte del sistema electrico de la etiquetadora
51	2	unidades	Base de relay	material electrico, plástico, aluminio y cobre	Parte del sistema electrico de la etiquetadora
52	1	unidades	Sensor escaner de registro	aluminio y material electrico	Detecta la posicion de la etiqueta
53	4	unidades	Cable 4hilosx10m para sensores de linea	cobre y PVC	Sirve para conectar los sensores
54	4	unidades	Cable 4hilosx20m para sensores de linea	cobre y PVC	Sirve para conectar los sensores
55	1	unidad	tambor de vacio para botella 473 ml	aluminio	captura la etiqueta y lo entrega a la botella
56	1	unidad	rodillo para engomado, 720772)	acero inoxidable	aplicación de goma a etiquetas
57	1	unidad	barra de 8 alambres para engomado, 720779	bronce	aplicación de goma a etiquetas
58	8	unidad	alambre separador de goma, 716427	inoxidable	separación en aplicación de goma a etiquetas
59	8	unidad	cuerda tipo guitarra para engomado, 715367	nylon	separación en aplicación de goma a etiquetas
60	1	unidad	rodamiento para base para eje 1", 713832	acero y fe. Fdo cron	soporte para que gire rodillo engomador
61	1	unidad	alambre calentador 80 watt, 720062	cobre plateado	calentar la goma

**TABLA N° 04 - f: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

62	1	unidad	calentador con sensor RTD para barra engomadora, 722934	cobre plateado y alu	para controlar la temperatura del engomado
63	1	unidad	cilindro neumatico para rodillo engomador, 713705	aluminio y acero	para controlar el angulo de giro del rodillo engomador
64	1	unidad	sensor de temperatura RTD, 725839	cobre plateado y alu	para medir la temperatura y controlar el engomado
65	3	unidad	resorte de ajuste Welch, 715366	acero	para dar presión al rodillo engomador
66	1	unidad	engranaje conductor de engomador, 720786	acero	para dar movimiento al engomador
67	1	unidad	adaptador para engomador, 720787	acero	para adecuar el movimiento al engomador
68	1	unidad	juego de rodajes del sistema de corte Clase 3, 720523	acero y bronce	para dar giro preciso al sistema de corte de etiquetas
69	2	unidad	eslabon de enlace, 719507	acero	para enlazar cadena de transmision
70	1	unidad	perno de tope con ratcher, 720625	acero	para evitar demasiada presión en el ajuste
71	1	unidad	espaciador de trinquete, 717950	acero	para separar distancia al trinquete del sistema de corte de etiquetas
72	1	unidad	resorte del trinquete, 717951	acero	para dar presión al trinquete del sistema de corte de etiquetas
73	2	unidad	pin para eslabon de enlace, 719484	acero	para ajustar el eslabón de transmisión
74	1	unidad	cuchilla rotativa , 722888	acero carburado	para cortar etiquetas

**TABLA N° 04 - g: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

75	1	unidad	cuchilla estacionaria, 723217	acero endurecido	para cortar etiquetas
76	1	unidad	valvula para vacío de cuchilla de corte, 718147	acero y bronce	para controlar el vacío en la cuchilla de corte
77	1	unidad	eje conductor de la cuchilla de corte, 718124	acero	para soportar y centrar la cuchilla de corte
78	1	unidad	sello , 719433	caucho procesado	para sellar y hermetizar fluido del vacío
79	3	unidad	sello de aceite, 715446	caucho procesado	para sellar y hermetizar aceite lubricante
80	1	unidad	freno magnético, 719351	aluminio acero	para frenar la alimentación de la atiqueta
81	1	unidad	eje del rodillo de etiqueta, 719193	acero	para soportar y centrar el rodillo de etiquetas
82	1	unidad	polea sincronizada de 48 dientes , 715830	aluminio	para mover el tornillo alimentador de botellas
83	1	unidad	bocina de madera prensada, 715503	madera prensada	para permitir el giro centrado del eje de rodillo de etiqueta
84	1	unidad	polea sincronizada, 715831	aluminio	para transmitir movimiento del complemento del gusano alimentador de botellas
85	1	unidad	faja sincronizada, 715837	caucho procesado y fibra de vidrio	para mover el tornillo alimentador de botellas
86	3	unidad	manija de ajuste, 719108	aluminio y acero	para hacer ajustes en la cuchilla de corte
87	1	unidad	soporte para tambor de vacío, 719135	acero aluminio	para mantener presionado el tambor de vacío y no patine

**TABLA N° 04 - h: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

88	1	unidad	collarin roscado para el eje, 719662	acero	para ajustar el eje con el tambor de vacio
89	1	unidad	resorte de valvula de vacio, 710552	acero	para dar presion al tambor de vacio
90	1	unidad	rodamiento, 727559	acero	para centrar y permitir giro sin friccion al tambor de vacio
91	1	unidad	rodamietnto 1-5/8" con collarin de ajsute, 727560	acero	para centrar y permitir giro sin friccion al tambor de vacio
92	10	unidad	rodamietnto 3/4" , 713863	acero	para centrar y permitir giro sin friccion al tambor de vacio
93	1	unidad	rueda dentada para gusano alimentador de botellas, 724116	aluminio plastico	para tranmision de movimiento del gusano alimentador de botellas
94	1	unidad	rueda conducida de gusano alimentador de botellas, 724115	aluminio plastico	para tranmision de movimiento del gusano alimentador de botellas
95	1	unidad	guia de gusano alimentador de botellas, 724189	plastico aluminio	para tranmision de movimiento del gusano alimentador de botellas
96	1	unidad	tensor de faja de gusano alimentador de botellas, 724109	acero	para ajustar tranmision de movimiento del gusano alimentador de botellas
97	6	unidad	rodamietnto 5/8" , 713847	acero	para centrar y permitir giro sin friccion al gusano de alimentacion de botellas
98	1	unidad	tensor del gusano alimentador de botellas, 724212	acero	para tensar la tranmision de movimiento del gusano alimentador de botellas
99	1	unidad	tensor de cadena N° 40, 714219	acero	para tensionar el sistema de transmisión de toda la máquina
100	1	unidad	rueda para correa del gusano alimentador de botellas, 724215	aluminio plastico	para tranmision de movimiento del gusano alimentador de botellas

**TABLA N° 04 - i: RESULTADO DE APLICAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL A LA MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

101	1	unidad	bocina para gusano alimentador de botellas, 724216	plastico aluminio	para centrar y evitar fricción al gusano de transmision
102	3	unidad	sensor de seguridad 720490	cobre- vidrio y plastico	para detectar aperturas de las puertas
103	1	unidad	cable de fibra óptica 6 pies, 715345	cobre y plastico	complemento del sensor de seguridad
104	2	unidad	cable de fibra óptica 3 pies, 716593	cobre y plastico	complemento del sensor de seguridad
105	4	unidad	sensor óptico, 720488	vidrio, cobre y plastico	complemento del sensor de seguridad

### **3.3 REVISIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE RESULTADOS**

A continuación, se realiza una interpretación de los resultados obtenidos en el punto anterior como consecuencia de aplicar el plan de mantenimiento Overhaul a la máquina etiquetadora TRINE, automatiza con PLC Mitsubishi.

**INTERPRETACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO OVERHAUL DE LA MÁQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500  
AUTOMATIZADA CON PLC MITSUBISHI**

ITEM	PROCEDIMIENTO	INTERPRETACIÓN
1	Desmontaje y montaje de paquete de corte trine	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: cilindro neumático, trinquete de indexación, perno especial, set de tornillos #8-32, juegos de rodajes clase 3, espaciador del trinquete, resorte del trinquete, cuchilla rotativa de corte, cuchilla estacionaria, válvula para vacío de cuchilla de corte, eje conductor de la cuchilla de corte, manija de ajuste y los rodajes con la finalidad de mejorar la etapa de transferencia de etiquetas al tambor de vacío.
2	Desmontaje y montaje de sistema de engomado trine.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: barra de los 8 alambres, alambre separador de goma, cuerda tipo guitarra, rodillo de engomado, rodaje para base de eje nº 1, calentador con sensor RTD para barra engomadora, sensor de temperatura RTD, alambre calentador de 80 watt, cilindro neumático para rodillo engomador, resorte de ajuste welch, engranaje conductor de engomador, adaptador para engomador, Rodamiento 15/16, Calefactor de 200w de Olla de pegamento, eje pivotante, raspador de goma, olla de pegamento, con la finalidad de mejorar la etapa de pegado de las etiquetas provenientes del tambor de vacío.
3	Desmontaje y montaje de sistema completo de alimentador de etiquetas.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: rodajes sellados, resorte, freno de embrague y potenciómetro; con la finalidad de tener una buena alimentación de etiquetas para el sistema de corte.

**TABLA N° 05: INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ITEM 1 AL 3**

4	Desmontaje y montaje de sistema de transmisión de cadenas y chumaceras.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: conjunto de piñones dobles, kit de reemplazo de cadenas, templador de cadena, eje de polea, sprocket de rodillo de goma, eslabón de enlace, perno de tope con ratcher, pin para eslabón de enlace, tensor de cadena N° 40 y tensor de transmisión del movimiento del gusano alimentador.
5	Desmontaje y montaje de sistema neumático, válvulas y ductos de aire a pistones.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: mangueras, válvulas y pistones para un adecuado funcionamiento, evitando fugas de aire en todos los sistemas que intervienen.
6	Desmontaje y montaje de pantalla HMI panel touch screen , calibración acondicionamiento de señales al PLC.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: pantalla sensible al tacto (touch) y kit de enfriador de pantalla vortex, para una correcta programación de la maquina etiquetadora trine 4500.
7	Desmontaje y montaje de sensores de procesador para parte eléctrica, fibra óptica de proceso, sensor de registro, sensores de línea de proceso mínima y máxima.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: relay 24 voltios, base del relay, sensor escáner de registro, cables de 4 hilos (10 y 20 metros) para sensores de línea; para un correcto registro de las etiquetas y envases en cada proceso de la máquina etiquetadora trine 4500.
8	Desmontaje y montaje del sistema completo de vacío, válvulas filtros, bombas, tuberías, platos de distribución, etc.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: tambor de vacío para botella 473 ml, sello del fluido de vacío, sello de aceite, bocina de madera prensada, soporte para el tambor de vacío, collarín roscado para el eje, rodamientos y tubería de uretano. Se hizo un mantenimiento a las tuberías provenientes de la bomba de vacío para su correcto funcionamiento.

**TABLA N° 06: INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ITEM 4 AL 8**

9	Reordenamiento de toda la parte eléctrica verificación de funcionamiento de las tarjetas 6200 trine y 6202 de control de tensión de etiqueta.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: tarjeta de control 6200, tarjeta de control de tensión de etiqueta 6202 para una eficiente mejora y desempeño de la maquina etiquetadora trine 4500.
10	Instalación de componentes eléctricos del sistema de alimentación de etiquetas (partes eléctricas, potenciómetro freno de partículas y calibración del sistema).	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: conjunto de potenciómetro, freno de partículas magnéticas, unión para fluidos, para el perfecto tensado de las etiquetas al momento de pasar por los rodillos con destino al sistema de corte.
11	Acondicionamiento del sistema nordson tanque de cola.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: tanque nordson y mangueras de entrada y salida. Se hizo la prueba de funcionamiento y habilitación de la goma requerida en el sistema de engomado para el pegado de las etiquetas provenientes del sistema de corte pasando por el tambor de vacío, con el envase adecuado.
12	Mantenimiento preventivo al formato de envase Gatore, tambor, rueda estrellada, gusano alimentador, etc.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: rodamiento 5/8", arandela de bronce, rodamientos sellados, embrague de sobrecarga, tuerca de soporte, resorte, llave de sujeción, templador de tornillo de alimentación, faja sincronizada, polea sincronizada de 48 dientes, rueda dentada y rueda conducida para gusano alimentador, guía, tensor de faja, rueda para correa y bocina del gusano alimentador.

TABLA N° 07: INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ITEM 9 AL 12

13	Verificación de todo el sistema eléctrico, PLC, variadores de frecuencia, verificación de encoder de rodillo y alimentador de corte, etc.	En referencia a este procedimiento se verifico el correcto funcionamiento de las siguientes piezas: variadores de frecuencia, encoder del rodillo y del alimentador de corte, para luego hacer la prueba de puesta en marcha y registre la velocidad deseada, así obteniendo las medidas exactas de las etiquetas en el sistema de corte.
14	Pintado de tablero eléctrico y parte del sistema de corte, de vacío y algunos sectores de la máquina que están deterioradas.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario pintar con pintura glass, color gris de alta corrosión las siguientes piezas: tablero eléctrico, paquete de sistema de corte, parte del tambor de vacío y estructura de soporte principal de la máquina trine 4500.
15	Mantenimiento de puertas de trine para su trabajo óptimo.	En referencia a este procedimiento se encontró que era necesario reemplazar las siguientes piezas: sensor de seguridad, cable de fibra óptica de 6 pies, cable de fibra óptica de 3 pies y el sensor óptico; ya que estas se encontraban inoperativas, con el fin de tener una rápida respuesta al momento de fallas al no cerrar bien las puertas de seguridad.
16	Puesta en marcha de la máquina con su regulación para su trabajo optimo también se dará un entrenamiento al personal de los distintos acabados que se realizaron en el sistema de la máquina.	En referencia a este procedimiento se realizó el traslado completo de la máquina etiquetadora trine 4500 a nueva área final de trabajo, se calibro el sistema de corte de acuerdo al manual proporcionado por Acraply, se realizó la prueba de velocidad requerida por la empresa 300 rpm con envases llenos de la línea Gatorade, durante la puesta en marcha el personal de la empresa Selva Industrial SA estuvo presente para tener el conocimiento correcto de la operación de la máquina etiquetadora trine 4500.

**TABLA N° 08: INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS ITEM 13 AL 16**

## CONCLUSIONES

- ✚ Se concluye que si fue posible diseñar un plan de mantenimiento Overhaul para la Máquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi, capaz de identificar componentes críticos, que requieren cambio.
- ✚ Se concluye que si fue posible la aplicación del plan de mantenimiento Overhaul a la Máquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi, la misma que arrojó como resultado la identificación de componentes críticos que requieren cambio, tal como se establece en la Figuras N° 2.
- ✚ Finalmente concluyo que si fue posible el desarrollo de un plan de mantenimiento Overhaul para la Maquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi, de tal forma que esto permitirá evitar paradas inesperadas que conlleven a eliminar pérdidas económicas.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda ejecutar el plan de mantenimiento Overhaul a la Máquina Etiquetadora TRINE 4500 automatizada con PLC Mitsubishi, con la finalidad de evitar paradas inesperadas que conlleven a pérdidas económicas
- Se recomienda realizar un análisis costo beneficio respecto a la aplicación del plan de mantenimiento Overhaul, ya que quizás nos daría una idea más clara, si es conveniente este tipo de mantenimiento o resulta mejor comprar otra máquina Etiquetadora.
- Finalmente se recomienda replicar este mismo análisis para generar otros programas de mantenimiento preventivo y correctivo de otras máquinas que forman parte de la empresa Selva Industrial SA.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **VALERA. S.** (2013). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo Ú. (Tesis de Pre Grado). Universidad Tecnológica De Querétaro, Santiago de Querétaro, México.
2. **SIERRA. G.** (2004). Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A. (Tesis de Pre Grado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
3. **RIVERA. E.** (2011). Sistema de gestión del mantenimiento industrial. (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
4. **LOPEZ. P.** (2012). Reparación de instalaciones Automatizadas. Málaga, España: INNOVA.
5. **GARCIA. S.** (2010). La contratación del mantenimiento industrial. Madrid, España: DIAZ DE SANTOS.
6. **SANZ. J.** (2010). Instalación y mantenimiento electromecánico de maquinaria y conducción de líneas. Madrid, España: DELIBROS.
7. **BOUCLY. F.** (2010). Gestión de Mantenimiento. Madrid, España: DELIBROS.
8. **GONZALES. F.** (2005). Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado. Madrid, España: FUNDACIÓN CONFEMETAL.
9. **GARCIA. S.** (2003). Organización y gestión integral del mantenimiento. Madrid, España: EDICIONES DÍAZ DE SANTOS.
10. **TEJEDO. P.** (2010). Gestión integral del mantenimiento. Madrid, España: MARCOMBO.

11. **RODRIGO. C.** (2001). Aspectos estratégicos en la dirección de producción. Madrid, España: EDITORIAL RAMÓN ARECES.
12. **SACRISTAN. R.** (2001). Manuel del mantenimiento integral en la empresa. Madrid, España: MARCOMBO.
13. **SILVA. C.** (2009). Autómatas programables y sistemas de automatización. Barcelona, España: MARCOMBO.
14. **DOMINGO. J.** (2003). Introducción a los autómatas programables. Barcelona, España: UOC.
15. **MICHIGAN. M.** (2006). Electrónica Industrial moderna. Juárez, México: PEARSON.
16. **ROMERAL. J.** (2010). Autómatas programables. Barcelona, España: MARCOMBO.
17. **ACCRAPLY.** (2005). Manual de operaciones y servicios. Etiquetadora en Caliente – Frio de TRINE Modelo 4500.

## BIBLIOGRAFÍA ELECTRONICA

1. **Técnicas de mantenimiento preventivo y correctivo del UPS marca Toshiba**

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.10/0/1527/Tesis%20Completa.pdf?sequence=1>
2. **Planteamiento para la determinación y Ejecución de mantenimiento Overhaul**

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7802/2/144458.pdf>
3. **PMM - Prácticas y Estrategias de Overhaul**

<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnew/cap/cursos/lccbsagot09.pdf>
4. **Automatización y Control Industrial con Schneider**

<http://www.schneiderelectric.es/spain/es/productos-servicios/sistemas-instalacion-control/sistemas-instalacion-control>
5. **5S**

[http://www.paritarios.cl/especial\\_las\\_5s.htm](http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm)

## **ANEXOS**

## HOJA DE VIDA

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

DETALLE	CARACTERÍSTICAS
NOMBRE DEL EQUIPO	MAQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS
MARCA	TRINE
MODELO	4500
SERIE	6390
FABRICANTE Y LUGAR DE ORIGEN	ACCRAPLY - USA
FECHA DE ADQUISICION	06/01/2009
NOMBRE DEL PROVEEDOR - DIRECCIÓN	SUNIL - CALLAO
REQUISITOS E INDICADORES DADAS POR EL FABRICANTE	MANUAL DE INSTRUCCIONES
CALIBRACION (TIPO Y PERIODICIDAD)	LUBRICACION MENSUAL
GARANTIA	FECHA DE INICIO: 06/01/2009
	FECHA DE TERMINACIÓN: 05/01/2010

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN AÑO:2009														
NOMBRE DEL EQUIPO: MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS														
MARCA: TRINE														
MODELO: 4500														
SERIE: 6390														
OBSERVACIONES														
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
sistema de corte		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de vacío		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema brazo oscilante		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
escáner ojo fotoeléctrico		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de goma		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
guías de botellas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rueda estrellada		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rodillo de presión		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
encoder de rodillo etiquetas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	sistema de transmisión	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	lubricación de rodajes, baleros, etc.	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	freno de partículas	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	válvulas de filtro de aire	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	accionadores	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	motor de faja transportadora	trimestral			X			X			X			X
	drenar tanque nordson	trimestral			X			X			X			X
	sensores de puertas	trimestral			X			X			X			X
	motor principal	trimestral			X			X			X			X
	embrague	trimestral			X			X			X			X
	caja reductora	trimestral			X			X			X			X

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN AÑO:2010														
NOMBRE DEL EQUIPO: MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS														
MARCA: TRINE														
MODELO: 4500														
SERIE: 6390														
OBSERVACIONES														
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
sistema de corte		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de vacío		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema brazo oscilante		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
escáner ojo fotoeléctrico		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de goma		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
guías de botellas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rueda estrellada		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rodillo de presión		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
encoder de rodillo etiquetas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	sistema de transmisión	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	lubricación de rodajes, baleros, etc.	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	freno de partículas	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	válvulas de filtro de aire	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	accionadores	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	motor de faja transportadora	trimestral			X			X			X			X
	drenar tanque nordson	trimestral			X			X			X			X
	sensores de puertas	trimestral			X			X			X			X
	motor principal	trimestral			X			X			X			X
	embrague	trimestral			X			X			X			X
	caja reductora	trimestral			X			X			X			X

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN AÑO:2011														
NOMBRE DEL EQUIPO: MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS														
MARCA: TRINE														
MODELO: 4500														
SERIE: 6390														
OBSERVACIONES														
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
sistema de corte		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de vacío		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema brazo oscilante		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
escáner ojo fotoeléctrico		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de goma		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
guías de botellas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rueda estrellada		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rodillo de presión		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
encoder de rodillo etiquetas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	sistema de transmisión	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	lubricación de rodajes, baleros, etc	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	freno de partículas	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	válvulas de filtro de aire	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	accionadores	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	motor de faja transportadora	trimestral			X			X			X			X
	drenar tanque nordson	trimestral			X			X			X			X
	sensores de puertas	trimestral			X			X			X			X
	motor principal	trimestral			X			X			X			X
	embrague	trimestral			X			X			X			X
	caja reductora	trimestral			X			X			X			X

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN AÑO:2012														
NOMBRE DEL EQUIPO: MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS														
MARCA: TRINE														
MODELO: 4500														
SERIE: 6390														
OBSERVACIONES														
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
sistema de corte		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de vacío		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema brazo oscilante		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
escáner ojo fotoeléctrico		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de goma		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
guías de botellas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rueda estrellada		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rodillo de presión		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
encoder de rodillo etiquetas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	sistema de transmisión	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	lubricación de rodajes, baleros, etc.	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	freno de partículas	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	válvulas de filtro de aire	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	accionadores	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	motor de faja transportadora	trimestral			X			X			X			X
	drenar tanque nordson	trimestral			X			X			X			X
	sensores de puertas	trimestral			X			X			X			X
	motor principal	trimestral			X			X			X			X
	embrague	trimestral			X			X			X			X
	caja reductora	trimestral			X			X			X			X

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN AÑO:2013														
NOMBRE DEL EQUIPO: MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS														
MARCA: TRINE														
MODELO: 4500														
SERIE: 6390														
OBSERVACIONES														
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
sistema de corte		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de vacío		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema brazo oscilante		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
escáner ojo fotoeléctrico		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de goma		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
guías de botellas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rueda estrellada		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rodillo de presión		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
encoder de rodillo etiquetas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	sistema de transmisión	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	lubricación de rodajes, baleros, etc.	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	freno de partículas	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	válvulas de filtro de aire	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	accionadores	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	motor de faja transportadora	trimestral			X			X			X			X
	drenar tanque nordson	trimestral			X			X			X			X
	sensores de puertas	trimestral			X			X			X			X
	motor principal	trimestral			X			X			X			X
	embrague	trimestral			X			X			X			X
	caja reductora	trimestral			X			X			X			X

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN AÑO:2014														
NOMBRE DEL EQUIPO: MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS														
MARCA: TRINE														
MODELO: 4500														
SERIE: 6390														
OBSERVACIONES														
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
sistema de corte		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de vacío		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema brazo oscilante		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
escáner ojo fotoeléctrico		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de goma		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
guías de botellas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rueda estrellada		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rodillo de presión		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
encoder de rodillo etiquetas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	sistema de transmisión	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	lubricación de rodajes, baleros, etc.	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	freno de partículas	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	válvulas de filtro de aire	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	accionadores	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	motor de faja transportadora	trimestral			X			X			X			X
	drenar tanque nordson	trimestral			X			X			X			X
	sensores de puertas	trimestral			X			X			X			X
	motor principal	trimestral			X			X			X			X
	embrague	trimestral			X			X			X			X
	caja reductora	trimestral			X			X			X			X

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN AÑO:2015														
NOMBRE DEL EQUIPO: MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS														
MARCA: TRINE														
MODELO: 4500														
SERIE: 6390														
OBSERVACIONES														
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
sistema de corte		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de vacío		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema brazo oscilante		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
escáner ojo fotoeléctrico		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de goma		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
guías de botellas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rueda estrellada		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rodillo de presión		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
encoder de rodillo etiquetas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	sistema de transmisión	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	lubricación de rodajes, baleros, etc.	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	freno de partículas	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	válvulas de filtro de aire	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	accionadores	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	motor de faja transportadora	trimestral			X			X			X			X
	drenar tanque nordson	trimestral			X			X			X			X
	sensores de puertas	trimestral			X			X			X			X
	motor principal	trimestral			X			X			X			X
	embrague	trimestral			X			X			X			X
	caja reductora	trimestral			X			X			X			X

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CALIBRACIÓN AÑO:2016														
NOMBRE DEL EQUIPO: MÁQUINA ETIQUETADORA DE BOTELLAS														
MARCA: TRINE														
MODELO: 4500														
SERIE: 6390														
OBSERVACIONES														
CALIBRACIÓN	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	FRECUENCIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
sistema de corte		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de vacío		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema brazo oscilante		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
escáner ojo fotoeléctrico		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
sistema de goma		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
guías de botellas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rueda estrellada		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
rodillo de presión		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
encoder de rodillo etiquetas		mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	sistema de transmisión	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	lubricación de rodajes, baleros, etc.	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	freno de partículas	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	válvulas de filtro de aire	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	accionadores	mensual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	motor de faja transportadora	trimestral			X			X			X			X
	drenar tanque nordson	trimestral			X			X			X			X
	sensores de puertas	trimestral			X			X			X			X
	motor principal	trimestral			X			X			X			X
	embrague	trimestral			X			X			X			X
	caja reductora	trimestral			X			X			X			X

## REGISTRO DE MANTENIMIENTO

NOMBRE: MAQUINA ETIQUETADORA					
MARCA: TRINE					
MODELO: 4500					
SERIE: 6390					
FECHA DE REALIZACION (DD/MM/AA) DE:			DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA	NOMBRE DEL TÉCNICO	FIRMA
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CALIBRACION	MANTENIMIENTO CORRECTIVO			
		setiembre 06/2010	revisión sistema de corte y cambio de cuchillas	Herctor Jaramillo T.	SS
	setiembre 22/2010		revisión sistema de vacío	Herctor Jaramillo T.	SS
	octubre 06/2010		revisión sistema de brazo oscilante	Herctor Jaramillo T.	SS
	noviembre 12/2011		revisión escáner ojo fotoeléctrico	Herctor Jaramillo T.	SS
	diciembre 18/2011		revisión sistema de goma	Herctor Jaramillo T.	SS
	febrero 14/2012		revisión guías de botellas	Herctor Jaramillo T.	SS
	abril 11/2012		revisión rueda estrellada	Herctor Jaramillo T.	SS
	agosto 20/2012		revisión rodillo de presión	Herctor Jaramillo T.	SS
	octubre 19/2013		revisión encoder de rodillo de etiqueta	Herctor Jaramillo T.	SS
	noviembre 05/2013		revisión sistema de corte	Herctor Jaramillo T.	SS
enero 22/2014			lubricación de todos los puntos de engrase	Herctor Jaramillo T.	SS
		marzo 10/2014	cambio de freno de partículas	Herctor Jaramillo T.	SS
marzo 12/2015			revisión filtro de aire	Herctor Jaramillo T.	SS
junio 15/2016			revisión de accionadores	Herctor Jaramillo T.	SS
junio 15/2016			revisión motor faja transportadora	Herctor Jaramillo T.	SS
julio 18/2016			drenar tanque nordson	Herctor Jaramillo T.	SS
junio 20/2016			revisión sensores de puertas	Herctor Jaramillo T.	SS
setiembre 10/2016			Revisión del motor principal	Herctor Jaramillo T.	SS
setiembre 10/2016			revisión embrague	Herctor Jaramillo T.	SS
		setiembre 12/2016	reparación caja reductora	Herctor Jaramillo T.	SS

## **COSTO POR PARADA DE MAQUINA ETIQUETADORA TRINE 4500**

La producción de la máquina etiquetadora trine 4500 es de 300 envases por minuto eso hace un total de 18000 envases por hora, 144000 por 8 horas; no es una producción directa, pero por cada etiquetada se tiene un valor agregado de no generar el producto final, ya que está dentro de un proceso final en el trabajo de la maquina etiquetadora trine 4500; es decir un factor costo de 0.11 céntimos de sol por etiqueta esto incluido el engomado, el costo por un periodo de un día considerando 8 horas de trabajo es 15840 soles, si no se etiqueta y que afecta a la producción.

El levantamiento de información de la máquina etiquetadora trine 4500 se da 20 días antes de poder empezar el mantenimiento overhaul, ya que presentaba paradas inesperadas de impreso que se hacían frecuentes, se tiene el tiempo necesario para la importación de los repuestos desde el extranjero. La máquina etiquetadora trine 4500 sufre una parada grave pasado los 15 días desde del levantamiento de información, faltando 5 días para la llegada de los repuestos, considerando estos días en total el tiempo de parada de la maquina etiquetadora trine 4500 son 5 días más los 20 días de mantenimiento overhaul, dando en total 25 días sin poder producir la cual genera un costo de 396000 soles, equivalentes a 120731.71 dólares.

bpm: botellas por minuto

tiempo		producción 300 bpm	costo por no etiquetar	en soles	en dólares
horas	1	18000	S/. 0,11	S/. 1,980	\$ 603.66
	8	144000	S/. 0,11	S/. 15,840	\$ 4,829.27
días	25	3600000	S/. 0,11	S/. 396,000	<b>\$120,731.71</b>

<b>COSTO ESPECIFICO PARA EL RECAMBIO DE COMPONENTES</b>					
<b>ITEM</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>MARCA (Si no tiene indicar S/M o dejar en blanco)</b>	<b>Precio unitario (US\$)</b>	<b>Precio total (US\$)</b>
1	1	Rodamiento 15/16	BROWNING	\$183.87	\$183.87
2	1	Calefactor de 200w de Olla de pegamento	WATLOW	\$180.26	\$180.26
3	1	Eje pivotante	BIMBA	\$27.64	\$27.64
4	1	Raspador de goma	ACCRAPLY	\$114.17	\$114.17
5	1	Sensor RTD de calefactor	NORDSON	\$620.10	\$620.10
6	1	Olla de pegamento	ACCRAPLY	\$287.22	\$287.22
7	1	Cilindro neumático	BIMBA	\$314.85	\$314.85
8	1	Trinquete de indexación	BERG	\$74.50	\$74.50
9	1	Perno especial	S/M	\$7.21	\$7.21
10	100	Set de tornillos #8-32	MCMMASTER	\$3.61	\$361.00
11	48	Tubería de uretano	MCMMASTER	\$1.20	\$57.60
12	1	Rodamientos sellados	SKF	\$60.08	\$60.08
13	1	Conjunto potenciómetro	S/M	\$1,633.18	\$1,633.18
14	2	Rodamientos sellados	SKF	\$60.08	\$120.16
15	1	Retenes	NATIONAL OR TIMKEN	\$24.04	\$24.04
16	1	Freno de partículas magnéticas	PLACID	\$1,091.70	\$1,091.70
17	1	Eje de rodillo de etiquetas	ACCRAPLY	\$1,201.75	\$1,201.75
18	1	Unión para fluidos	DEUBLIN	\$194.81	\$194.81
19	3	Cadena de tablillas plásticas 880TAB	REXNORD	\$188.68	\$566.04
20	1	Polea de fin de transporte	BROWNING	\$420.61	\$420.61
21	1	Polea modificada	NOLU	\$105.75	\$105.75
22	1	Eje de polea de transportador	ACCRAPLY	\$88.93	\$88.93
23	1	Arandela de presión	BUNTING	\$4.80	\$4.80
24	1	Guía plástica de retorno de cadena	ACCRAPLY	\$51.68	\$51.68
25	1	Eje de tracción directa del transporte	ACCRAPLY	\$254.77	\$254.77
26	1	Rodamiento movable	SEALMASTER	\$243.96	\$243.96
27	1	Pantalla sensible al tacto	CTC	\$8,171.90	\$8,171.90
28	1	Kit de enfriador de pantalla Vortex	MCMMASTER	\$1,112.82	\$1,112.82
29	1	Conjunto de piñones dobles	MARTIN & BROWNING	\$2,375.00	\$2,375.00
30	1	Kit de reemplazo de cadenas	DIAMOND	\$1,425.00	\$1,425.00
31	1	Templador de cadena	FENNER MANHEIM	\$225.92	\$225.92
32	1	Eje de polea	EMERSON OR BROWING	\$201.89	\$201.89

33	1	Sprocket de rodillo de goma	MARTIN & TORRINGTON	\$676.59	\$676.59
34	2	Arandela de bronce	BOSTON	\$2.40	\$4.80
35	2	Rodamiento sellado	SKF	\$60.08	\$120.16
36	2	Rodamiento 3/4"	NICE	\$30.04	\$60.08
37	10	Rodamiento 3/4"	NICE	\$31.63	\$316.30
38	2	Rodamiento sellado	SKF	\$60.08	\$120.16
39	1	Embrague de sobrecarga	MAYR	\$927.75	\$927.75
40	1	Tuerca de soporte	MCMMASTER	\$12.01	\$12.01
41	1	Resorte	MAYR	\$25.24	\$25.24
42	1	Llave de sujeción	MAYR	\$106.96	\$106.96
43	1	Templador del tornillo de alimentación	ACCRAPLY	\$57.68	\$57.68
44	1	Faja sincrónica	MARTIN	\$42.06	\$42.06
45	1	Embrague de sobrecarga	MAYR	\$1,038.31	\$1,038.31
46	1	Resorte	MAYR	\$25.24	\$25.24
47	1	Llave de sujeción	MAYR	\$106.96	\$106.96
48	1	Tarjeta de control 6200	ACCRAPLY	\$2,910.63	\$2,910.63
49	1	Tarjeta de control de tensión de etiqueta 6202	ACCRAPLY	\$1,158.05	\$1,158.05
50	2	Relay de 24 voltios	IDEC	\$49.27	\$98.54
51	2	Base de relay	IDEC	\$64.89	\$129.78
52	1	Sensor escáner de registro	SICK	\$1,135.65	\$1,135.65
53	4	Cable 4hilosx10m para sensores de línea	MURR	\$79.31	\$317.24
54	4	Cable 4hilosx20m para sensores de línea	MURR	\$170.64	\$682.56
55	1	tambor de vacío para botella 473 ml	ACCRAPLY	\$2,100.00	\$2,100.00
56	1	rodillo para engomado, 720772)	ACCRAPLY	\$925.00	\$925.00
57	1	barra de 8 alambres para engomado, 720779	ACCRAPLY	\$400.00	\$400.00
58	8	alambre separador de goma, 716427	ACCRAPLY	\$5.00	\$40.00
59	8	cuerda tipo guitarra para engomado, 715367	ACCRAPLY	\$6.00	\$48.00
60	1	rodamiento para base para eje 1", 713832	ACCRAPLY	\$70.00	\$70.00
61	1	alambre calentador 80 watt, 720062	ACCRAPLY	\$115.00	\$115.00
62	1	calentador con sensor RTD para barra engomadora, 722934	ACCRAPLY	\$415.00	\$415.00
63	1	cilindro neumático para rodillo engomador, 713705	ACCRAPLY	\$130.00	\$130.00
64	1	sensor de temperatura RTD, 725839	ACCRAPLY	\$105.00	\$105.00
65	3	resorte de ajuste Welch, 715366	ACCRAPLY	\$18.00	\$54.00
66	1	engranaje conductor de engomador, 720786	ACCRAPLY	\$120.00	\$120.00

67	1	adaptador para engomador, 720787	ACCRAPLY	\$100.00	\$100.00
68	1	juego de rodajes del sistema de corte Clase 3, 720523	ACCRAPLY	\$1,100.00	\$1,100.00
69	2	eslabón de enlace, 719507	ACCRAPLY	\$30.00	\$60.00
70	1	perno de tope con ratcher, 720625	ACCRAPLY	\$145.00	\$145.00
71	1	espaciador de trinquete, 717950	ACCRAPLY	\$23.00	\$23.00
72	1	resorte del trinquete, 717951	ACCRAPLY	\$30.00	\$30.00
73	2	pin para eslabón de enlace, 719484	ACCRAPLY	\$25.00	\$50.00
74	1	cuchilla rotativa , 722888	ACCRAPLY	\$450.00	\$450.00
75	1	cuchilla estacionaria, 723217	ACCRAPLY	\$375.00	\$375.00
76	1	válvula para vacío de cuchilla de corte, 718147	ACCRAPLY	\$330.00	\$330.00
77	1	eje conductor de la cuchilla de corte, 718124	ACCRAPLY	\$350.00	\$350.00
78	1	sello, 719433	ACCRAPLY	\$20.00	\$20.00
79	3	sello de aceite, 715446	ACCRAPLY	\$15.00	\$45.00
80	1	freno magnético, 719351	ACCRAPLY	\$750.00	\$750.00
81	1	eje del rodillo de etiqueta, 719193	ACCRAPLY	\$300.00	\$300.00
82	1	polea sincronizada de 48 dientes, 715830	ACCRAPLY	\$100.00	\$100.00
83	1	bocina de madera prensada, 715503	ACCRAPLY	\$28.00	\$28.00
84	1	polea sincronizada, 715831	ACCRAPLY	\$130.00	\$130.00
85	1	faja sincronizada, 715837	ACCRAPLY	\$35.00	\$35.00
86	3	manija de ajuste, 719108	ACCRAPLY	\$20.00	\$60.00
87	1	soporte para tambor de vacío, 719135	ACCRAPLY	\$40.00	\$40.00
88	1	collarín roscado para el eje, 719662	ACCRAPLY	\$15.00	\$15.00
89	1	resorte de válvula de vacío, 710552	ACCRAPLY	\$50.00	\$50.00
90	1	rodamiento, 727559	ACCRAPLY	\$210.00	\$210.00
91	1	rodamiento 1-5/8" con collarín de ajuste, 727560	ACCRAPLY	\$210.00	\$210.00
92	1	rueda dentada para gusano alimentador de botellas, 724116	ACCRAPLY	\$60.00	\$60.00
93	1	rueda conducida de gusano alimentador de botellas, 724115	ACCRAPLY	\$125.00	\$125.00
94	1	guía de gusano alimentador de botellas, 724189	ACCRAPLY	\$85.00	\$85.00
95	1	tensor de faja de gusano alimentador de botellas, 724109	ACCRAPLY	\$105.00	\$105.00
96	6	rodamiento 5/8" ,713847	ACCRAPLY	\$75.00	\$450.00

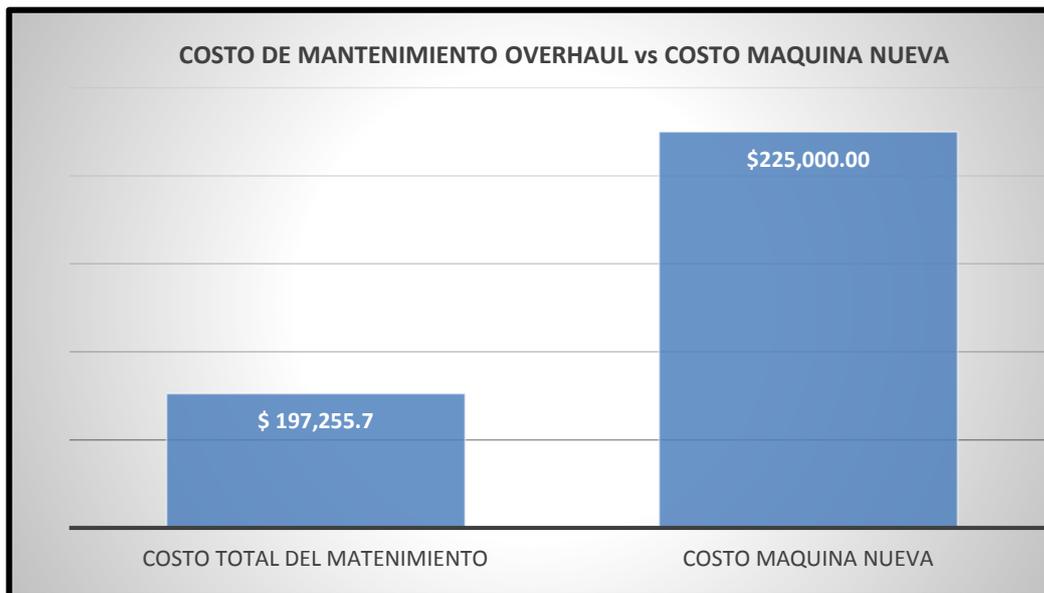
97	1	tensor del gusano alimentador de botellas, 724212	ACCRAPLY	\$22.00	\$22.00
98	1	tensor de cadena N° 40, 714219	ACCRAPLY	\$90.00	\$90.00
99	1	rueda para correa del gusano alimentador de botellas, 724215	ACCRAPLY	\$70.00	\$70.00
100	1	bocina para gusano alimentador de botellas, 724216	ACCRAPLY	\$25.00	\$25.00
101	3	sensor de seguridad 720490	ACCRAPLY	\$165.00	\$495.00
102	1	cable de fibra óptica 6 pies, 715345	ACCRAPLY	\$190.00	\$190.00
103	2	cable de fibra óptica 3 pies, 716593	ACCRAPLY	\$165.00	\$330.00
104	4	sensor óptico, 720488	ACCRAPLY	\$73.00	\$292.00
105	1	tanque nordson	NORDSON	\$11,500.00	\$11,500.00
105	1	Grasa especial para máquinas	LUBRIPLATE	\$120.00	\$140.00
				<b>SIN IGV</b>	\$55,362.96
				<b>IGV 18%</b>	\$9,965.33
				<b>COSTO TOTAL DE REPUESTOS</b>	<b>\$65,328.29</b>

### COSTO TOTAL DEL MANTEIMIENTO OVERHAUL

DESCRIPCIÓN	COSTO
<b>Costo total de Repuestos</b>	<b>\$ 65,328.29</b>
<b>Costo por levantamiento de información</b>	<b>\$ 416.26</b>
<b>Costo de mano de Obra</b>	<b>\$ 10,779.44</b>
<b>Costo por parada de la maquina trine 4500</b>	<b>\$ 120,731.71</b>
<b>TOTAL (INCLUYE IGV)</b>	<b>\$ 197,255,7</b>

### ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS

DESCRIPCIÓN	COSTO
COSTO TOTAL DEL MANTENIMIENTO	\$ 197,255.7
COSTO MÁQUINA NUEVA	\$ 225,000.00



Main Encoder Timing for Trine Labelers with ERS or Servo

4400 and 4500 machines

1. Rotate the machine and line up the "0" mark located on the right side of the cutter frame (cutter top yolk / side label is fed through the cutter) with the "0" mark located on the cutter roll.



2. Remove the right front guard.

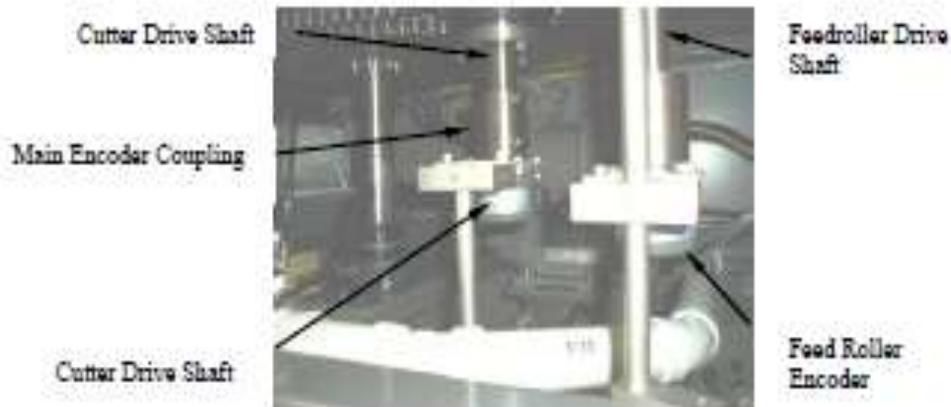


Front of Machine

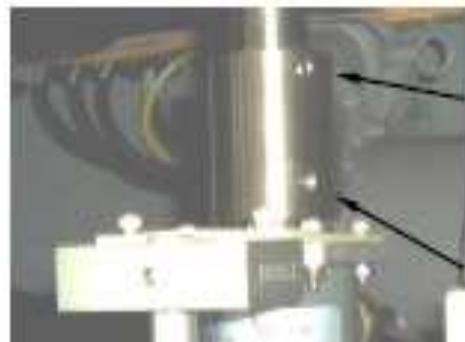


Right Front Guard Removed

- a. Locate the main encoder coupling which is attached to cutter drive shaft.



- 3. The main encoder coupling is secured to the main shaft with four setscrews. Loosen the top two setscrew (do not loose the bottom two setscrew!).
  - a. Note: Some machines may have double setscrews installed in the coupling.



Loosen only the TOP two setscrews (which are located at 180 degrees on the coupling)

**DO NOT LOOSEN THE LOWER SETSCREWS!**

4. Rotate the main encoder coupling until the red LED, on the main encoder plug (or the red LED on the lower back side of main electrical cabinet) illuminates or lights up.



5. Tighten the setscrews on the coupling (make sure the RED LED stays lit).
6. Reinstall the right front guard panel onto the machine.
7. The Main encoder timing setup is now complete.

#### Note 1:

Make sure the coupling does not touch the encoder housing. This will permanently damage the encoder. There should be a small gap between the encoder housing and the coupling.

#### Note 2:

For machines with an Allen Bradley PLC there is one additional step.

1. After the main encoder setup procedure has been completed, you must press the resolver reset button on the touchscreen. After this procedure has been done the machine position readout will read "0".
  - a. There are some machines with this type of PLC that have a lockout for the Resolver Reset button. If your machine has this feature you must first unlock the button by placing the maintenance key in the "ON" position.
  - b. To lock it back up simply return the key to the "OFF" position.

## MÁQUINA ETIQUETADORA TRINE MODELO 4500

