



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON HORÓMETRO EN LOGO PARA  
MÁQUINAS DE LOTEO, RLA MANUFACTURING**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**21411291 DANIEL JOSUÉ AGUIRIANO BECERRA**

**ASESOR: ING. MARTA REYES RODRIGUEZ**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**JUNIO 2019**

## DEDICATORIA

**A Dios:** por guiar mi camino en cada paso que doy, tanto personal como profesionalmente. Por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte, ayuda y compañía durante todo el período de estudios. También por todos los triunfos que me ha brindado y por los momentos difíciles, los cuales me han enseñado a valorarlo cada día más.

**A mi familia:** les agradezco hoy y siempre por el apoyo que me han dado, en especial a mi **mamá** y mi **papá**; quienes fueron mi principal motivo para continuar siempre con mis estudios, ya que ellos siempre me han brindado su ayuda, motivación, fortaleza y seguridad para seguir adelante en esta vida y en mi carrera.

**A mis catedráticos:** de igual manera le agradezco a todos los que fueron y que son mis maestros, tanto en la universidad como fuera de ella, por haberme enseñado todo lo que hasta el día de hoy sé y por siempre compartir sus conocimientos.

**A mis amistades:** por darme muchos momentos de alegría y sacarme de la rutina que es algo que siempre necesitamos para mantener un equilibrio en nuestras vidas.

**A mis compañeros:** quienes fueron los que estuvieron muy de cerca durante toda la carrera y compartieron conmigo muchos triunfos y derrotas, alegrías y tristezas durante cada período y que llegaron a ser parte muy especial y cercana de mi círculo de amigos.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El proyecto presente en este informe representa, documenta y detalla cada parte de una mejora muy importante para la planta textil de RLA Manufacturing, la cual detalla todo el proceso que se realizó para poder llevar a cabo toda la implementación y el desarrollo de este proyecto en la planta.

En primer lugar se detallan todos los antecedentes, la causa y el origen de donde surge el problema y como éste afecta de manera significativa la eficiencia de la empresa y en especial la de los técnicos de mantenimiento.

Detalla y explica la importancia del mantenimiento preventivo en las máquinas industriales y cómo logramos alargar la vida útil de ellas, además nos explica cómo el proyecto aplicado con un micro-automata logramos ser capaces de poder contabilizar las horas de trabajo de cada máquina y llevar un registro completo de esto y lograr planear de manera correcta su próximo mantenimiento al tiempo correcto que indica el manual.

También nos muestra cómo se realizaron las conexiones y el etiquetado para poder monitorear las diferentes máquinas de agrupamiento de loteo con el LOGO, siguiente a esto, enseña la manera en que se programó el LOGO y las funciones utilizadas en el editor de diagramas.

Específica los resultados que se obtuvieron con la implementación de este proyecto en la planta y los beneficios que se ganaron por llevar un correcto mantenimiento preventivo en estas máquinas de agrupamiento.

En el último capítulo se presentan las conclusiones a las cuales se llegaron con el estudio e implementación de este proyecto, los cuáles responden los objetivos. Y finaliza con las recomendaciones que fueron brindadas tanto para la empresa donde se realizó el proyecto, cómo para la universidad.

## **ABSTRACT**

The project present in this report represents, documents and details each part of a very important improvement for the textile plant of RLA Manufacturing, which details the entire process that was carried out to be able to carry out all the implementation and development of this project in plant.

In the first place, all the background, the cause and the origin of the problem arise and how it significantly affects the efficiency of the company and especially that of the maintenance technicians.

Details and explains the importance of preventive maintenance in industrial machines and how we extend their useful life, also explains how the project applied with a micro-automaton we managed to be able to count the hours of work of each machine and bring a complete record of this and manage to plan correctly your next maintenance at the correct time indicated in the manual.

It also shows us how the connections and labeling were made in order to monitor the different batch machines with the LOGO, following this, it shows the way in which the LOGO was programmed and the functions used in the diagram editor.

Specifies the results that were obtained with the implementation of this project in the plant and the benefits that were gained by carrying a correct preventive maintenance in these batching machines.

In the last chapter we present the conclusions reached with the study and implementation of this project, which answer the objectives. And it ends with the recommendations that were given both for the company where the project was carried out, and for the university.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
2.1 ANTECEDENTES.....	2
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	4
2.4 OBJETIVOS.....	4
2.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	4
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2.5 JUSTIFICACIÓN.....	5
<b>III. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN HONDURAS.....	6
3.1.1 PROCESO DE TEJIDO.....	7
3.1.2 TIPOS DE TEJIDOS EN CIRCULAR.....	8
3.1.3 VELOCIDAD DE MÁQUINAS TEJEDORAS.....	9
3.1.4 DEFECTOS DE TEJIDO.....	10
3.1.6 SISTEMA BARCO.....	11
3.1.7 AUDITORÍA BÁSICA DE CONTROL (ABC).....	13
3.1.5 PROCESO DE LOTEEO.....	14
3.1.6 SISTEMA KANBAN.....	16
3.2 MANTENIMIENTO.....	17
3.2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	17
3.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	18
3.2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	18
3.2.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	19

3.2.5 CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE MANTENIMIENTO .....	20
3.3 LOGO! SIEMENS .....	20
3.3.1 MÓDULOS DE AMPLIACIÓN .....	21
3.3.2 LOGO! TD .....	22
3.3.3 VENTAJAS DEL LOGO! SIEMENS .....	24
3.3.4 FUP .....	24
3.3.5 KOP .....	25
3.3.6 LOGO! SOFTCOMFORT .....	26
3.4 HORÓMETRO .....	27
3.4.1 IMPORTANCIA DE UN MEDIDOR DE HORAS .....	28
<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>29</b>
4.2 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	29
4.2 MÉTODO Y ENFOQUE .....	30
4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	30
4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	31
<b>V. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
5.1 CABLEADO DE LOGO!.....	32
5.2 PROGRAMACIÓN PARA EL HORÓMETRO .....	34
5.3 AUDITORÍAS DE YARDAS POR MINUTO .....	35
5.4 AUDITORÍAS DE HORÓMETRO .....	37
5.5 COSTOS .....	39
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
7.1 A LA EMPRESA.....	41

7.2 A LA UNIVERSIDAD.....	41
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. PRINCIPALES PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN TEXTIL .....	6
ILUSTRACIÓN 2. MÁQUINA DE TEJIDO CIRCULAR VANGUARD .....	8
ILUSTRACIÓN 3. COMPARACIÓN ENTRE AGUJADO LIMPIO Y AGUJADO SUCIO .....	11
ILUSTRACIÓN 4. SISTEMA BARCO .....	13
ILUSTRACIÓN 5. AUDITORÍA BÁSICA DE CONTROL (ABC) .....	14
ILUSTRACIÓN 6. MÁQUINA AGRUPADORA DE LA PLANTA DE LOTEO .....	15
ILUSTRACIÓN 7. INTERFAZ DEL SISTEMA UTILIZADO EN LOTEO .....	16
ILUSTRACIÓN 8. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL KANBAN DE TRANSPORTE.....	17
ILUSTRACIÓN 9. LOGO! SIEMENS.....	21
ILUSTRACIÓN 10. LOGO! Y MÓDULO DE EXPANSIÓN DM16 24R.....	22
ILUSTRACIÓN 11. TECLADO ESTÁNDAR DEL TD 100C, TD 200C, TD 400C.....	23
ILUSTRACIÓN 12. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN FUP .....	25
ILUSTRACIÓN 13. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN KOP .....	26
ILUSTRACIÓN 14. LOGO! SOFTCOMFORT .....	27
ILUSTRACIÓN 15. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	31
ILUSTRACIÓN 16. CABLEADO DE LOGO! .....	32
ILUSTRACIÓN 17. PANEL DEL LOGO!.....	33
ILUSTRACIÓN 18. MÁQUINA AGRUPADORA.....	34
ILUSTRACIÓN 19. PROGRAMACIÓN PARA EL HORÓMETRO .....	35
ILUSTRACIÓN 20. AUDITORÍA DE YARDAS POR MINUTO.....	36
ILUSTRACIÓN 21. COMPARACIÓN AUDITORÍA DE YARDAS POR MINUTO .....	37
ILUSTRACIÓN 22. HORAS DE FUNCIONAMIENTO.....	38
ILUSTRACIÓN 23. AUDITORÍA DE HORAS DE FUNCIONAMIENTO .....	38

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. CÁLCULO ANCHO FINAL DE TELA .....	9
ECUACIÓN 2. CÁLCULO DE RPM EN TEJEDORA.....	10

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. FACTORES DE VELOCIDAD DE TEJEDORAS.....	9
--	---

## GLOSARIO

**Avería:** Daño, deterioro que impide el funcionamiento correcto de algo.

**Eficiencia:** Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles.

**Fibras:** Filamento obtenido por procedimientos químicos que se usa principalmente en la industria textil.

**Hilaza:** Es una cuerda fina de fibras retorcidas usadas en costura o tejido.

**Horómetro:** Dispositivo que registra el número de horas en que un motor o un equipo.

**Loteo:** Es dividir, seccionar o fragmentar algo.

**Máquina:** Conjunto de mecanismos dispuestos para producir, aprovechar o regular una energía motriz.

**Micro-autómata:** Puede definirse como un equipo electrónico programable en lenguaje no informático y diseñado para controlar, en tiempo real y en ambiente industrial, procesos secuenciales.

**Motor:** Máquina destinada a producir movimiento a expensas de una fuente de energía.

**Planta:** Instalación industrial.

**Sistema:** Conjunto de elementos que, ordenadamente relacionadas entre sí, contribuyen a determinado objeto.

**Software:** Término genérico que se aplica a los componentes no físicos de un sistema informático.

**Tejido:** Material que resulta de entrelazar hilos de cualquier material.

**Textil:** Que se emplea en la confección de tejidos, está hecho de tela o sobre tela.

## I. INTRODUCCIÓN

En la competitiva industria textil uno de los factores más importantes para no afectar la eficiencia de la planta es no parar las máquinas sin un buen motivo. Para mejorar el rendimiento, la vida útil de las máquinas, evitar costos más altos por averías futuras en el equipo y asegurar el correcto funcionamiento de los equipos de producción, es necesario brindarles el mantenimiento adecuado.

El mantenimiento preventivo se puede definir como una serie de actuaciones realizadas por el equipo de mantenimiento con el fin de conservar y mantener el buen funcionamiento de las máquinas e instalaciones. Por lo tanto, se puede decir que su principal objetivo es el de detectar y solucionar pequeñas anomalías en las instalaciones antes de que estas produzcan averías importantes. (Raya, 2015).

En el presente informe se enfoca en siete máquinas agrupadoras en la planta de loteo de RLA Manufacturing, las cuales con un micro-autómata LOGO de Siemens se implementará el conteo de las horas que trabajan cada máquina y con esto tener el control de poder saber cuándo se le debe realizar mantenimiento preventivo a cada una de ellas, ya que estas deben ser intervenidas por mantenimiento cada cierta cantidad de horas específicas para poder asegurar un funcionamiento óptimo, corrigiendo así darles mantenimiento preventivo antes de tiempo, después de tiempo o en el peor de los casos hasta que presente una avería, logrando con esto poder saber con anterioridad cuando será el próximo paro por mantenimiento.

Con este proyecto se logrará alargar la vida útil de estas máquinas de agrupamiento, así como también la reducción de costos por paros innecesarios por mantenimiento y paros por averías graves en ellas, además con esto se podrá llevar un mejor control de éstas máquinas y se le facilitará al técnico de mantenimiento poder notificar cuando será el próximo mantenimiento de cada máquina y con esto los técnicos podrán brindar un trabajo más eficiente en la planta, ya que no tendrán paradas más de una máquina y se podrá planear de mejor manera cómo cubrir la parte de la máquina que está en paro.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 ANTECEDENTES

RLA Manufacturing es una empresa textil que pertenece al grupo Fruit Of The Loom, se dedica a la manufactura de diferentes tipos de tela, las cuales pasan por un proceso riguroso de inspección, clasificación y tratamientos para poder lograr un producto final de alta calidad y con los estándares adecuados para poder ser exportados.

En la planta de loteo se encargan de clasificar los rollos tejidos, verificar nuevamente su calidad, estilo de tela, color, que no contengan ninguna impureza u objeto extraño, agujeros, peso u algún otro tipo de imperfección no deseada que puedan rechazar el lote enviado. Para realizar esta labor utilizan siete máquinas de agrupamiento que son capaces de realizar estas tareas repetitivas y minuciosas con una pequeña intervención de los operadores los cuales son los que tienen que ingresar la tela en ella y son los que encienden las máquinas de agrupamiento. Estas máquinas de agrupamiento tienen un sistema por lotes, o también denominado "sistema batch" el cual se conoce como la ejecución sin control o supervisión constante y directa del usuario.

Las agrupadoras son máquinas que se requiere que estén en funcionamiento todo el tiempo que sea posible en esta planta, esto es debido a la gran demanda de telas que tiene actualmente RLA Manufacturing, es por esto que las agrupadoras trabajan casi sin parar durante los períodos que están en turno los operarios. Esto genera un exhaustivo desgaste en el sistema mecánico, electrónico y eléctrico en cada una de las máquinas agrupadoras, aunque estas estén diseñadas para el trabajo industrial, es requerido en ellas que cada mil quinientas horas se le haga una intervención de mantenimiento para verificar que no tenga ningún desperfecto y poder disminuir de manera significativa cualquier avería futura.

Actualmente estos mantenimientos se le hacen a la máquina en ocasiones antes de las mil quinientas horas que indica el manual, y en la mayoría de veces mucho tiempo después de este tiempo, debido a que no se lleva un control de las horas de funcionamiento de cada máquina, por eso es que en ocasiones lo hacen hasta que la máquina presenta alguna anomalía, lo cual genera más gastos y ocasiona que la máquina este más tiempo parada.

## **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En RLA Manufacturing, específicamente en la planta de loteo, las máquinas agrupadoras trabajan muchas horas consecutivas hasta que el encargado de mantenimiento sin tener un cálculo exacto de horas de funcionamiento decide hacerle el respectivo mantenimiento preventivo. Lo cual implica un gran problema, ya que se dan tres casos:

1. mantenimiento preventivo antes de tiempo,
2. mantenimiento preventivo pasadas las mil quinientas horas,
3. mantenimiento preventivo hasta que se reporta una avería.

Estos tres casos son un gran problema que se presenta en la planta, ya que si se realiza antes implica un gasto innecesario de mantenimiento para la empresa, si se realiza después se corre el riesgo que los motores u alguna otra pieza mecánica sufra desgaste innecesario por no haber recibido a tiempo el mantenimiento, y en el peor de los casos, si por alguna razón no se le dio la importancia al mantenimiento preventivo y pasaron las horas sugeridas por el fabricante y la máquina presentó avería, esta parte es más complicada porque implica más gasto por parte de la empresa en repuestos y también requiere que esté más tiempo parada por las complicaciones que se presentan al hacer una reparación.

## **2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

Luego de estar en la planta, estar en el principio del levantamiento del proyecto, ver cómo funcionan sus máquinas agrupadoras, el proceso que llevan las telas, las funciones que tiene que realizar el operario y teniendo en cuenta el problema que se está abordando, surgen las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cómo puedo llevar un control de las horas de funcionamiento de cada una de las máquinas agrupadoras de la planta de loteo?
2. ¿Qué van a lograr los mecánicos cumpliendo con estos mantenimientos preventivos a tiempo?
3. ¿Cuánto mejorará la eficiencia de la planta de loteo con la implementación de este proyecto?

Las preguntas anteriores surgieron durante el proceso de reconocimiento, el comienzo del levantamiento del proyecto y las primeras pruebas realizadas con el equipo en funcionamiento.

## **2.4 OBJETIVOS**

Los objetivos de investigación son los señalamientos que guían el desarrollo de la investigación, con el propósito de alcanzarlos al término de ésta.

Con base a los objetivos se planea el proceso de investigación en sus diferentes etapas, por lo que constituyen un marco que sirve para la toma de decisiones en el proceso de investigación. (Soriano, 2002).

### **2.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Crear con tecnologías existentes utilizadas en la industria un dispositivo que sea capaz de poder contabilizar las horas de funcionamiento de las máquinas de agrupamiento en la planta de loteo de RLA Manufacturing.

### **2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la cantidad de horas de funcionamiento que tiene cada máquina de agrupamiento de la planta de loteo.

- Establecer un mejor seguimiento para que los técnicos puedan realizar el mantenimiento preventivo alcanzado las horas de funcionamiento que dicta el manual del fabricante.
- Analizar el comportamiento de las máquinas de la planta de loteo una vez implementado el sistema.

## **2.5 JUSTIFICACIÓN**

Conocer la vida útil de las piezas, componentes eléctricos, electrónicos y la máquina como tal es de gran importancia para todos los sectores de la industria, ya que estos elementos que componen la máquina sufren desgastes con el paso del tiempo, por lo tanto el fabricante calcula la vida útil de cada elemento que compone la máquina y nos brinda la información cada cuanto tiempo se le debe brindar mantenimiento preventivo para reducir de manera significativa una avería que nos llevaría a tener que realizar una reparación.

La principal ventaja de este tipo de mantenimiento es que podemos planificar con antelación la intervención, para preparar los recursos necesarios, como el personal y los materiales necesarios, además de incidir mínimamente en la producción, porque al tener prevista la parada, se adaptaran los plazos de fabricación, evitando incumplir un plazo de entrega al cliente a causa de un imprevisto. (Vilardell, 2013).

Por estas razones es importante poder conocer las horas trabajadas de cada máquina de agrupamiento de la planta, debido que actualmente se desconoce esta información se realiza el mantenimiento preventivo a estas máquinas de manera casi aleatoria. Mientras que si sabemos con antelación las horas que han estado en funcionamiento, podemos ser capaces de prepararnos para tratar de incidir lo mínimo posible en la producción y eficiencia de la planta, además de poder alargar de manera significativa la vida útil de las máquinas agrupadoras que disponen.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN HONDURAS

La industria textil es un sector muy importante en nuestro país porque genera gran cantidad de fuentes de empleo. Esta industria se dedica a la producción de fibras naturales y/o sintéticas, hilados, telas y cualquier producto relacionado con la confección de ropa.

Todos los materiales textiles como ser: la ropa, hilos, telas, calcetines, son productos de consumo masivo en todo el mundo, es por esta razón que esta industria genera un gran impacto en la economía y una fuerte incidencia en la tasa de desempleo en los países donde se instalan estas plantas de producción.

En Honduras, la industria textil es uno de los pilares de la economía del país, donde la inversión del sector privado y el aprovechamiento de los tratados de libre comercio que el gobierno ha suscrito con otros países han abierto muchas puertas en este sector. Actualmente la industria genera más de doscientos mil puestos de trabajo, esto debido a que el gobierno ofrece importantes beneficios en el sector textil, lo que permite que sus costos de mano de obra y logística se encuentren entre los más bajos de la región centroamericana.

Un total de 257 empresas operan en parques industriales en todo el país, principalmente en la zona norte.



**Ilustración 1. Principales productos de exportación textil**

Fuente: (Pro Honduras, 2014).

Honduras ocupa el primer lugar de producción textil de los países CAFTA (Tratado de Libre Comercio entre República Dominicana, Centroamérica y Estados Unidos de América) y el cuarto lugar en producción textil a nivel mundial, donde los principales productos que se exportan son: ropa masculina 29%, brasieres 21%, ropa femenina 18% y ropa interior femenina 12%. A nivel mundial ocupamos la posición 10 de países en cuanto a tecnología textil.

### **3.1.1 PROCESO DE TEJIDO**

En la planta de tejido es donde comienza todo el proceso para la fabricación de telas, primero los contenedores descargan los pallets los cuales después son llevados por los montacargas hasta la máquina que requiere la hilaza dependiendo el estilo que va a tejer. Luego el asociado es el encargado de cargar las filetas de la máquina tejedora con la hilaza y asegurarse que la máquina está trabajando en óptimas condiciones.

Los tipos de máquinas tejedoras que vamos a encontrar en la planta de tejido de RLA Manufacturing son:

- High speed
- High frame
- Delta
- Jumbo
- Rib
- Baby Rib
- Titán

Cada máquina circular tiene programado el estilo que va a tejer, la cantidad de libras que tiene que tejer, las revoluciones por minuto, y el operario de la máquina es el encargado de asegurarse que siempre tenga hilaza para que no tenga paros innecesarios, que este limpia la hilaza y la máquina en todo momento para no contaminar la tela, hacer paros por tamo o producir imperfecciones, además cada treinta minutos la máquina hace un paro para que el operario haga una pequeña inspección y limpieza, asegurándose que todo está funcionando y que está tejiendo en óptimas condiciones, de no ser así, es el encargado de reportarlo a calidad y a los supervisores.



**Ilustración 2. Máquina de tejido circular Vanguard**

Fuente: Propia.

Una vez la máquina ha concluido con las libras que fueron programadas en la tejedora, el operario se encarga retirar el rollo de tela de la máquina y rotularlo con el estilo tejido, el turno que está, su número de operador, número de rollo y la fecha en que fue tejido, luego es colocado fuera de la máquina para que los encargados de colocación lo lleven a la planta de loteo.

### **3.1.2 TIPOS DE TEJIDOS EN CIRCULAR**

Existen diferentes tipos de tejidos en circular que realizan en la empresa, los cuales son:

- Jersey
- 2nd Fleece
- 3rd Fleece
- Rib

Las cuales dependen del tipo de máquina tejedora, el corte de máquina, las revoluciones, cantidad de agujas.

En estas máquinas es importante saber el ancho final de la tela, y para poder calcular el ancho final es importante tomar en cuenta algunos factores como ser: la cantidad de agujas de la máquina y los lazos por pulgada (WPI), entonces la ecuación para el cálculo de ancho final es:

$$AF = \frac{\text{Cantidad de agujas de máquina}}{(WPI) (2)}$$

### Ecuación 1. Cálculo ancho final de tela

Fuente: (Merendon Textile Manufacturing Process, 2014).

En la cual se utiliza 2 debido a que es una tela tubular la que se teje en las máquinas circulares.

### 3.1.3 VELOCIDAD DE MÁQUINAS TEJEDORAS

En las máquinas tejedoras un factor muy importante es la velocidad, la tela es resultado de entrelazar una o más hilazas, mediante agujas a determinada velocidad. Esta velocidad depende del corte, el estilo y la máquina.

Corte	13	15	18	22	28	18
Estilo	3nd Fleece	Rib	2nd Fleece	Jersey	Jersey2	3nd Fleece2
DELTA	1000	1200	1250	1500	1500	1250
HIGH FRAME	750	950	950	950	950	950
JUMBO	1000	1200	1250	1250	1250	1100
LOW FRAME	700	950	950	950	950	950

**Tabla 1. Factores de velocidad de tejedoras**

Fuente: (Fruit Of The Loom Manufacturing Process, 2013).

El cálculo de la velocidad en revoluciones por minuto (RPM) depende del cilindro de la máquina y del factor de velocidad dependiendo del estilo y corte.

$$\text{RPM} = \frac{\text{Factor de velocidad (Según máquina y estilo)}}{\text{Cilindro de la máquina}}$$

### **Ecuación 2. Cálculo de RPM en tejedora**

Fuente: (Fruit Of The Loom Manufacturing Process, 2013).

#### **3.1.4 DEFECTOS DE TEJIDO**

Los defectos en la planta de tejido son un problema que siempre van a estar presentes, siempre dependiendo de la calidad de la hilaza, el estado de la máquina tejedora, la limpieza, el estilo y del operario que esté a cargo.

Algunos de los defectos más críticos que encontramos son:

- Agujeros: estos tienen una participación del 57% del total de defectos que genera el proceso de tejido. Estos son generados por: cascara de algodón en la hilaza, elementos de tejer desgastados, agujas o platinas dañadas, tensiones fuera de tolerancia, cuadrantes de los alimentadores disperejos.
- Gotas: es el segundo defecto con más participación. Estos son generados por: cascara de algodón en la hilaza, elementos de tejer desgastados, agujas o platinas dañadas, tensiones fuera de tolerancia, cuadrantes de los alimentadores disperejos.
- Hilo sucio: es un defecto de la hilaza, y tiene un 40% de participación entre los defectos provenientes de la hilandera. Estos son generados por: aceites en el hilo proveniente del proceso de hilatura.
- Barre: su color suele ser más oscuro que el resto de los hilo. Esto es generado por: diferentes cosechas de algodón provenientes del proceso de hilatura, mezcla de diferentes cosechas de hilaza en la fileta.
- Contaminación: es un defecto proveniente de la hilaza, con una participación de 20%. Esto es generado por diferentes tipos de fibras de polyester adherido en la hilaza en el proceso de hilatura.

- Fibra impropia: es un defecto proveniente de la hilaza, con un 40% de participación en la categoría Fleece. Esto es generado por: fibras impropias o extrañas en el hilo proveniente de la hilandera.

Los anteriores mencionados son los defectos que más se generan en el proceso de tejido, aunque también están otros defectos, como ser: agujero por tamo, hilo delgado, hilo grueso, hilo sucio, línea de aguja, línea de platina, corrida, hilo caído, hilo doble, líneas de tensión, licra caída, tela caída, hilaza mezclada.

Aunque depende de muchos factores, el principal de ellos viene directamente el problema de la limpieza de la máquina, el operario tiene la responsabilidad de tenerla siempre limpia, principalmente el área de agujado, si esta área esta con tamo o sucio, la máquina tejedora comienza a generar defectos de tejido. En la siguiente ilustración podemos observar una máquina limpia y una que no lo está.



**Ilustración 3. Comparación entre agujado limpio y agujado sucio**

Fuente: Propia.

### **3.1.6 SISTEMA BARCO**

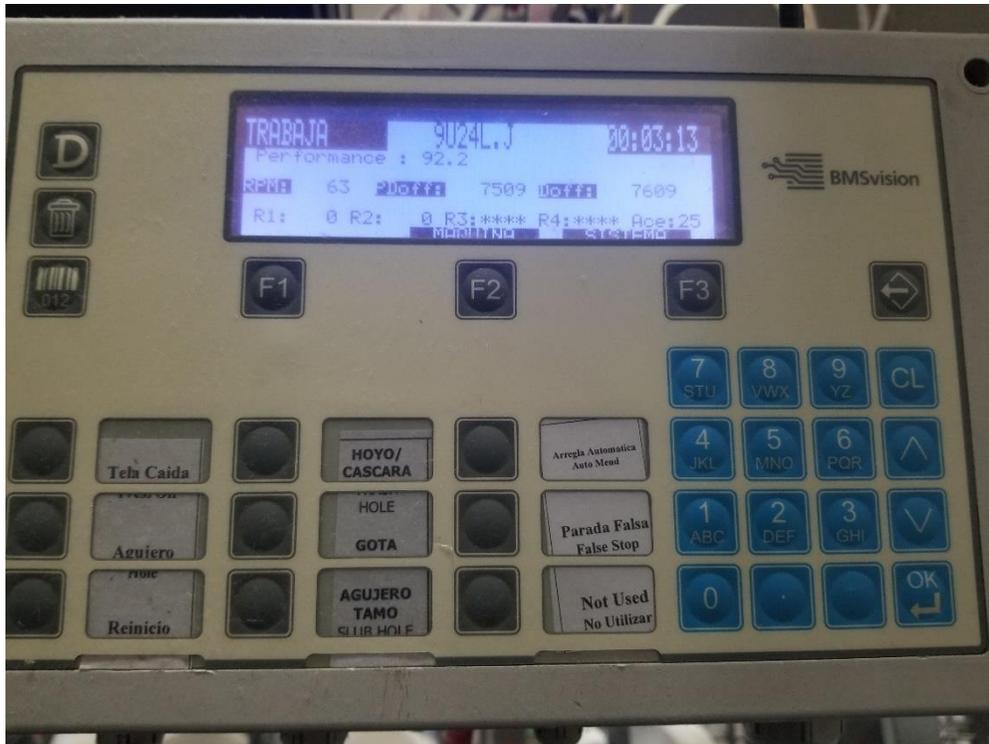
El sistema Barco es una parte de cada una de las máquinas tejedoras de la planta, todas traen una pantalla de este tipo, el cual también trae botones y opciones para mandar información. Esta nos da información importante como ser:

- Estilo que está tejiendo la máquina
- Revoluciones por minuto
- Tiempo que ha trabajado desde la última parada
- Eficiencia del operario
- Cuantas revoluciones faltan para cortar el rollo
- Estilo próximo a tejer
- Cuantas libras faltan para el siguiente estilo
- Eficiencia de la máquina tejedora
- Total de revoluciones que lleva la máquina

Este sistema es controlado por ingeniería y el área de planeación de la planta, en cada una de ellas se carga toda la información necesaria, y también se puede monitorear en tiempo real cada una de ellas, esto con el fin de poder tener control total de lo que pasa en cada máquina, en cualquier momento. (Manual de Sistema Barco Textiles Merendón, 2017).

Además de todo eso, el operario tiene la obligación de ingresar su código al momento de entrar a turno para poder llevar control de cuantas máquinas está llevando, y vincular su información con la de la máquina, también es capaz de poder reportar a través de este sistema, mediante el uso de códigos o mediante botones de acceso rápido, estos le ayudan a poder reportar los problemas más comunes que se presentan en la planta de tejido como ser:

- Tela caída
- Agujeros
- Agujero por cáscara
- Gota
- Agujero por tamo
- Parada falsa
- Llamar a un mecánico
- Escáner dañado
- Aguja quebrada



**Ilustración 4. Sistema Barco**

Fuente: Propia.

### **3.1.7 AUDITORÍA BÁSICA DE CONTROL (ABC)**

Esta es una pizarra que está colocada en cada una de las máquinas tejedoras de la planta de tejido, esta pizarra es llenada por el operario en las primeras dos horas desde que entró a turno. La cual sirve para los auditores, ellos son los encargados de revisar que esté llena y verificar si no tiene alguna casilla en "x" indicando que hay una falla, también debe hacer una breve verificación si esta llena correctamente la pizarra. Además cada uno de los artículos que están en la pizarra, poseen un código para poder ser enviado por el sistema barco, así además de notificar a los auditores por medio de la pizarra, también notifican al área de ingeniería para que tomen las medidas correspondientes, algunos de los artículos a verificar diariamente que podemos encontrar en esta pizarra son:

- Interruptor de seguridad en buen estado
- Sensores de puerta funcionando
- Sopletes de agujas, cilindro trabajando

- Ventiladores en buen estado y direccionados conforme a estándar
- Filtros en buen estado
- Reportar ruidos
- Poleas o engranajes expuestos o sin guarda
- Escáner funcionando con sensibilidad correcta
- Fugas de aire, o pistola floja

No. CODIGO		DIA	LUNES		MARTES		MIÉRCOLES		JUEVES		VIERNES		SABADO		DOMINGO		
		TURNO															
TURNO POR MAQUINA		DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE
1	46	Bisagras, malla y seguros de puerta en buen estado															
2	47	Interruptor de Seguridad en buen Estado															
3	48	Sensores de puerta funcionando															
4	49	Botoneras en buen estado y funcionando correctamente															
5	50	Cables Expuestos															
6	51	Seguros y cubierta de motor en buen estado															
7	52	Poleas o engranajes expuestos o sin guarda															
8	53	Foquitos de alimentadores en buen estado															
9	54	Clutch o Seguros de alimentadores															
10	55	Sopladores de agujas, sinker y cilindro (completos y trabajando)															
11	56	Filter Flow completo y funcionando															
12	57	Fugas de aceite/pulso/lubricador															
13	58	Ceramicas y guías hilo completos/ Sin roces de hilos															
14	59	Ventiladores en buen estado y direccionados conforme a estándar															
15	60	Fugas de Aire o pistola floja															
16	61	Escáner funcionando con la sensibilidad correcto															
17	62	Horns Alisada															
18	63	Bobinas de Tension Completas															
19	64	Filtros en buen estado															
20	65	Manómetros de filtros de aire															
21	66	Reportar ruidos															
FALLA CORREGIDA																	

**Ilustración 5. Auditoría básica de control (ABC)**

Fuente: Propia.

### 3.1.5 PROCESO DE LOTEO

Una vez concluido el proceso de tejido, los rollos de tela son trasladados hasta la planta de loteo, donde son almacenados en lugares específicos por estilo, fecha y cantidad de libras, aquí se tiene la capacidad de almacenar hasta 800 mil libras de tela, todo este proceso de loteo es implementado mediante el sistema Kanban el cual se detalla cómo funciona en el siguiente punto.

Cuando los pedidos están listos, las etiquetas de los rollos son escaneados y llevados hasta la máquina agrupadora que lo requiere, para poder ser inspeccionadas, pesadas, y colocadas en los denominados puertos, los cuales vienen con numeración y son unos contenedores con ruedas que luego son llevados hasta la planta de teñido.

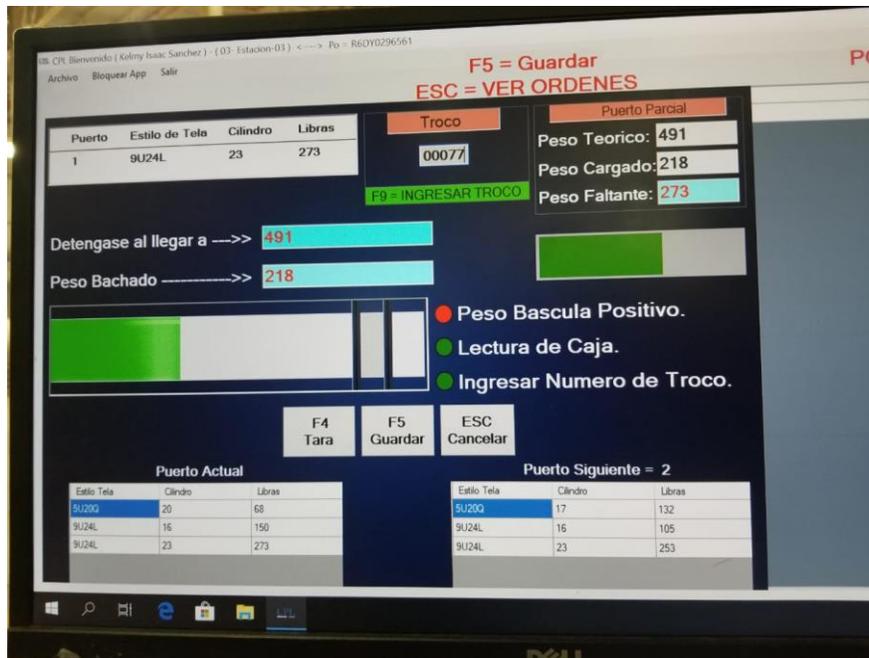
La máquina de agrupamiento que se muestra en la ilustración 6 es la que se encarga de pesar la tela y verificar nuevamente que no tenga ningún tipo de imperfección. Con la computadora que utiliza el operario y el sistema que incorpora, es capaz de ver que estilo es el que necesita, cuantas libras necesita, en que puerto almacenarlo, cual es el estilo siguiente y es él quien tiene que estar revisando en que momento ha terminado de cargar su puerto.



**Ilustración 6. Máquina agrupadora de la planta de loteo**

Fuente: Propia.

En la ilustración 7 se muestra la interfaz que el operario utiliza al momento de realizar la carga en el puerto:



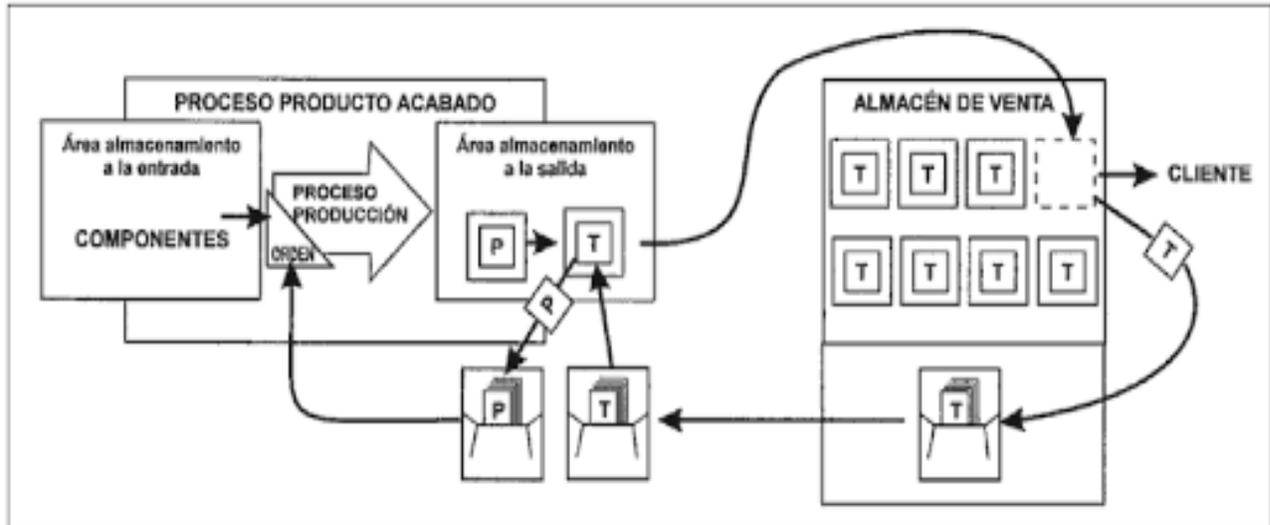
**Ilustración 7. Interfaz del sistema utilizado en loteo**

Fuente: Propia.

### 3.1.6 SISTEMA KANBAN

Bajo el sistema Kanban más elemental, se coloca una tarjeta en cada contenedor de los elementos producidos. El contenedor contiene un porcentaje de cantidad requerida de ese elemento, es decir, los requisitos diarios. Cuando el usuario de esas partes vacía todo un contenedor, la tarjeta se retira del mismo y se coloca en un depósito de recepción. El contenedor vacío es llevado al área de almacenamiento. La presencia de la tarjeta en el depósito indica que es necesario producir más de esas partes para llenar otro contenedor. Una vez que este se ha vuelto a llenar, la tarjeta se coloca en él y, finalmente, es devuelto a un área de almacenamiento. El ciclo vuelve a empezar cuando el usuario de las partes recoge el contenedor con la tarjeta adjunta. (Administración de Operaciones, Estrategia y análisis, 5ta. edición, 2000).

El sistema Kanban tiene una filosofía que se basa en el "justo a tiempo", todo lo que se necesite en un determinado proceso de producción debe ir a buscarse en el proceso o suministro que le procede, siendo el objetivo principal obtenerlo en el momento justo y en la cantidad que se necesite.



**Ilustración 8. Esquema de funcionamiento del Kanban de transporte**

Fuente: (Procesos en flujo pull y gestión lean. Sistema Kanban, 2012).

### 3.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento en las máquinas de la empresa es fundamental para mantener los valores de eficiencia de la planta lo más alto posible, es por esto que se debe estar siempre en mejoramiento continuo de los bienes y servicios, una de las formas de aportar a este mejoramiento es asegurando la disponibilidad de las operaciones de la planta mediante un óptimo mantenimiento.

(Bona, 2000). Manifiesta que el mantenimiento es algo así como "lo que hay que hacer para que las cosas funcionen correctamente o, en su defecto, para que las averías duren lo menos posible".

Es por esto que el mantenimiento en las maquinarias de toda empresa es parte muy importante, porque se espera que las máquinas trabajen la mayor cantidad de horas posibles, con la menor cantidad de averías.

#### 3.2.1 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen diferentes tipos de mantenimiento, y estos, se aplican dependiendo de muchos factores como ser: recursos económicos, recursos humanos, tiempo en que se realizan, intervalos de horas, calidad de las piezas que componen el mecanismo, registro de anomalías, etc.

Los tipos de mantenimiento son:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo

### **3.2.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El mantenimiento correctivo es el que se encarga de reparar la falla que se presente en un momento determinado, prácticamente es el modelo más primitivo de mantenimiento que podemos aplicar debido a que el equipo es quien determina las paradas. El principal objetivo del mantenimiento correctivo es poner en marcha el equipo lo más pronto posible y con el costo mínimo monetario que se pueda.

Ante una operación de mantenimiento correctivo, es necesario el estudio de la avería que se ha producido, para decidir cómo actuar de forma que se dé al problema la solución más rápida y económica. Normalmente es la reparación o sustitución del elemento dañado. (UF0422: Mantenimiento correctivo de instalaciones, 2014).

En este tipo de mantenimiento nos encontramos con altos costos de mano de obra. Normalmente se practica en pequeñas empresas, aunque este tipo de mantenimiento siempre es inevitable, dado que es totalmente imposible evitar alguna falla en todo momento.

Entre las desventajas que podemos tener al implementar el mantenimiento correctivo están: tiempos muertos por fallas repentinas, falla que puede generar fallas en otras partes del mismo equipo, reparaciones mayores, condiciones de trabajo inseguras, afectación de la calidad, desgaste progresivo de los equipos. Es por esto que este tipo de mantenimiento en la actualidad se trata de evitar, debido a que genera muchos problemas que afectan de manera significativa la productividad de las empresas industriales.

### **3.2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo es aquel que se realiza con una frecuencia determinada con la finalidad de prevenir y evitar daños al sistema. A mejor mantenimiento preventivo realizado, menor es el mantenimiento correctivo que debe realizarse posteriormente. En el mantenimiento, tanto las capacidades técnicas como las de destreza de personal serán piezas imprescindibles para garantizar un correcto trabajo. (Rivera, 2014).

Este contiene un “plan” el cual contiene un programa de actividades previamente establecidas con el fin de poder anticiparse a las anomalías que pueden ser producidas. Existen varios tipos de mantenimiento preventivo:

- Mantenimiento periódico: este se efectúa luego de un intervalo de 6 a 12 meses. Consiste en grandes paradas en las que se realizan reparaciones totales. Esto implica una coordinación con el departamento de planeación de la producción.
- Mantenimiento programado: este tiene intervalos fijos, consiste en operaciones programadas con determinada frecuencia para efectuar cambios en los equipos de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes o a los estándares establecidos por ingeniería.
- Mantenimiento de mejora: se hace con el propósito de implementar mejoras en los procesos. No tiene frecuencia establecida, es producto de un trabajo de rediseño que busca optimizar el proceso.
- Mantenimiento autónomo: puede ser llevado a cabo por el operador del proceso, consiste en actividades sencillas que no son especializadas.
- Mantenimiento rutinario: está basado en rutinas, usualmente sugeridas por los manuales, por la experiencia de los operadores y personal de mantenimiento. (López, 2016).

### **3.2.4 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

El mantenimiento predictivo permite un adecuado seguimiento por la mayor frecuencia de inspecciones estando la máquina o equipo en funcionamiento, que es la forma adecuada de obtener datos concretos para el fin determinado de solucionar fallas. La detención preventiva del equipo crítico será el corolario del acopio de información obtenido a través de las mediciones puntuales de niveles de ruido puntuales.

El mantenimiento predictivo no reemplaza del todo al preventivo, pues hay componentes de difícil aplicación para practicar el mantenimiento predictivo como es el caso por ejemplo de las correas de accionamiento, algunos tipos de válvulas, etc. (Calloni, 2003).

Está en una modalidad superior a las dos anteriores, supone una inversión considerable en tecnología que permite conocer el estado de funcionamiento de máquinas y equipos en

operaciones, mediante mediciones. Las herramientas que se usan para tal fin son sofisticadas, por ello se consideran para maquinaria de alto costo, o que formen parte de un proceso vital.

Las técnicas de mantenimiento predictivo más comunes son: análisis de temperatura, análisis de vibraciones, análisis de lubricantes, análisis de espesores.

### **3.2.5 CONSECUENCIAS DE LA FALTA DE MANTENIMIENTO**

El defecto de mantenimiento es uno de los factores más habituales en los accidentes industriales y de los paros no programados, la avería de equipos por la falta parcial o total de procedimientos suficientemente efectivos en el área de mantenimiento.

(Sierra, 2012). Afirma que un defecto de mantenimiento provocara que la instalación trabaje en condiciones de bajo rendimiento. Una instalación con un programa de mantenimiento débil conduce a una insatisfacción del cliente y puede también originar pérdidas de mercancías.

El efecto más substancial de la falta de mantenimiento es la pérdida financiera que ocurre cuando las líneas de producción están en paro, ya sea parcial o general, este es uno de los problemas más grandes que se espera solventar con un correcto mantenimiento en toda la planta.

### **3.3 LOGO! SIEMENS**

LOGO! es un micro autómatas programable fabricado por Siemens. Es un autómatas de bajo coste, muy utilizado en automatización tanto en el sector industrial como el residencial. Permite tanto su programación directa (a través de su pantalla) como desde un ordenador, usando un software concreto. En ambos casos, se programa muy fácilmente, razón por la cual es uno de los autómatas más usados para aprender a programar. (Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas, 2018).

Este micro autómatas tiene distintas versiones, en las cuales encontramos algunas variantes como ser: la tensión a la que se alimentan, que pueden ser 12VDC, 24V DC/AC, 230V AC/DC, o si incorporan pantalla, además podemos encontrar también distintos módulos de ampliación y pantallas.

Al ser un controlador programable, permite que sin intervención humana, las máquinas puedan realizar un trabajo, con tan solo programarlo. Al LOGO! se le da como datos de entrada una serie de señales, las cuales son procesadas por el programa, y vamos a tener datos de salida.

Es típico para automatizar sistemas de riego, parking, arranque de motores, alumbrado, calefacción etc. Es decir, instalaciones lógicamente sencillas o pequeñas máquinas.

Todo aquello que no lleve más de 15 entradas y no mucho más de media docena de salidas puede ser programado con un LOGO!. Si tiene más requerimientos, probablemente la mejor opción en el campo conlleva a usar autómatas de mayor capacidad.



**Ilustración 9. LOGO! Siemens**

Fuente: (Siemens, Siemens LOGO! Manual de Producto, 2016).

### **3.3.1 MÓDULOS DE AMPLIACIÓN**

El módulo LOGO! cuenta con 8 entradas, de las cuales 4 se pueden usar como entradas analógicas, y 4 salidas de relé, también existen variantes con salidas de transistor. Si estas entradas/salidas no se ajustan, existen módulos de ampliación que se anexas lateralmente al módulo base, además de ampliar salidas y entradas podemos darle otras funcionalidades con las ampliaciones, como por ejemplo el módulo GSM, pantalla remota, etc.

Los módulos de ampliación vienen preparados en su parte trasera para instalarlos en carril DIN mediante una pestaña deslizante con resorte, así que este se puede instalar dentro de un cuadro eléctrico existente o atornillar un carril DIN en donde necesites instalar tu LOGO! y ampliaciones. (Filliu, 2011).

Existen diferentes tipos de módulos de ampliación, y estos los compramos dependiendo las necesidades que necesitemos suplir, entre los cuales podemos mencionar:

- DM8 12/24R: alimentación 12/24 VDC, 4 entradas digitales, 4 salidas digitales
- DM8 24R / DM16 24R: alimentación 24VDC, 4/8 entradas digitales, 4/8 salidas digitales



**Ilustración 10. LOGO! y módulo de expansión DM16 24R**

Fuente: Propia.

### **3.3.2 LOGO! TD**

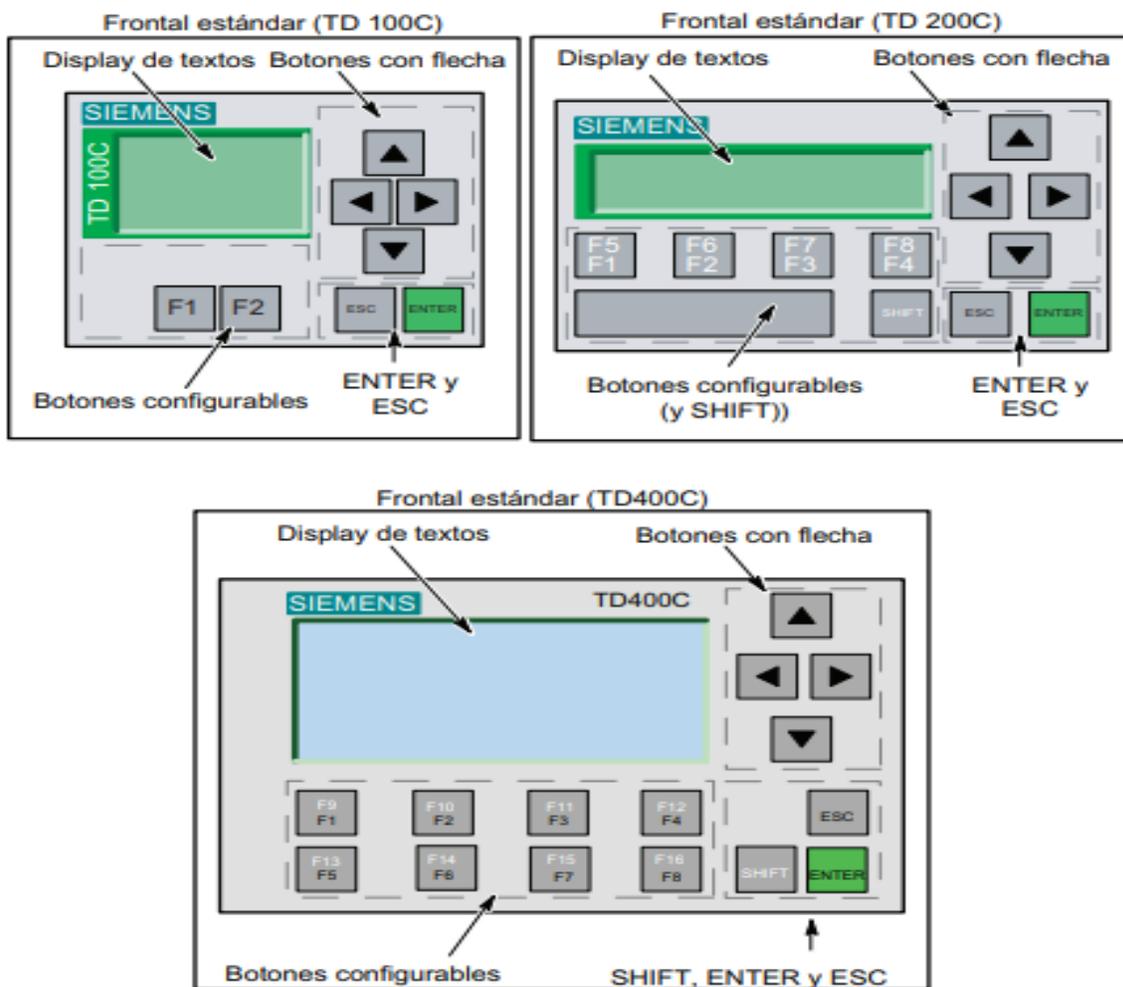
El LOGO! TD es el visualizador de textos S7-200, son las interfaces hombre máquina (IHM) de bajo coste que permiten al operador interactuar con la aplicación.

Para los visualizadores de textos (o TDs) pueden configurarse menús personalizados que facilitan todavía más dicha interacción. Asimismo, es posible ajustar que se visualicen alarmas o avisos activados por bits específicos de la memoria de la CPU S7-200.

Las interfaces TD son un muy buen complemento para el LOGO!, en estas interfaces se permite visualizar, supervisar y modificar variables de proceso pertenecientes a la aplicación, en los cuales

varía la cantidad de caracteres, líneas, fuente. Existen diferentes versiones, en las cuales cambian algunos detalles como ser: fuente, cantidad de texto, cantidad de líneas, el teclado, y otras pequeñas opciones. Las versiones de los productos S7-200 son:

- TD 100C
- TD 200C
- TD200
- TD 400C



**Ilustración 11. Teclado estándar del TD 100C, TD 200C, TD 400C**

Fuente: (Siemens, SIMATIC Manual de usuario del visualizador de textos (TD), 2008).

### 3.3.3 VENTAJAS DEL LOGO! SIEMENS

Este micro autómeta tiene muchas ventajas como ser:

- Son aparatos de precio asequible
  - Al ser programable, son versátiles y flexibles
  - Ahorra mucho en cableados
  - Es fácil de mantener o realizar modificaciones
  - Puede tener una pantalla asociada
  - Es escalable, se pueden añadir más entradas y salidas, dependiendo las necesidades.
- (Vicent Guerrero Jimenez, 2012).

### 3.3.4 FUP

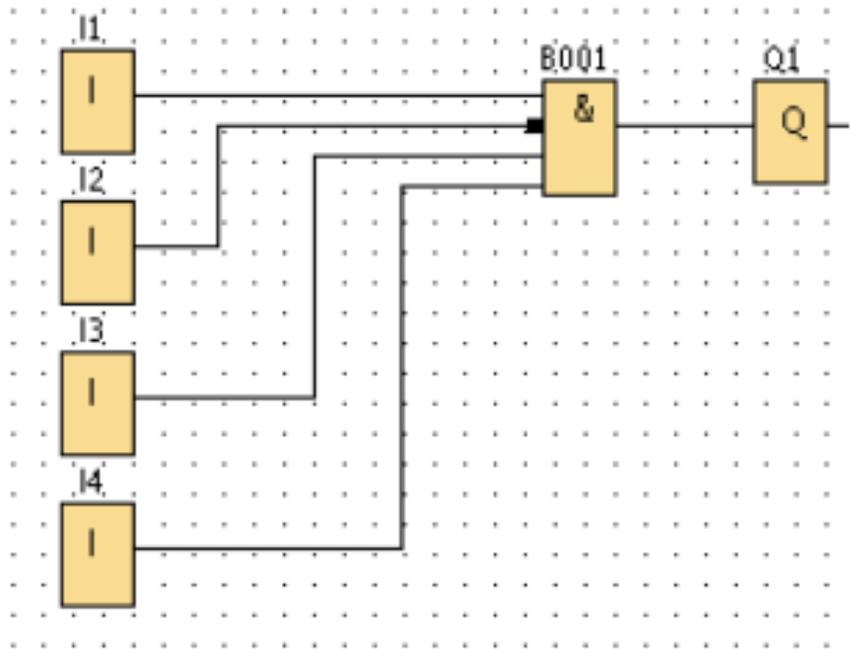
La programación en FUP (puertas lógicas) emplea simbología grafica para representar los esquemas y las programaciones, sin embargo FUP emplea representaciones de símbolos lógicos directamente. (Vazquez, 2013).

Es basada en bloques lógicos "AND", "OR", etc. Su nombre viene de la palabra germana Funktionsplan que significa diagrama de funciones.

La parte positiva de esta programación es que podemos ver gran parte del programa, pero dependiendo de lo complicado de este, puede resultar algo engorroso lograr comprenderlo o que interactúa con qué.

Los bloques lógicos que se utilizan en FUP son:

- AND
- OR
- NAND
- NOR
- XOR
- NOT
- Bloques con funciones básicas y especiales.



**Ilustración 12. Lenguaje de programación FUP**

Fuente: (Siemens Logo, 2012).

### 3.3.5 KOP

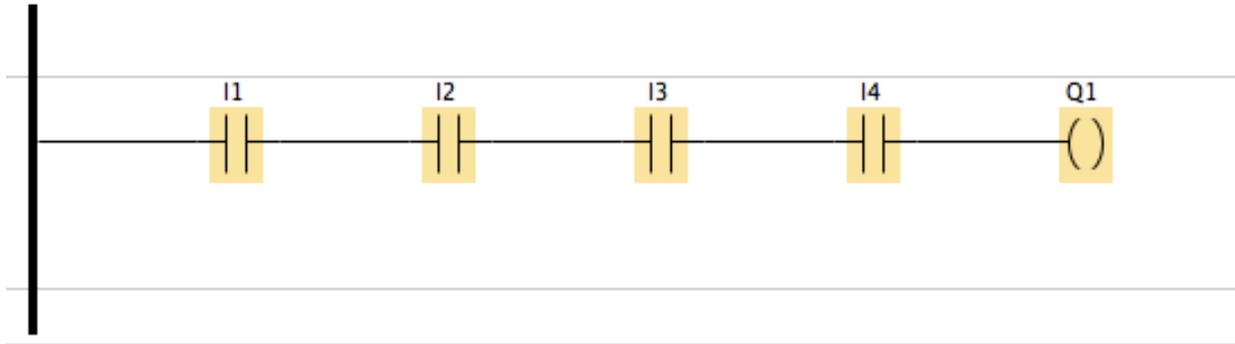
Se trata de una programación por diagrama de contactos (Kontaktplan) y proviene de la forma de representación de contactos eléctricos. (Canales, 2010).

Una de las diferencias es que en este modo frente a FUP, no es necesario añadir bloques lógicos (el B001 del FUP) sino que la lógica booleana se realiza mediante contactos en serie o paralelos.

Entonces el KOP es un esquema de contactos, escalera o "ladder". Gráfico y probablemente el más extendido en todos los lenguajes de programación y por tanto el más similar a otros.

Probablemente es el más fácil de entender por personal proveniente de la industria eléctrica y técnicos eléctricos.

En definitiva, es la representación que habría que cablear si se quisiera hacer el mismo programa que realiza con el PLC.



**Ilustración 13. Lenguaje de programación KOP**

Fuente: (Siemens Logo, 2012).

### **3.3.6 LOGO! SOFTCOMFORT**

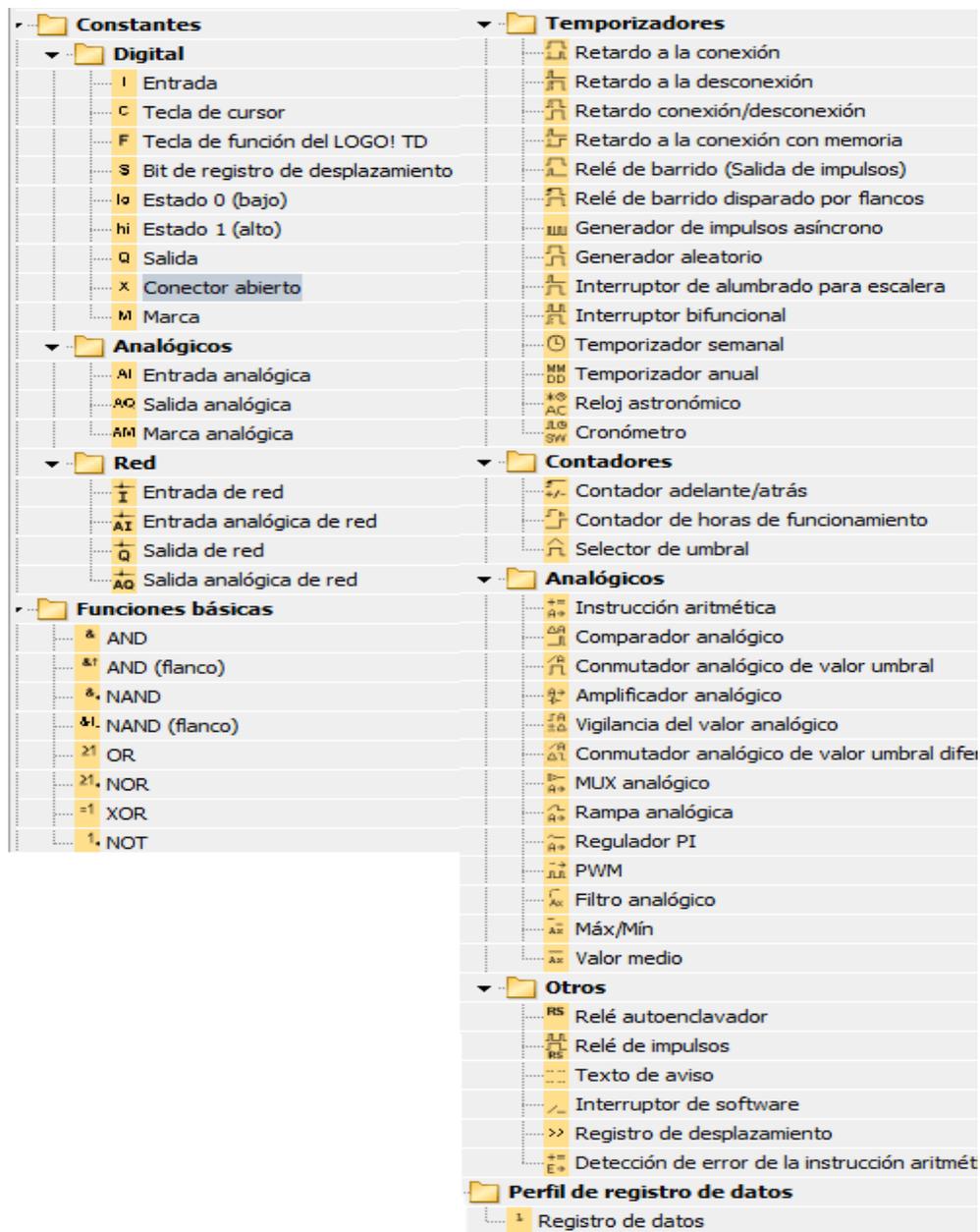
Es el software de programación para el LOGO! de Siemens, es muy intuitivo, en él se van colocando los bloques tipo AND, OR, NAND, etc. Y se van uniendo mediante un cable virtual a las entradas y salidas, las cuales también son representadas por bloques. (Miguel, 2011).

Tiene incorporado muchas funciones para hacer un poco más fácil la programación del mismo, tales como ser, funciones de red, funciones aritméticas, contadores, temporizadores, reloj astronómico, cronómetro, texto de avisos, etc.

Tiene una interfaz bastante fácil de utilizar, y sin necesidad de tener mucha experiencia en programación se puede aprender muy fácilmente siguiendo las ayudas que traen cada uno de los bloques lógicos, funciones especiales, funciones básicas y las demás funciones que trae el programa.

Es capaz de simular el programa que realicemos en él, para así estar seguros y verificar que lo que estamos haciendo, es realmente lo que queremos que nuestro LOGO! haga cuando este conectado y cargado el programa.

En la siguiente ilustración podemos ver algunas otras de las funciones que podemos encontrar en este software:



**Ilustración 14. LOGO! SoftComfort**

Fuente: (Siemens Logo, 2012).

### 3.4 HORÓMETRO

Un horómetro o medidor de horas es un medidor o instrumento que rastrea y registra el tiempo transcurrido, que normalmente se muestra en horas y décimas de horas. La mayoría de los medidores se utilizan para registrar tiempo de funcionamiento del equipo para asegurar cuándo

hacer el mantenimiento de máquinas o sistemas. Este mantenimiento típico involucra reemplazar, cambio o comprobación de piezas, correas, filtros, aceite, lubricación o condición de funcionamiento en motores, motores, sopladores y ventiladores, por nombrar algunos. (Mundo del motor, 2013).

### **3.4.1 IMPORTANCIA DE UN MEDIDOR DE HORAS**

La razón de un medidor de horas es para el mantenimiento. Si se basa en el tiempo de funcionamiento real de un motor para programar el mantenimiento del último servicio, en lugar de millas o calendarios, con el contador de horas hay una mayor correlación de la verdadera vida útil del equipo. El seguimiento del tiempo de funcionamiento es imprescindible para garantizar que las piezas de la máquina, aceites, correas, filtros, calibración, y otras medidas preventivas sean llevadas a cabo en el momento justo, para minimizar gastos por reparaciones innecesarias a los equipos y paros repentinos.

Algunos equipos no están garantizados por días o años desde la fecha de compra, sino por horas de funcionamiento del equipo, es decir, la garantía dependerá del número de horas transcurridas trabajadas.

Otro factor importante es el valor de la máquina o equipo, por ejemplo, una compactadora con 600 horas de trabajo vale más que una compactadora con 2500 horas trabajadas. Las horas de trabajo de la máquina es importante para poder saber el desgaste que ha tenido el equipo.

## **IV. METODOLOGÍA**

El proyecto de investigación presente es una investigación científica aplicada en la industria del tejido; en la cual se utilizan tecnologías ya existentes para poder desarrollarlo y adaptarlo de la manera que se requiere.

Ciertamente que la metodología de la investigación comprende el estudio del método o métodos empleados en la investigación, el proceso de investigación, las técnicas de investigación documental, las técnicas de investigación de campo, la redacción de informes científicos, el análisis y tratamiento estadístico de la información obtenida, sin que todo lo anterior signifique que el investigador tiene que ser un doctor en matemáticas. (Rocha, 2015).

Esta investigación se realizó con el fin de poder llevar un control de las horas reales que han trabajado las siete máquinas de agrupamiento de la planta, y así poder controlar cada cuanto se tienen que intervenir por mantenimiento preventivo a ellas sin afectar la productividad de la planta.

### **4.2 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto se ejecutó debido a la necesidad de poder monitorear las horas que han trabajado cada una de las agrupadoras de la planta de RLA Manufacturing. En la programación establecida en el micro-autómata LOGO!, establece un conteo de horas de funcionamiento de cada una de las máquinas, todo esto con su respectiva pantalla de monitoreo de horas y minutos por máquina, y cada máquina con su alarma que activa una luz piloto al completarse las horas establecidas.

En este proyecto, se presentarán variables, las cuales serán estudiadas a fondo con el fin de poder alcanzar los objetivos planteados al comienzo de ella.

Las variables dependientes:

1. Forma que el operario utiliza la máquina.
2. Velocidad de trabajo de la máquina.
3. El estado mecánico y eléctrico de la máquina durante el proceso.

Las variables independientes:

1. Entrenamiento del personal para operar las máquinas.
2. Capacidad de cada máquina.
3. Mantenimiento de las máquinas.

## **4.2 MÉTODO Y ENFOQUE**

En una investigación se lleva un largo proceso, en el cual el investigador debe ser capaz de sustentar sus teorías en un método, en el presente proyecto de investigación se basa en el método científico.

El método científico plantea el proceso o camino correcto para llevar a cabo una investigación. El conocimiento científico, además de sistematizado, también es metódico, es decir, utiliza un procedimiento llamado "método científico" del que se obtienen conocimientos verificables. (Gama, 2007).

De esta manera se pudo realizar una investigación en la cual hacemos aplicación de mediciones experimentales y de observaciones. Teniendo un enfoque mixto en su enfoque, cuantitativo y cualitativo.

En el enfoque cuantitativo, nos provee un análisis de los datos de horas de funcionamiento, para poder llevar un monitoreo de ellas y poder ser capaces de anticiparnos al futuro para el mantenimiento y hacer un correcto plan para no afectar la eficiencia en la planta. En el enfoque cualitativo nos basamos en observaciones realizadas, no basadas meramente en datos matemáticos o estadísticos, sino en conclusiones que son brindadas por criterios propios de los encargados de mantenimiento o supervisores.

## **4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Para poder realizar la presente tesis de investigación se hizo una recopilación de información de diversas fuentes en las que se realizó una ardua investigación y análisis de cada una de ellas. Estas fuentes pueden ser primarias o secundarias, las primarias son resultados de trabajos referenciados, totalmente originales y bien documentados, mientras que las fuentes secundarias son las que toman información de otras fuentes y crean su propio criterio basados en el análisis de estas.

Fuentes primarias utilizadas:

- Libros proporcionados por la universidad en el transcurso de la carrera
- Libros físicos que hacen referencia al tema tratado
- Libros físicos que aportan información significativa a nuestro proyecto

Fuentes secundarias utilizadas:

- Manuales técnicos
- Manuales de usuario
- Manuales de entrenamiento de la empresa
- Tesis referentes al tema o similares

#### 4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

No.	Actividades y tareas	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
1	Familiarización con la planta de RLA Manufacturing	■									
2	Aprender a cerca de los procesos que realizan en la planta	■									
3	Conocer los tipos de máquinas de tejido y sus partes		■								
4	Conocer la planta de loteo			■							
5	Conocer las máquinas loteadoras y su función			■							
6	Propuesta de proyecto de horómetro aceptada				■						
7	Primeros levantamientos del proyecto				■						
8	Instalación de interruptor magnético y cableado en máquina 1				■						
9	Programación y puesta en funcionamiento para pruebas en máquina 1				■	■					
10	Auditoría de tiempo en máquina 1					■	■				
11	Montaje completo en máquina 1 y puesta a pruebas					■	■	■			
12	Montaje completo en las 6 máquinas restantes						■	■	■		
13	Análisis, auditoría e interpretación de resultados							■	■	■	
14	Finalización del proyecto y análisis de resultados									■	■

Ilustración 15. Cronograma de actividades

Fuente: Propia.

## V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1 CABLEADO DE LOGO!

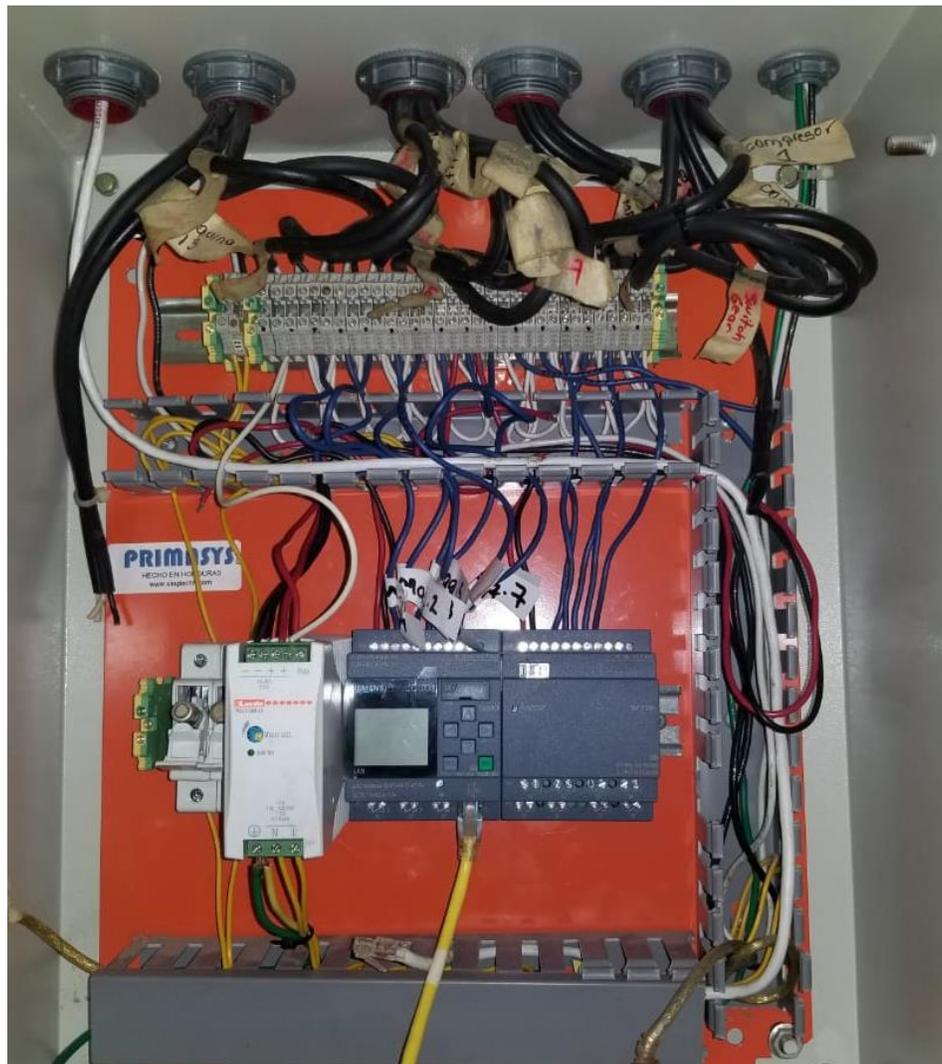


**Ilustración 16. Cableado de LOGO!**

Fuente: Propia.

El cableado es parte muy importante del proyecto, en la ilustración anterior, da un ejemplo de la conexión que se hizo para la máquina de agrupamiento uno de la planta de loteo, la conexión para las otras seis máquinas es la misma. Debido que el horómetro funciona mediante la programación que está en el micro autómatas, este es necesario que esté conectado de manera correcta y segura, esto se hace mediante la instalación de fusibles de 2A en la entrada de alimentación de 24VDC, luego esto conectado a las líneas L+ (+24VDC) y N, además en las salidas Q es necesario alimentarlas con +24VDC también para que al activarse alimenten la luz piloto roja

indicadora de paro por mantenimiento, la cual debe estar conectada a la salida Q y al N. La entrada de señal I es la que le indica al micro autómatas que la máquina está funcionando o no está funcionando, esta viene desde la máquina agrupadora, la cual tiene instalado un interruptor magnético que es el que al detectar campo magnético generado por el imán instalado en la parte móvil, este cierra el interruptor y permite el paso de los +24VDC a la entrada I. En la siguiente ilustración se muestra el panel instalado del LOGO! en el cual se muestra todo lo anterior mencionado.



**Ilustración 17. Panel del LOGO!**

Fuente: Propia.



**Ilustración 18. Máquina agrupadora**

## **5.2 PROGRAMACIÓN PARA EL HORÓMETRO**

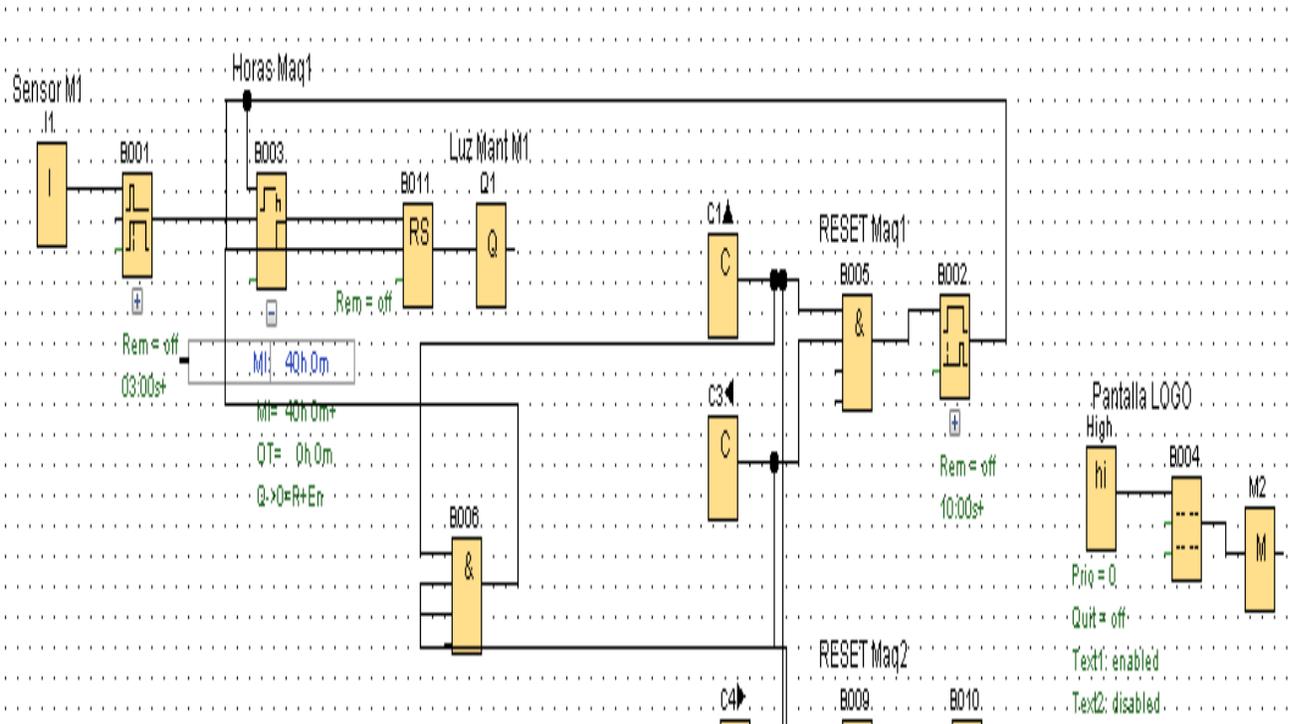
La programación es una de las partes fundamentales de este proyecto, ya que es la que hace que nuestro LOGO! pueda saber que está pasando, procesarlo, y darnos la señal.

Fue realizada en lenguaje FUP, y lo que hace es recibir la señal de entrada (I), luego pasarla por un contador de horas de funcionamiento, la cual es una función especial que trae el LOGO! Soft Comfort, luego este contador de horas de funcionamiento es programado dentro del bloque para que active la salida correspondiente.

Además en la programación también se ha integrado un bloque de texto de aviso, el cual nos muestra la información del número de máquina agrupadora y las horas y minutos de funcionamiento que lleva, esto es visible en la pantalla que trae integrada el LOGO! para poder hacer más fácil saber exactamente cuántas horas lleva cada máquina.

También en el bloque de horas de funcionamiento trae la opción de poder restablecer a cero las horas y también para que nos apague la salida, vuelva a cero internamente su contador de horas, pero realmente sigue a partir de las horas en que estaba cuando se hizo este reseteo, esta parte

fue programado para que con los botones de cursores que trae el LOGO! puedan hacerse. En la siguiente ilustración se muestra la programación del horómetro para la máquina agrupadora número uno, las otras seis llevan totalmente la misma programación, solamente cambian sus entradas y salidas.



**Ilustración 19. Programación para el horómetro**

Fuente: Propia.

### 5.3 AUDITORÍAS DE YARDAS POR MINUTO

Parte muy importante que se debe saber en estas máquinas agrupadoras, son las yardas por minuto, esta es una unidad de velocidad. Con esto nos damos cuenta si la máquina está trabajando a velocidad estándar, y poder corregir su velocidad si por alguna razón está fuera de velocidad estándar, logrando así un óptimo desempeño y un máximo aprovechamiento de su capacidad.

<b>Auditoría de Yards por minuto en máquinas agrupadoras de planta de loteo</b>							
<b>Yards/minuto</b>	<b>Máquina 1</b>	<b>Máquina 2</b>	<b>Máquina 3</b>	<b>Máquina 4</b>	<b>Máquina 5</b>	<b>Máquina 6</b>	<b>Máquina 7</b>
STD	350	350	350	350	350	350	350
Reales	347	341	337	349	339	343	348
<b>Diferencia</b>	<b>-3</b>	<b>-9</b>	<b>-13</b>	<b>-1</b>	<b>-11</b>	<b>-7</b>	<b>-2</b>

### **Ilustración 20. Auditoría de yards por minuto**

Fuente: Propia.

Con esta auditoría mensual podemos saber cuáles máquinas están trabajando debajo del estándar, lo cual implica que está bajando la eficiencia de la planta, un rango permitido es hasta una diferencia de 4 con respecto al estándar establecido de 350 yards por minuto.

Este control mensual es necesario hacerlo, dado que el operario es incapaz de poder saber a qué velocidad está trabajando realmente la máquina, esto al final del día afecta directamente sobre la eficiencia de la planta, lo cual parece pequeño, pero es un problema que radica en pérdidas monetarias grandes al final del mes.

Si tenemos en la planta de loteo una máquina agrupadora que está trabajando a una diferencia, por ejemplo lo que pasa en la máquina 2 que tiene una velocidad de 341 yards por minutos, y si trabajó 14 horas en el día, significa que esa máquina pudo agrupar 286,440 yards durante la jornada de trabajo. Si esta hubiera estado trabajando a una velocidad estándar, hubiera sido capaz de agrupar 294,000 yards, o sea, 7,560 yards más.

En la siguiente ilustración se muestra el ejemplo anterior, donde se comparan 14 horas de trabajo de una máquina en velocidad estándar, contra una máquina que esta 9 yards por minuto menos que el estándar.



**Ilustración 21. Comparación auditoría de yardas por minuto**

Fuente: Propia.

#### **5.4 AUDITORÍAS DE HORÓMETRO**

Para validar la precisión del horómetro ya en funcionamiento en la máquina agrupadora número uno, se hicieron las primeras pruebas en la semana cinco del proyecto. Se empezaron las auditorías en el horómetro, las cuales consistían en verificar con un cronómetro la cantidad de minutos que realmente la máquina estaba en funcionamiento y compararlo con lo que mostraba el LOGO! en pantalla.

Estas auditorías se realizaron durante estaba montado el proyecto solamente en la máquina agrupadora número uno de la planta, para poder identificar los errores que podría tener, corregirlos y, una vez corregidos, hacer la instalación en las otras seis máquinas, asegurándonos que ya el diseño, cableado, programación, interpretación están completamente terminadas y funcionales para que el equipo de mantenimiento y los mecánicos hagan uso del horómetro.



**Ilustración 22. Horas de funcionamiento**

Fuente: Propia.

En la ilustración anterior, podemos ver la pantalla de textos del LOGO! en el cual nos muestra nuestro horómetro con los minutos y horas de funcionamiento de la máquina agrupadora uno. En la siguiente ilustración podremos ver los resultados de las auditorías realizadas en la máquina.

<b>Auditoría de horas de funcionamiento</b>				
<b>Máquina 1</b>	<b>Auditoría 1</b>	<b>Auditoría 2</b>	<b>Auditoría 3</b>	<b>Auditoría 4</b>
Horómetro iniciales	3h22m	9h3m	18h34m	45h44m
Horómetro finales	3h56m	9h43m	19h5m	46h23m
Cronómetro	34m12s	40m13s	32m3s	39m25s
<b>Diferencia</b>	<b>0m</b>	<b>0m</b>	<b>1m</b>	<b>0m</b>

**Ilustración 23. Auditoría de horas de funcionamiento**

Fuente: Propia.

Este estudio de horas de funcionamiento es de suma importancia, para verificar que el sistema que se está implementando es totalmente fiable y que no tenga margen de error significativo, lo

cual pueda generar perturbaciones en los intervalos reales de mantenimiento que necesita la máquina.

## 5.5 COSTOS

En la siguiente tabla se exponen los costos de los equipos utilizados en el proyecto de horómetro instalado en la planta de loteo de RLA Manufacturing.

Equipo	Costo
LOGO! 8 Siemens	L. 4,200.00
Módulo de expansión DM16 24R	L. 3,700.00
Interruptores magnéticos	L. 2,800.00
Fuente 24V Lovato	L. 2,500.00
Cableado	L. 4,500.00
Luces piloto	L. 1,400.00
<b>Total:</b>	<b>L. 19,100.00</b>

**Tabla 2. Costos de equipos para el horómetro en las máquinas agrupadoras**

Fuente: Propia.

Estos costos son aproximados, debido a que dependen del proveedor al que se compren los equipos, es importante mencionar que solo se incluyen los costos de los equipos principales, sin tomar en cuenta costos por mano de obra y otros costos de instalación del mismo.

## VI. CONCLUSIONES

La conclusión de un proyecto es la parte final de cualquier trabajo de investigación, en ésta el investigador sintetiza los resultados de su investigación, producto del alcance de los objetivos generales y específicos trazados inicialmente. (Sanchez, 2007).

En esta sección se señala lo más importante que se encontró en el desarrollo del proyecto y comprobación de cada objetivo señalado al comienzo de ésta, además resume los resultados que se pudieron obtener a lo largo del desarrollo de la propuesta y la implementación del proyecto en RLA Manufacturing, a continuación detallamos las conclusiones obtenidas de nuestro proyecto.

- Mediante la implementación del micro autómatas LOGO! de Siemens, se logró hacer la programación de un horómetro para cada una de las siete máquinas de agrupamiento en la planta de loteo de RLA Manufacturing con lo cual se podrá llevar un mejor control en el área de mantenimiento para éstas máquinas.
- El personal de mantenimiento y mecánicos de la planta llevan seguimiento del control de las horas de funcionamiento en el horómetro instalado, para poder planificar con antelación los paros por mantenimiento preventivo en cada una de las máquinas, evitando así paros repentinos y alargando la vida útil de las agrupadoras.
- Con el horómetro instalado en las máquinas de agrupamiento se está llevando un mejor seguimiento de las máquinas y los técnicos analizarán el comportamiento de ellas en los próximos seis meses y constatar que implementando un correcto mantenimiento preventivo en la maquinaria se puede alargar la vida útil de ellas de manera significativa.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En esta última sección de la tesis se sugieren algunas recomendaciones en base a la experiencia vivida durante el transcurso del proyecto, también en base a los resultados obtenidos y a las conclusiones presentadas.

### **7.1 A LA EMPRESA**

- Realizar siempre en el tiempo establecido por los fabricantes el mantenimiento preventivo a cada una de las máquinas, aun cuando se tenga que hacer paros en la producción, para así asegurar la vida útil de la maquinaria de la planta.
- Dar seguimiento riguroso a los asociados encargados de las máquinas circulares en la planta de tejido, ya que en esta planta es donde se da la mayoría de defectos producidos en toda la planta.

### **7.2 A LA UNIVERSIDAD**

- Implementar una materia que se centre plenamente a seguridad industrial, ya que es de suma importancia la seguridad cuando estamos en el campo laboral de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica.
- También implementar la clase de instalaciones eléctricas, debido a que en nuestra carrera es necesario poder hacer planos para poder hacer las instalaciones necesarias al momento de montar un proyecto en la industria.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. (2012). En L. C. Arbós, *Procesos en flujo pull y gestión lean. Sistema Kanban* (pág. 202). Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
2. (2018). En P. E. Carrillo, *Montaje y mantenimiento de líneas automatizadas* (pág. 75). Madrid: Velásquez.
3. Administración de Operaciones, Estrategia y análisis, 5ta. edición. (2000). En L. J. Krajewski. Mexico: Pearson Educación.
4. Bona, J. M. (2000). Gestión del mantenimiento. This One.
5. Calloni, J. C. (2003). Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas. Buenos Aires, Argentina.
6. Canales, A. R. (2010). *Automatización y telecontrol de sistemas de riego*.
7. Filliu, L. M. (2011). Instalaciones domóticas.
8. (2013). *Fruit Of The Loom Manufacturing Process*.
9. Gama, A. (2007). Un enfoque constructivista. México: Pearson Educación.
10. López, B. S. (2016). *Ingeniería Industrial Online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>.
11. Manual de Sistema Barco Textiles Merendón. (2017).
12. (2014). *Merendon Textile Manufacturing Process*.
13. Miguel, M. V. (2011). Instalaciones domóticas.
14. *Mundo del motor*. (2013). Obtenido de [https://www.mundodelmotor.net/horometro/#que\\_es\\_un\\_horometro](https://www.mundodelmotor.net/horometro/#que_es_un_horometro).

15. Pro Honduras. (Noviembre de 2014). Obtenido de <http://www.prohonduras.hn/index.php/espanol/por-que-honduras/perfil-de-pais#estad%C3%ADsticas>.
16. Raya, F. J. (2015). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial*. Málaga: IC Editorial.
17. Rivera, R. R. (2014). *Mantenimiento preventivo de redes de distribución de agua y saneamiento*. Málaga: IC Editorial.
18. Rocha, C. I. (2015). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: Progreso S.A de C.V.
19. Sanchez, J. M. (2007). *Los criterios de graduación de las sanciones administrativas*. España: GRAFOLEX, S.L.
20. Siemens. (2008). *SIMATIC Manual de usuario del visualizador de textos (TD)*.
21. Siemens. (2016). *Siemens LOGO! Manual de Producto*.
22. *Siemens Logo*. (2012). Obtenido de <http://siemenslogo.com/que-son-fup-y-kop-en-siemens-logo/>.
23. Sierra, C. G. (2012). *Montaje y mantenimiento de instalaciones frigoríficas*. Barcelona: S.L. EDICIONES CEYSA.
24. Soriano, R. R. (2002). *Investigación social teoría y praxis*. Col. San Rafael, México: Plaza y Valdez, S.A de C.V.
25. UF0422: Mantenimiento correctivo de instalaciones. (2014). En A. J. Ruíz. Málaga: IC Editorial.
26. Vazquez, S. G. (2013). *Técnicas y procesos en instalaciones domóticas y automáticas*. Madrid: Ediciones Parainfo.
27. Vicent Guerrero Jimenez, . Y. (2012). *Comunicaciones industriales Siemens*. Marcombo.
28. Vilardell, E. N. (2013). *Mantenimiento industrial práctico*.