



**unitec**<sup>®</sup>  
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES<sup>®</sup>

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**AUTOMATIZACIÓN DE MAQUINARIA DE SECADO Y TEÑIDO, GILDAN S. DE R.L**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**21421018 ROBERTO ALFONZO PAREDES SÁNCHEZ**

**ASESOR:**

**ING. HEGEL LÓPEZ**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA;**

**DICIEMBRE, 2018**

## **AGRADECIMIENTO**

Esta Tesis solo ha sido posible gracias al apoyo incondicional de muchas personas que nunca he olvidado. A pesar de que en una hoja no seré capaz de expresar mi eterna gratitud que siento, cabe dejar claro que, desde la primera hasta la última persona que mencione, ha sido valiosa en la consecución del resultado final obtenido.

Agradecer primeramente a mi papa por brindarme su apoyo incondicional para estudiar la carrera Ingeniería Mecatrónica, y sus valiosos consejos en los momentos difíciles.

A mi querida mama, María Elena, por ayudarme e inculcarme valores para ser mejor persona en el ámbito estudiante y social, y por ser la mejor madre de todas.

A mi hermana, Roció, por darme su apoyo en todo momento y su confianza para los problemas que se me han venido presentando en estos años.

A mi hermana, Celeste, por ayudarme literalmente en todo lo que he necesitado y ser mi mano derecha en todo momento.

A mi abuela, María de los Ángeles que ha sido parte de mi formación desde niño, gracias por su apoyo y confianza en todo momento.

A mi compañero Sergio Vallejo gracias por compartir sus conocimientos a lo largo de mi carrera.

A todo personal de GILDAN HOSIERY FACTORY por sus enseñanzas, calidad humana y apoyo en lo que he necesitado.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Gildan Hosiery Factory Rio Nance es una empresa dedicada a la elaboración de prendas básicas de vestir para toda la familia, y de calcetines Verticalmente integradas. La práctica profesional consiste en desempeñar el cargo de superior en el área de mantenimiento de la planta, dicho cargo es automatizar lo que es la limpieza de tamo durante el proceso de secado para las cuatro secadoras marca LAVATEC, realizar un checklist para los paneles eléctricos donde se centrara en los componentes de seguridad y potencia, dicho checklist se realizar en base al sistema RCM donde aumenta la disponibilidad de un componente y recude el costo durante su funcionamiento y desarrollar un sistema de filtro para lavado automático de la maquinaria TONELLO mediante un autómata programable en el sistema de descarga ya que el filtro se obstruye con tamo y se necesita realizar un sistema fiable de limpieza.

Los proyectos se realizaron con el equipo técnico del departamento de mantenimiento, como practicante fue crucial saber cómo distribuir el personal técnico para cumplir con las distintas actividades en la empresa ya que la planta se encuentra en crecimiento, lo que supone una mayor carga para el departamento de mantenimiento ya que aumenta la cantidad de maquinaria a la cual se debe dar mantenimiento, se debe realizar en un tiempo determinado y de forma segura para el operario y/o técnico en el área.

## **EXECUTIVE SUMMARY**

Gildan Hosiery Factory Rio Nance is a company dedicated to the development of basic garments to dress the whole family, and vertically integrated calculations. The professional practice consists of carrying out the work of superior load in the area of maintenance of the plant, this charge is to automate what is the chaff cleaning during the drying process for the four dryers brand LAVATEC, to make a checklist for the focuses on the components of security and power, said cheklist is made based on the RCM system where you get the availability of a product and the cost of its operation and the automatic washing filter system of the TONELLO machinery through a programmable automaton in the discharge system and that the filter is clogged with the chaff and a reliable cleaning system is needed.

The projects are related to the technical team of the maintenance department, as the practice was based on knowing how to distribute the technical personnel to comply with the different activities in the company and in the plant. maintenance as it increases the amount of machinery in which maintenance must be performed, must be performed in a certain time and safely for the operator and / or technician in the area.

## ÍNDICES

I.	<b>INTRODUCCION</b> .....	1
II.	<b>GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	2
	2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
	2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	2
	2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
	2.4 OBJETIVOS.....	3
	2.2.1 OBJETIVO GENERALES.....	3
	2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
III.	<b>MARCO TEORICO</b> .....	4
	3.1 SISTEMA DE LIMPIEZA DE SECADORA LAVATEC.....	4
	3.1.1 TEMPERATURA .....	4
	3.1.2 SENSORES DE TEMPERATURA.....	5
	3.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.....	6
	3.1.4 PT100.....	6
	3.1.5 SENSOR INFRARROJO.....	7
	3.1.6 REGULADOR DE TEMPERATURA.....	7
	3.1.7 Sistema Neumático.....	8
	3.1.8 Flauta.....	9
	3.1.9 Electro Válvula.....	9
	3.1.10 Unidad de Mantenimiento.....	10
	3.2 SISTEMA DE LAVADO DE FILTRO PARA MAQUINARIA TONELLO.....	12
	3.2.1 Productos Químicos.....	13

3.2.2 Composición de la materia.....	14
3.2.3 Aplicaciones de la química en la industria.....	16
3.2.4 Proceso de teñido.....	17
3.3 Controlador lógico Programable.....	18
3.3.1 Funcionamiento.....	19
3.3.2 LOGO!.....	19
3.3.3 Módulos DM8 24 ENTRADA Salida.....	20
3.4 CHECKLIST PARA MAQUINARIA TONELLO.....	21
3.4.1 RCM.....	22
3.4.2 Fases del RCM.....	23
<b>IV. METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
4.1 Variable de Investigación.....	25
4.1.1 Variables Independiente.....	25
4.1.2 Variables Dependientes.....	25
4.2 Población y Muestra.....	25
4.3 Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	26
4.3.1 Observación.....	26
4.3.2 La entrevista.....	27
4.4 Fuentes de Información.....	27
4.5 Cronograma.....	28
<b>V. RESULTADOS Y ANALISIS.....</b>	<b>29</b>
5.1 Sistema de limpieza de las secadoras LAVATEC.....	29
5.1.1 Montaje del LOGO.....	29

5.1.2 Programación para el sistema de limpieza.....	32
5.1.3 Prueba Sensor IR vs PT100.....	33
5.2 SISTEMA DE LAVADO DE FILTRO PARA MAQUINARIA TONELLO.....	36
5.2.1 Instalación del panel eléctrico.....	38
5.2.2 Programación Logo.....	39
5.3 CHECKLIST PARA MAQUINARIA TONELLO.....	40
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>44</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>45</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1. Secadora de prendas marca LAVATEC.....</b>	<b>4</b>
<b>Ilustración 2. Control de Temperatura de una secadora.....</b>	<b>5</b>
<b>Ilustración 3. Sensor para medir temperatura PT100.....</b>	<b>6</b>
<b>Ilustración 4. Regulador de Temperatura.....</b>	<b>8</b>
<b>Ilustración 5. Flauta para quitar tamo.....</b>	<b>9</b>
<b>Ilustración 6. Conjunto de Electroválvulas de la secadora LAVATEC.....</b>	<b>10</b>
<b>Ilustración 7. Unidad de Mantenimiento de la maquinaria LAVATEC.....</b>	<b>11</b>
<b>Ilustración 8. Máquina de Teñido TONELLO.....</b>	<b>12</b>
<b>Ilustración 9. Porta filtro de una TONELLO G1 70.....</b>	<b>13</b>
<b>Ilustración 10. Vasijas para productos químicos TONELLO.....</b>	<b>13</b>
<b>Ilustración 11. Clasificación de la materia.....</b>	<b>14</b>

<b>Ilustración 12. Productos químicos para la industria textil.....</b>	<b>16</b>
<b>Ilustración 13. Proceso de Teñido.....</b>	<b>17</b>
<b>Ilustración 14. Ejemplo de PLC.....</b>	<b>18</b>
<b>Ilustración 15. Autómata Programable LOGO!.....</b>	<b>19</b>
<b>Ilustración 16. Módulo DM8 24.....</b>	<b>20</b>
<b>Ilustración 17. Revisión de los componentes industriales.....</b>	<b>21</b>
<b>Ilustración 18. Componentes quemados por falso contacto.....</b>	<b>22</b>
<b>Ilustración 19. Pasos de RCM.....</b>	<b>24</b>
<b>Ilustración 20. Cronograma de actividades.....</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 21. Instalación del logo en el panel eléctrico de la secadora LAVATEC.....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 22. Malla lateral de la secadora LAVATEC.....</b>	<b>30</b>
<b>Ilustración 23. Limpieza de malla para la prueba.....</b>	<b>31</b>
<b>Ilustración 24. Limpieza en la secadora LAVATEC.....</b>	<b>31</b>
<b>Ilustración 25. Limpieza en la secadora LAVATEC.....</b>	<b>32</b>
<b>Ilustración 26. Programa de las secadoras 22 y 23.....</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 27. Programa de las secadoras 24 y 25.....</b>	<b>33</b>
<b>Ilustración 28. Prueba de la PT100 de la Secadora.....</b>	<b>34</b>
<b>Ilustración 29. Medición, luego de 5 minutos.....</b>	<b>35</b>
<b>Ilustración 30. Prueba de 10 minutos.....</b>	<b>35</b>
<b>Ilustración 31. Filtro de limpieza de tamo TONELLO.....</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 32. Diseño del filtro TONELLO.....</b>	<b>37</b>
<b>Ilustración 33. Instalación eléctrica del sistema de limpieza.....</b>	<b>38</b>
<b>Ilustración 34. Panel en funcionamiento para el sistema de lavado del filtro.....</b>	<b>49</b>

<b>Ilustración 35. Secadoras Lavatec en el cual se hicieron las modificaciones.....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 36. Malla lateral de la secadora lavatec.....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 37. Modificaciones realizadas en las mallas laterales.....</b>	<b>50</b>
<b>Ilustración 38. TONELLO donde se realizaron el checklist del panel eléctrico.....</b>	<b>51</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Clasificación de sensores.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 2. Rango de temperatura por material.....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla 3. CHECKLIST TONELLO G1 510.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 4. CHECKLIST TONELLO G1 200.....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 5. CHECKLIST TONELLO G1 70.....</b>	<b>43</b>

## I. INTRODUCCION

Este documento recopila información sobre los aspectos relacionados con la práctica profesional en la empresa GILDAN HOSIERY FACTORY.

En los últimos años la planta RN3 de GILDAN HOSIERY FACTORY cuenta con una sección de tejido de calcetines y una sección de máquinas de teñido y secados para poder cumplir la producción de prendas de la empresa textil, pero debido que la planta está en proceso de expandirse y además de la creciente demanda de productos la empresa está instalando más máquinas de secado marca LAVATEC y de teñido marca TONELLO, es por eso que la Ingeniería Mecatrónica está tomando fuerza en la industria por dar soluciones y crear distintas aplicaciones.

Según Vaillant (2010), la automatización industrial permite aumentar la producción, mejorar la calidad, la reducción de los costos y personal, cumplir con los requisitos medioambientales, etc.

Como se escribió desde el inicio se va recopilar toda la información descriptiva del proceso de automatización de estas máquinas de secado LAVATEC, el diseño de un filtro para mejorar el proceso de lavado y realizar un checklist de los componentes localizados en el panel eléctrico de las máquinas de teñido marca TONELLO.

Las siguientes fuentes bibliográficas provienen de varias publicaciones de investigación libros, revista, artículos basadas en lo que es la automatización industrial para mejorar la producción en el proceso de secado y teñido.

## **II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

GILDAN es una empresa textil fundada en honduras en 1997, es un suplidor líder de prendas de vestir básicas de calidad para toda la familia, incluyendo camisetras, sudaderas, camisas deportivas, ropa interior, calcetines, medias y prendas moldeadoras. La compañía vende sus productos en una cartera diversificada de marcas propias incluyendo las marcas Gildan y Gold Toe y sus extensiones de marcas, así como las marcas Anvil, Comfort Colors, Secret, Silks® y Therapy Plus. La Compañía también cuenta con las licencias de calcetines para Estados Unidos de las marcas Under Armour y New Balance. La Compañía distribuye sus productos en los mercados de prendas estampadas de Estados Unidos y Canadá, así como en Europa, Asia Pacífico y América Latina (Gildan (22 marzo,2017), buenas practicas responsables, FUNDAHRSE. Recuperado de <http://fundahrse.org/buenas-practicas-responsable/gildan/>).

### **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El departamento de Mantenimiento de Gildan Hosiery Factory es el encargado de brindar el mantenimiento a toda la maquinaria de la planta, dicha maquinara incluye 41 Teñidoras de la marca TONELLO y 25 Secadoras de la marca LAVATEC. El departamento se hace cargo de brindar el mantenimiento correctivo y preventivo según lo programado. Así como también de llevar un registro de todos los mantenimientos realizados en la planta.

### **2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

En la empresa Gildan Hosiery Factory posee máquinas de teñido marca TONELLO en las cuales disponen de unos filtros para separar los químicos con el tamo, pero los filtros tienden a obstruirse provocando que el químico no filtre de manera correcta, es por ello que se debe de crear un sistema de lavado automático que limpie el filtro cada cierto tiempo.

Un segundo trabajo es automatizar un sistema de limpieza para las 4 máquinas de secado marca LAVATEC, estas máquinas no disponen un sistema de limpieza periódicamente lo que provoca que el tamo se acumule en las mallas laterales provocando que no caliente la

máquina de secado, es necesario automatizar el sistema de limpieza cada cierto tiempo con el fin de reducir el exceso de tamo.

Un tercer trabajo es crear un checklist de seguridad para los paneles eléctricos de las maquinas TONELLO G1 510, G1 70 y G1 200, debido a que una de ellas presento un conato de incendio quemando algunos componentes eléctricos, provocando que la maquina estuviera en paro por 18 horas, es por ello que es necesario crear un checklist con distintas actividades para reducir los daños en las máquinas y proteger también al operador y técnico que trabajan en las áreas de máquinas de teñido.

## **2.4 OBJETIVOS**

Los objetivos sirven como una guía para la etapa de ejecución de las acciones. Son fuente de legitimidad: los objetivos justifican las actividades de todos los miembros de una empresa o un proyecto. Sirven para evaluar las acciones, la eficacia y productividad del equipo que conforma la empresa o que está a cargo del proyecto. (Diana de León, 2010).

### **2.2.1 OBJETIVO GENERALES**

Desarrollar la automatización de maquinaria de secado LAVATEC, desarrollar un checklist de los componentes eléctricos como así también la implementación de un filtro de lavado para la maquinaria de teñido TONELLO.

### **2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mejorar el sistema de limpieza de las secadoras LAVATEC mediante un autómata programable.
- Diseñar un sistema de lavado automatizado de filtros para la maquinaria de teñido TONELLO.
- Realizar un checklist de los componentes de seguridad para todas las máquinas de teñido TONELLO.

### III. MARCO TEORICO

Sampieri (2010) afirma: "El marco teórico es un elemento que ayuda a justificar la necesidad de investigar un problema planteado." (p.12).

#### 3.1 SISTEMA DE LIMPIEZA DE SECADORA LAVATEC

Las secadoras LAVATEC son máquinas de secado de prendas, cada una de ellas poseen sistemas con el fin de secar las prendas de forma eficiente y con un tiempo de 65 min de secado, estas poseen un sistema neumático, eléctrico y mecánico, y disponen un control de mando que es dirigido por un PLC.



**Ilustración 1. Secadora de prendas marca LAVATEC**

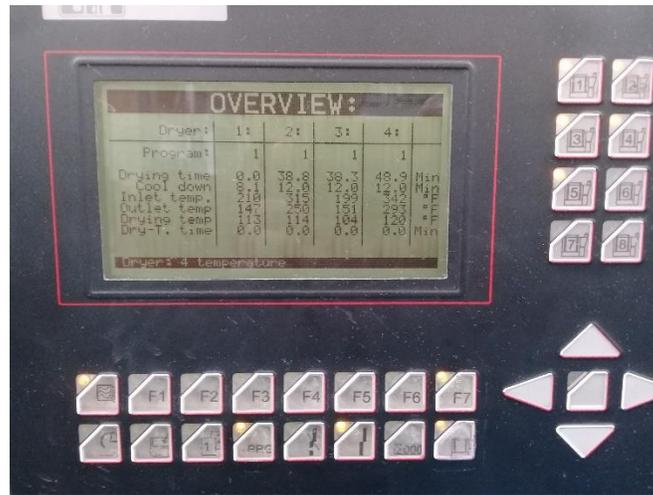
Fuente: (Propia, 2018)

##### 3.1.1 TEMPERATURA

La temperatura se puede definir la propiedad de un cuerpo que determina la dirección del flujo de calor. Esto significa que dos cuerpos a la misma temperatura puestos en contacto entre si no efectúan una transferencia de calor, por otra parte, si se ponen en contacto dos cuerpos con temperaturas distintas, el calor fluye del más caliente al más frío. ( Epstein, Krieger, & Rosenberg, 2009, p.2).

La Temperatura (T) se puede medir en la escala Celsius, donde el punto de congelación del agua es a 0 °C y el punto de ebullición (bajo condiciones normales) es a 100 °C. La escala Kelvin (o absoluta) está desplazada 273.15 grados respecto de la escala Celsius, así que el

punto de congelación del agua está a 273.15 K y el punto de ebullición a 373.15 K. (Bueche, &Hecht, 2007, p. 150)



**Ilustración 2. Control de Temperatura de una secadora**

Fuente: (Propia, 2018)

### 3.1.2 SENSORES DE TEMPERATURA

Mayne (2003) enuncia: "Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas."

Es importante mantener un rango de temperatura apropiado para sí poder lograr un buen proceso de secado, para esto la maquinaria de secado marca LAVATEC contiene dos sensores PT100, uno de entrada de vapor y una salida y un sensor infrarrojo (IR) que consiste en un lente para enfocar los rayos infrarrojos (IR) de energía a un detector que convierte la energía de una señal eléctrica que puede ser representada en unidades de temperatura. "De este modo, un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida" (Germán Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, p. 17).

### 3.1.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

**Tabla 1. Clasificación de sensores**

Criterio	Clases	Ejemplos
<b>Aporte de energía</b>	Moduladores, generadores	Termistor
<b>Señal de salida</b>	Analógico, Digital	Potenciómetro, codificador de posición
<b>Modo de operación</b>	De deflexión, de comparación	Acelerómetro de deflexión

Fuente: (Propia, 2018)

Desde el punto de vista de la ingeniería electrónica, es más atractiva la clasificación de los sensores de acuerdo con el parámetro variable: Resistencia, capacidad, inductancia, añadiendo luego los sensores generadores de tensión, carga o corriente y otros tipos no incluidos en los anteriores grupos. (Pallas, 2007, p7).

#### 3.1.4 PT100

Los dispositivos RTD más comunes están contruidos con una resistencia de platino (Pt), llamadas también PRTD, aunque también se utilizan otros materiales cuyas características se recogen en la tabla siguiente. Típicamente tienen una resistencia entre  $20\Omega$  y  $20k\Omega$ . La ventaja más importante es que son lineales dentro del rango. de temperatura entre  $-200^{\circ}\text{C}$  y  $850^{\circ}\text{C}$ . (Mayne,2003, p. 4).



**Ilustración 3. Sensor para medir temperatura PT100**

Fuente: (RS Components, 2018)

La Tabla muestra la respuesta de la resistencia del platino con la temperatura con respecto a otros materiales.

**Tabla 2. Rango de temperatura por material**

<b>Material</b>	<b>Rango de temperatura Celsius</b>	<b>Variación de coeficiente</b>
<b>Platino</b>	-200 a +850	0.39
<b>Níquel</b>	-80 a 320	0.67
<b>Cobre</b>	-200 a +260	0.38
<b>Níquel-Cobre</b>	-200 a +260	0.46

Fuente: (Isabel Enciso,2015)

### 3.1.5 SENSOR INFRARROJO

Los sensores infrarrojos miden la temperatura de objetos y materiales inaccesibles o en movimiento. Con precisión, consistencia y un sorprendente tiempo de respuesta, Realizan mediciones de alto rendimiento, miden temperaturas desde  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $2000^{\circ}\text{C}$ . Son compatibles con gran variedad de instrumentación sin realizar interface o acondicionamiento de señal. Existen diversas resoluciones ópticas, se pueden configurar desde una computadora mediante software el cual es incluido. Permite configurar el rango y la emisividad, aplicar filtros, lecturas mínimas, lecturas máximas, medias e instantáneas.

### 3.1.6 REGULADOR DE TEMPERATURA

Un regulador de temperatura es un instrumento usado para regular la temperatura. El regulador de temperatura toma una entrada de un sensor de temperatura y tiene una salida que está conectada a un elemento de regulación como calentador o ventilador. ¿Cuál es el mejor instrumento para regular la temperatura? Según Kirk, Weedon, & Kirk (2005), la respuesta a esta pregunta no es fácil debido al incremento de dispositivos de medición disponibles en el mercado, diferentes requisitos de instalación.



**Ilustración 4. Regulador de Temperatura**

Fuente: (Direct Industry, 2018)

### 3.1.7 Sistema Neumático

La técnica neumática admite infinidad de aplicaciones en el campo de la máquina herramienta, especialmente en los trabajos de fijación de piezas, bloqueo de órganos, alimentación de máquinas y movimiento lineal de órganos que no requieran velocidades de actuación rigurosamente constantes. Prácticamente la totalidad de las automatizaciones industriales tienen, como elementos de mando, instalaciones neumáticas.

como principales ventajas del mando neumático cabe destacar:

- La sencillez de los propios sistemas de mando: cilindros, válvulas, Automatismo eléctrico.
- La rapidez de movimiento (respuesta) del sistema neumático.
- La economía de los sistemas neumáticos una vez instalados.

Como inconvenientes:

- La instalación requiere un desembolso económico añadido a la propia automatización.
- El mantenimiento del estado del aire, ya que debe mantenerse perfectamente limpio y seco. (Nistal, 2002, p.2).

### 3.1.8 Flauta

La Flauta es el sistema en cual consiste en quitar el tamo en exceso que está en la malla, el tamo se acumula en la malla y al finalizar el secado el PLC manda una señal al relé para activar una electroválvula para el paso del aire comprimido y quitar el tamo.



**Ilustración 5. Flauta para quitar tamo**

Fuente: (Propia, 2018)

### 3.1.9 Electro Válvula

El mando electromagnético de una válvula se utiliza cuando la señal proceder de un final de carrera eléctrico, de un presostato o de un dispositivo eléctrico. A través de este tipo de mando señal eléctrica es transformada en una señal neumática destinada a accionar el mecanismo de cierre o apertura de las distintas vías de las válvulas. (Serrano, 2009, p.153).



**Ilustración 6. Conjunto de Electroválvulas de la secadora LAVATEC**

Fuente: Propia, 2018

### 3.1.10 Unidad de Mantenimiento

Su función es proporcionar a los componentes de los circuitos neumáticos, el aire comprimido con una presión uniforme, libre de impurezas y la lubricación requerida a los componentes móviles,” Esto significa Una unidad de mantenimiento es la combinación filtro-regulador-lubricador con o sin manómetro y dotado o no de drenaje automático, El conjunto no debe estar a más de 5 m. del dispositivo neumático de utilización para evitar la precipitación de las partículas de aceite en la tubería. (Solé, 2007, p.141).

**El filtro:** este componente impide que las impurezas (pequeñas partículas que puede contener el aire polvo, oxido, virutas, pintura, etc.) pasen al sistema, también posee un sistema de recolección de pequeñas partículas de humedad que podrán ser desalojadas al exterior como agua por medio de un “tornillo de purga” que se encuentra al fondo del recipiente.

**El regulador de aire:** tiene como misión mantener una presión constante independientemente de las variaciones de presión, utiliza un tornillo y una membrana móvil, que permite escapes de aire para mantener constante la presión.

**El indicador de presión:** es un lector que usualmente es un manómetro, sirve para la lectura de la presión que se presente.

**El lubricador:** cuenta con un sistema de mezclado que permite que el aire comprimido transporte pequeñas partículas de aceite para disminuir la fricción evitando el desgaste de componentes móviles de los circuitos neumáticos.



**Ilustración 7. Unidad de Mantenimiento de la maquinaria LAVATEC**

Foto: (Propia, 2018)

### **3.2 SISTEMA DE LAVADO DE FILTRO PARA MAQUINARIA TONELLO.**

La planta GILDAN HOSIERY FACTORY posee distintas maquinarias de la marca TONELLO como la G1 510, G1 200 y G1 70 todas con distintas capacidades de carga.

Son especialmente adecuadas para el tratamiento de las prendas, están equipadas con una canasta con batidores especiales que aceleran el proceso, mientras que al mismo tiempo garantizan resultados uniformes.

Las máquinas G1 están equipadas de serie con un controlador B&R El Software Tonello optimiza las funciones de cada máquina y permite almacenar un elevado número de programas automáticos. Para transferir luego las recetas de una máquina a otra.



**Ilustración 8. Máquina de Teñido TONELLO**

Fuente: (Ariel Hernández, Supervisor de mantenimiento, 2017)

Estas máquinas poseen un filtro en cual se encarga en separar el tamo que desprende de la prenda con la tintura y productos químicos que se encargan en darle color a la prenda, el proceso de teñido en un lote de prenda puede durar hasta 9 horas, para luego pasar al área de secado.

La maquinaria TONELLO manda a llamar una receta de color para el área de color servicie, en el cual este se lo envía ya con el peso correcto del químico por medio de tubería hasta caer a las vasijas de la máquina de teñido.



**Ilustración 9. Porta filtro de una TONELLO G1 70**

Fuente: (Propia, 2018)

### 3.2.1 Productos Químicos

Las sustancias químicas son combinaciones de átomos de un mismo elemento o de elementos diferentes. Si los átomos combinados son de un mismo elemento, se tienen Sustancias Simples. Si son de elementos distintos, se tienen Sustancias Compuestas (o compuestos químicos). En las sustancias simples todos sus átomos constituyentes tienen el mismo número atómico. (Gallego Picó, Garcinuño Martínez, & Morcillo Ortega, 2013a, p. 100)



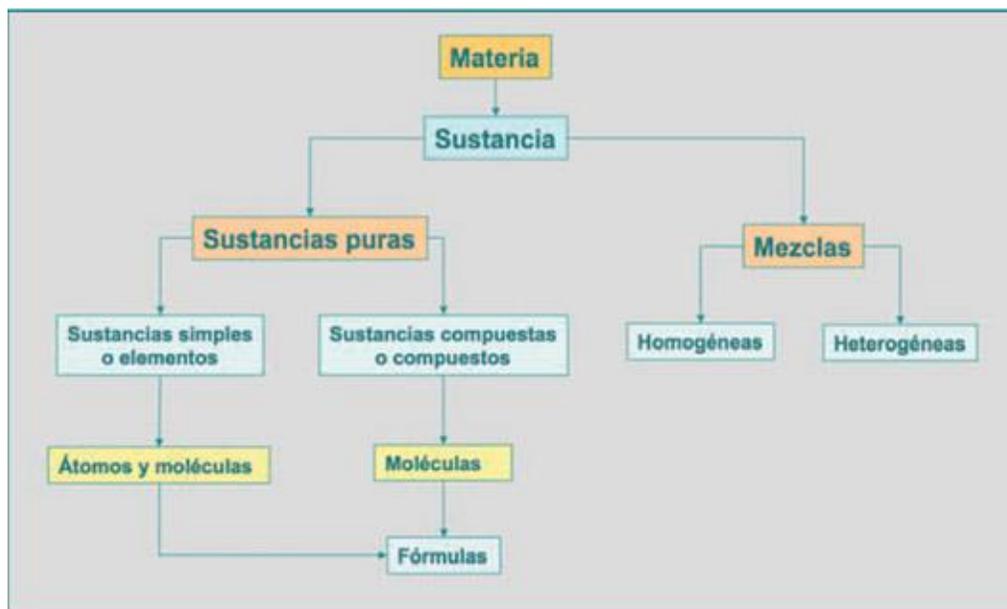
**Ilustración 10. Vasijas para productos químicos TONELLO**

Fuente: (Propia, 2018)

Desde la perspectiva de la Química como ciencia, la materia es todo aquello que se forma a partir de átomos o moléculas, y con la propiedad de encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso. Además de ocupar un volumen, la materia tiene otras propiedades, tales como, masa, energía, presión, temperatura, densidad, etc. (Gallego Picó, Garcinuño Martínez, & Morcillo Ortega, 2013b, p. 99)

### 3.2.2 Composición de la materia

En química, se distinguen varios subtipos de materia según su composición y propiedades. La clasificación de la materia incluye sustancias puras, mezclas, elementos y compuestos, además de átomos y moléculas



**Ilustración 11. Clasificación de la materia**

Fuente: Química básica

#### 1. Sustancia pura

Sustancia pura, o simplemente sustancia en el lenguaje químico, es cualquier tipo de materia homogénea que no se puede descomponer en otras materias de distinta clase por medio de procesos fisicoquímicos sencillos.

Picó (2013) Afirma: "Sustancia pura. Clase particular de materia que se caracteriza por ser un sistema homogéneo que posee composición y propiedades fijas." (Pg. 100)

## 2. Mezclas

Las mezclas se forman al combinar dos o más sustancias puras en proporciones variables, sin que ello ocasione cambios químicos en ellas, es decir, cada sustancia mantiene su identidad y propiedades.

- Mezclas homogéneas: Las mezclas homogéneas tienen la misma composición en toda la muestra por lo que son uniformes, es decir, presentan una sola fase y sus componentes no se perciben a simple vista
- Mezclas heterogéneas: Este tipo de mezcla contiene dos o más sustancias, combinadas de tal forma que cada una conserva su identidad química, y su composición no es uniforme.

## 3. Elementos

Un elemento es cualquier sustancia pura que no puede descomponerse o separarse en otras sustancias más sencillas mediante procedimientos químicos normales o simples. Es el constituyente más sencillo de la materia, constituido por átomos de la misma clase.

## 4. Compuestos

Un compuesto o sustancia compuesta es cualquier sustancia pura formada por combinación de dos o más elementos diferentes unidos químicamente en proporciones fijas, y que pueden descomponerse por métodos químicos en los elementos de los que están constituidos.

### 3.2.3 Aplicaciones de la química en la industria

Los elementos químicos tienen una amplia gama de usos en diferentes áreas ya sea en el hogar o a nivel industrial; a nivel industrial tiene diferentes ramas ya que existen diferentes tipos de industrias (alimenticia, textil, Agrónoma, etc.).

En la industria textil la química ayuda realizando tratamientos con diferentes compuestos sobre la fibra o lana que se utilice para la manufactura textil. Dichos tratamientos sirven para darle mayor resistencia a la tela, mayor durabilidad, para hacerlas más suaves o simplemente para darles color y evitar que se decoloren las prendas con el uso. También existen muchos compuestos sintéticos hoy en día, que se obtienen por reacciones químicas y se utilizan para elaborar telas impermeables entre otras cosas. El desarrollo de la química orgánica de síntesis permitió un gran desarrollo de la industria textil a partir de las anilinas que William Henry Perkins fabricó en 1856. Con el correr de los años se idearon nuevos procedimientos para que permitieron generar otros colorantes de amplio uso.

- En la industria agrónoma son utilizados para la elaboración de abonos sintéticos como una alternativa más eficiente a los abonos naturales
- En la industria textil son utilizados para el tratamiento y teñido de las telas
- Los compuestos activos son muy utilizados como mezclas homogéneas en productos de limpieza para el hogar



**Ilustración 12. Productos químicos para la industria textil**

Fuente: WebAbleDigital

### 3.2.4 Proceso de teñido

Para que se produzca el teñido es necesario que el colorante se una químicamente a la fibra. De ahí la importancia de conocer la relación entre la composición química de la fibra y la del colorante. Un verdadero colorante se adsorbe sobre la fibra, pero un pigmento no. Los sustituyentes polares (como  $-\text{SO}_3\text{H}$  y  $-\text{OH}$ ) juegan un papel primordial al fijar la molécula del colorante sobre la superficie de una fibra también polar por enlaces de hidrógeno. (Esteban Santos, 2008, p. 48)

El teñido de la tela es una de las fases más complejas del proceso productivo pues en ella intervienen una gran diversidad de colorantes y agentes auxiliares de teñido. Se entiende por acabado de un tejido, el tratamiento que recibe según el uso final a que vaya ser destinado, y siempre para mejorar su aspecto y calidad.



**Ilustración 13. Proceso de Teñido**

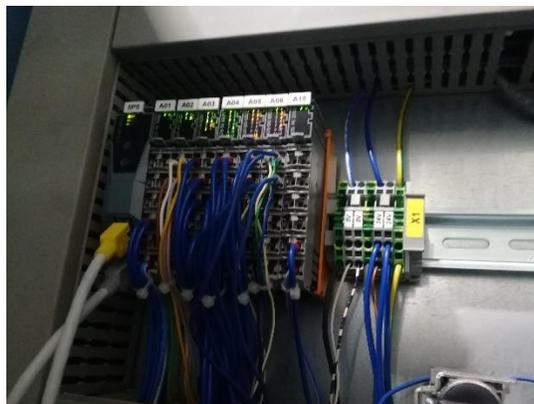
Fuente: (Tesis Nelson Valladares, 2018)

- Acabados generales: son aquellos a los que se someten los tejidos para obtener un determinado aspecto (limpieza, cepillado, secado, etc.)
- Acabados con efecto de superficie: son aquellos que modifican la apariencia y el tacto de los tejidos originando uno nuevo. Suelen hacerse mediante procesos mecánicos o químicos (laminado, arrugado, etc.)
- Acabados químicos: son aquellos que se dan a los artículos para mejorar su calidad y rendimiento, aunque su aspecto no cambie (antideslizante, antipilling, antiestático, antimoho)
- El estampado consiste en la realización de diseños en distintos colores sobre la materia textil. El colorante se aplica localmente hasta formar el diseño.

### 3.3 Controlador lógico Programable

El PLC (Programmable Logic Controller en inglés) es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

Contreras (2009) afirma: "El uso de los PLC en los últimos años ha tenido un gran impacto en la industria. Gracias a los PLC se sustituyeron grandes gabinetes de relevadores por un solo dispositivo mejorando la organización de estos, costos y eficiencia".



**Ilustración 14. Ejemplo de PLC**

Fuente: Propia, 2018

### 3.3.1 Funcionamiento

Una vez puesto en marcha, el PLC entra en modo de operación, ejecuta y repite una serie de pasos en un orden específico según la programación de este.

Antes de entrar en el ciclo de operación el autómata realiza una serie de acciones comunes, que tratan fundamentalmente de inicializar los estados del mismo y chequear el hardware. Estas rutinas de chequeo, incluidas en el programa monitor ROM

### 3.3.2 LOGO!

Es un módulo lógico, es decir, un controlador **programable** permite que, sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo. Pero la palabra clave e importante es programable, que no programado. Por tanto, es necesario programar el LOGO! para que este haga una tarea.

Básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO! Recibe una señal de datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar unos datos de salida. Esto en el mundo real se traduce en unos pulsadores, manetas, sensores etc (datos de entrada), un procesamiento en el LOGO y una activación o no de salidas de relé (datos de salida).



**Ilustración 15. Autómata Programable LOGO!**

Fuente: Siemenslogo.com,2014

### 3.3.3 Módulos DM8 24 ENTRADA Salida



**Ilustración 16. Módulo DM8 24**

Fuente: (soluciones y servicios, 2018)

Villajulca (2012) menciona: "Los módulos de entrada o salida son las tarjetas electrónicas que proporcionan el vínculo entre la CPU del controlador programable y los dispositivos de campo del sistema."

Mediante los módulos DM8 se logra la integración del LOGO! con el entorno ya que por medio de estas módulos se envían y reciben las señales de todo el sistema. Ya que estos transforman las señales digitales y analógicas en pulsos eléctricos que son enviados al CPU del PLC para ser procesados, de igual manera son los encargados de proteger el PLC de cualquier variación en la tensión eléctrica o de algún corto Circuito.

Contreras (2015) nos dice que estas interfaces tienen la simple función de informar a la CPU, de la presencia o ausencia de señal, tensión o corriente, en un circuito, apertura o cierre de un contacto, pulsador, finales de carrera, etc.

De igual manera los módulos de salida permiten que la tensión llegue a los módulos de salida mediante el uso de un relé de salida y un acoplador Óptico. Generalmente los dispositivos de entrada, los de salida y el microprocesador trabajan en diferentes niveles de tensión y corriente. En este caso las señales que entran y salen del PLC deben ser

acondicionadas a las tensiones y corrientes que maneja el microprocesador, para que éste las pueda reconocer. Ésta es la tarea de las interfaces o módulos de entrada o salida.

Nistal (2002) afirma que los módulos analógicos, usualmente, tienen varios canales. La salida del canal puede ser de voltaje o corriente, en algunos módulos se puede seleccionar entre corriente o voltaje”.

### **3.4 CHECKLIST PARA MAQUINARIA TONELLO**

Navarro Elola (1997) nos dice que: La experiencia nos demuestra que cualquier máquina o equipo sufre a lo largo de su vida una serie de degradaciones. Si no las evitamos, o eliminamos una vez aparecidas, el objetivo para el que se crearon no se alcanza plenamente, su rendimiento disminuye y su vida útil se reduce. Esto nos lleva a que cualquier instalación necesitará alguien que la maneje, pero también alguien para poderla reparar. Cuanto más automatizada esté la instalación menos personal de producción necesitaremos, pero, sin embargo, el número de elementos susceptibles de averiarse aumentará. Para poder obtener una tasa de utilización alta, deberemos tener un buen sistema de mantenimiento. (p. 5)



**Ilustración 17. Revisión de los componentes industriales**

Fuente: IAN

El mantenimiento aparece como un conjunto de acciones con el propósito de prolongar el funcionamiento continuo de las instalaciones, reducir costes, alargar la vida útil de cualquier equipo haciendo más rentable su inversión, contribuir a la fabricación de un producto de mayor calidad, evitar cualquier pérdida, etc.

El mantenimiento preventivo es importante ya que se revisa los componentes para una conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad.



**Ilustración 18. Componentes quemados por falso contacto**

Fuente: Constructor Eléctrico, 2015

### 3.4.1 RCM

Como parte de los objetivos de este proyecto, se debe elaborar un plan de mantenimiento para el sistema de seguridad de la maquinaria de teñido TONELLO, en el cual la empresa GILDAN se basa en el RCM o Reliability Centred Maintenance (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad) para la confiabilidad del equipo.

RCM es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial y que presenta algunas ventajas importantes sobre otras técnicas.

RCM es el eje central y se apoya en TPM o Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total) para su desarrollo. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos (García Garrido, 2009, p. 5).

Cuando se habla de RCM o de la implementación de RCM se tiende a pensar en una metodología compleja, farragosa y de difícil aplicación. Nada más lejos de la realidad: con pocos recursos, pero con un buen conocimiento del mantenimiento, instalación, y algo de tiempo se puede desarrollar esta metodología y beneficiarse de sus excelentes resultados. En el mundo de la aviación, por ejemplo, el plan de mantenimiento se diseña aplicando RCM, y para el número de horas de vuelo que acumula la aviación mundial se reportan muy pocos accidentes.

El objetivo fundamental de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM en una planta industrial es aumentar la disponibilidad y disminuir costes de mantenimiento. El análisis de una planta industrial según esta metodología aporta una serie de resultados.

### 3.4.2 Fases del RCM

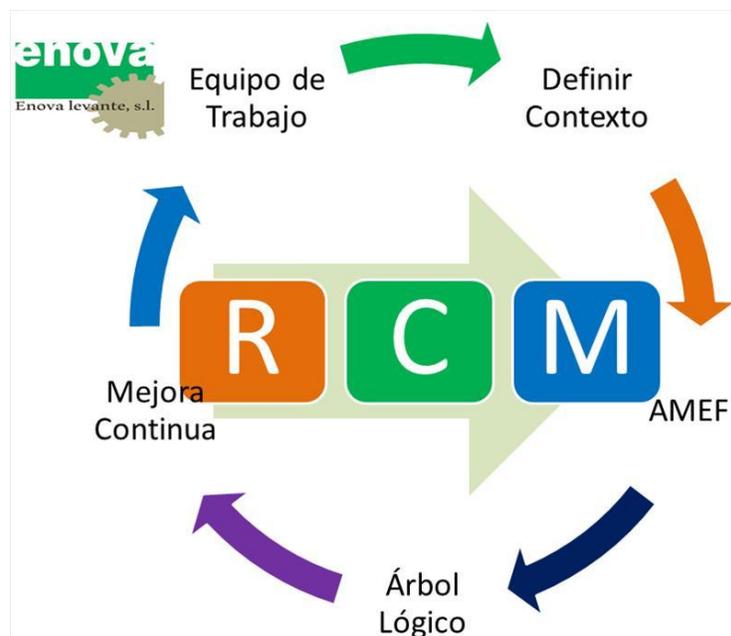
La metodología en la que se basa RCM supone ir completando una serie de fases (véase ilustración 19), para cada uno de los sistemas que componen la planta, a saber:

- Fase 0: Codificación y listado de todos los subsistemas, equipos y elementos que componen el sistema que se está estudiando. Recopilación de esquemas, diagramas funcionales, diagramas lógicos, etc.
- Fase 1: Estudio detallado del funcionamiento del sistema. Listado de funciones del sistema en su conjunto. Listado de funciones de cada subsistema y de cada equipo significativo integrado en cada subsistema.
- Fase 2: Determinación de los fallos funcionales y fallos técnicos.
- Fase 3: Determinación de los modos de fallo o causas de cada uno de los fallos encontrados en la fase anterior.
- Fase 4: Estudio de las consecuencias de cada modo de fallo. Clasificación de los fallos en críticos, importantes o tolerables en función de esas consecuencias.
- Fase 5: Determinación de medidas preventivas que eviten o atenúen los efectos de los fallos.

- Fase 6: Agrupación de las medidas preventivas en sus diferentes categorías. Elaboración del Plan de Mantenimiento, lista de mejoras, planes de formación y procedimientos de operación y de mantenimiento.
- Fase 7: Puesta en marcha de las medidas preventivas.

El mantenimiento centrado en fiabilidad se basa en el análisis de fallos, tanto aquellos que ya han ocurrido, como los que se están tratando de evitar con determinadas acciones preventivas como por último aquellos que tienen cierta probabilidad de ocurrir y pueden tener consecuencias graves.

El mantenimiento del resto de los equipos se elabora atendiendo a las recomendaciones de los fabricantes y a la experiencia de los técnicos y responsables de mantenimiento. En el mejor de los casos, sólo se estudian sus fallos y sus formas de prevenirlos después de que éstos se produzcan, cuando se analizan las averías sufridas en la instalación, y se hace poca cosa por adelantarse a ellas (Romero Gómez, 2012, p.56).



**Ilustración 19. Pasos de RCM**

Fuente: Enovalevante, 2017

## **IV. METODOLOGIA**

### **4.1 Variable de Investigación**

Las variables de investigación para cualquier desarrollo de una investigación o ensayo científico o técnico son aquellos valores, mediciones o factores cuantificables se definen como variables que influyen en una tesis.

Según Rojas (2000), una variable puede estar presente o ausente en individuos o grupos, puede presentarse con matices distintos y en distintos grados o medidas.

Tena Suck & Turnbull Plaza (2001) enuncian: "La palabra 'variable' es gramaticalmente un adjetivo, no un sustantivo. Es decir, califica a algo diciéndonos que varía. Es prudente preguntarnos qué es este algo que varía. La respuesta más aceptable es que nos estamos refiriendo a características o categorías variables" (p.120).

#### **4.1.1 Variables Independiente**

- Procedimiento de proceso de secado.
- Procedimiento de proceso de teñido.
- Cantidad de personal para realizar los mantenimientos.

#### **4.1.2 Variables Dependientes**

- Temperatura.
- Tamo.
- Eficiencia del departamento de mantenimiento.

### **4.2 Población y Muestra.**

Mediante entrevistas a los técnicos, y haciendo uso de los manuales eléctricos y manuales operativos, se trabajó para la instalación correcta de las secadoras LAVATEC.

### **Población:**

Como población se tomó a los 6 técnicos encargados de la instalación eléctrica, neumática y mecánica de las 4 secadoras LAVATEC, 3 técnicos mecánicos para la instalación del filtro y un técnico eléctrico para el sistema de checklist de la maquina TONELLO.

### **Muestra:**

Una vez definida la población sobre la cual se enfocará el estudio se procedió a obtener una muestra de la misma, para ello se consideró un porcentaje de error de 5%, se debe tener en cuenta que entre más bajo sea dicho porcentaje más exacta será nuestra muestra.

Se determinó como muestra para la limpieza de las mallas en las secadoras la cantidad de tiempo necesario para el secado y la temperatura que alcanza cada proceso de secado mediante el tiempo que muestra la pantalla del PLC, dando los siguientes resultados:

El tiempo para el secado para un buggie de 250 kg es de 50 minutos por cada secadora, mientras que el tiempo enfriamiento de la ropa es de 12 minutos lo que supone un tiempo total de 1 hora y 2 minutos, por lo que el tiempo de respuesta para la maquinas se ve afectado si hay otra máquina en espera para iniciar el proceso, sin embargo, este tiempo puede ser afectado por factores como la cantidad de operarios en el área de secado.

Se determinó como muestra para la limpieza del filtro en las teñidoras la cantidad de tiempo de descarga de agua para la limpieza del tamo mediante el tiempo que muestra la pantalla del PLC.

## **4.3 Técnicas e Instrumentos Aplicados**

Las técnicas que se emplearon para obtener la información fueron las siguientes:

### **4.3.1 Observación**

Esta técnica fue la primera utilizada para la recolección de los datos de investigación. Mediante esta técnica se pudieron determinar los distintos problemas que se presentan una mala instalación eléctrica y mecánica, durante la observación se determinó la mejor forma

de realizar la limpieza tanto en las secadoras como en el filtro de las teñidoras, finalizando con la obtención de los resultados en la fase de prueba de temperatura y envió de vapor con lo que respecta a las secadoras.

#### 4.3.2 La entrevista

Esta técnica fue de gran ayuda para realizar las preguntas a los supervisores encargados del proyecto para tener en claro las actividades que se tenían que realizar y despejar dudas con respecto al trabajo a realizar. Dicha técnica fue especialmente importante en la fase de arranque y pruebas ya que se tuvo que realizar la configuración y montajes principales del sistema para posteriormente poder realizar las pruebas de medición de temperatura. De igual manera fue de gran ayuda para lograr una comunicación exitosa con los técnicos, supervisores y mi persona.

#### **4.4 Fuentes de Información**

Son todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia. (Maria Silvestrini y Jacqueline Vargas 2008)

Se denominan fuentes de información a cualquier origen de información susceptible de ser representado mediante una señal analógica o digital. Una fuente de información se refiere a informaciones recogidas de manera consciente por individuos u organizaciones el fin de poder controlar, monitorizar o documentar hechos relevantes para los individuos o las sociedades humanas. El objetivo es poder procesar, almacenar o transmitir la información que supone las alteraciones del medio. Así como otros diversos tipos de documentos que contienen datos útiles.

Para la implementación de mejoras al departamento de mantenimiento las principales fuentes de información fueron entrevistas con los supervisores de mantenimiento, técnicos del área de teñido y entrevista con la asistente de mantenimiento. Se hizo uso de los manuales de la maquinaria en general para la recolección de datos técnicos de la maquinaria.

## 4.5 Cronograma.

Actividad	Semana									
	WK 1	WK 2	WK 3	WK 4	WK 5	WK 6	WK 7	WK 8	WK 9	WK 10
Limpieza de Secadoras										
Investigacion del proceso										
Elaboracion del programa										
Pruebas en las secadoras										
Lavado automatizado de filtros										
Investigacion del proceso										
Elaboracion del Diseño del filtro										
Checklist componentes TONELLO										
Recopilacion de datos										
Investigacion de los componentes										
Realizar checklist del sistema										

**Ilustración 20. Cronograma de actividades**

Fuente: (Propia, 2018)

## **V. RESULTADOS Y ANALISIS**

Domínguez (2015) afirma: "Explica los resultados obtenidos teniendo en cuenta el marco referencial (antecedentes y las bases teóricas de la investigación" (p.72).

### **5.1 Sistema de limpieza de las secadoras LAVATEC**

Los resultados obtenidos con la automatización de la limpieza de las Secadoras LAVATEC fueron resultados positivos ya que se instaló de manera correcta el sistema de limpieza y el sistema eléctrico, el proyecto tiene la capacidad de secar 1200 kg de prendas por las 4 máquinas LAVATEC (Secadora 22, 23, 24 y 25) al mismo tiempo, se verifico el sistema mecánico y la revisión de la temperatura.

#### **5.1.1 Montaje del LOGO**

Se realizó el montaje del logo en el cual el autómeta controlara las señales del blower, damper y el barrido (Aire comprimido) mediante tiempo, mediante los siguientes parámetros:

- Blower= Se encenderá cuando reciba una señal de 21VDC en la entrada I1 durante 5 min luego se pagará durante 2 con 40 seg.
- Damper= Es la compuerta de descarga de la secadora se activará mediante pistones durante 1 min.
- Barrido= Es la flauta en el cual circula el aire comprimido, que esta expulsa mediante una señal del logo para limpiar la malla.



**Ilustración 21. Instalación del logo en el panel eléctrico de la secadora LAVATEC**

Fuente: Propia, 2018

Como se aprecia en la ilustración 22 fue tomada antes de las modificaciones, donde se muestra que no realiza una limpieza uniforme.



**Ilustración 22. Malla lateral de la secadora LAVATEC**

Fuente: Propio, 2018

Se realizó la limpieza de la malla antes de prueba para que durante el proceso de secado verificar la limpieza en las mallas y comprobar que el secado se realiza de forma correcta. como se aprecia en la ilustración 23.



**Ilustración 23. Limpieza de malla para la prueba**

Fuente: Propia, 2018

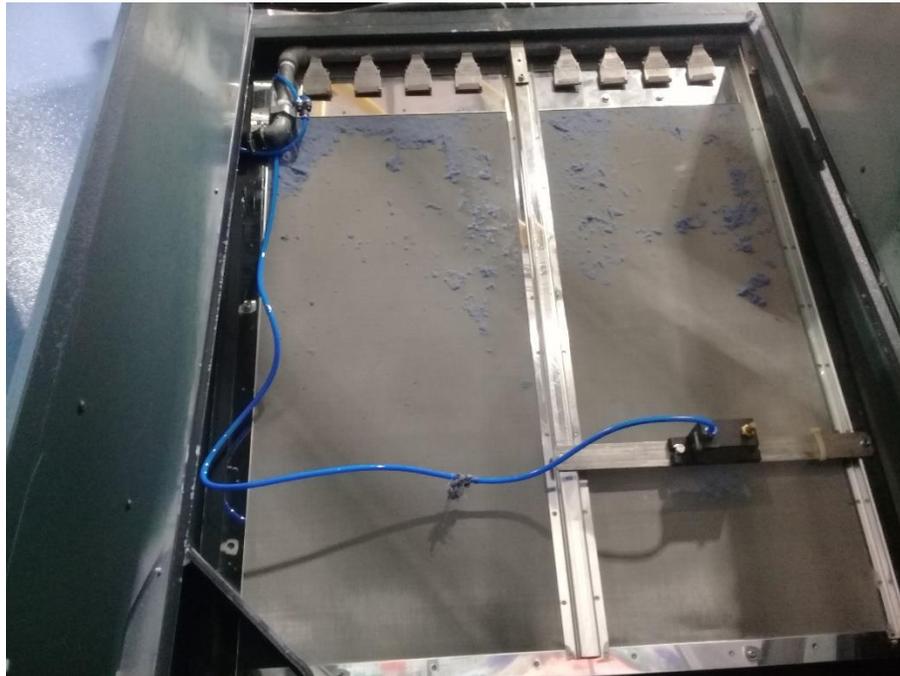
Se revisó la malla segundos después de realizar el barrido para verificar que hizo la limpieza correctamente en el #lote: 13532310 Peso:79Kg (Véase ilustración 24).



**Ilustración 24. Limpieza en la secadora LAVATEC**

Fuente: Propia, 2018

Se revisó la malla segundos después de realizar el barrido para verificar que hizo la limpieza correctamente en el #lote: 13546144 Peso:92Kg (Véase ilustración 25)

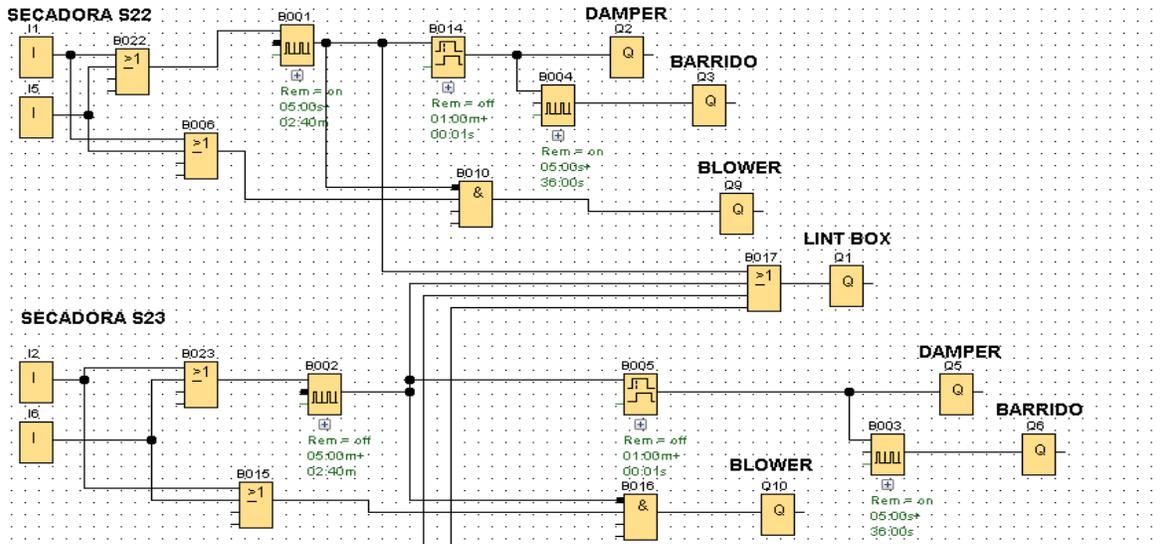


**Ilustración 25. Limpieza en la secadora LAVATEC**

Fuente: Propia, 2018

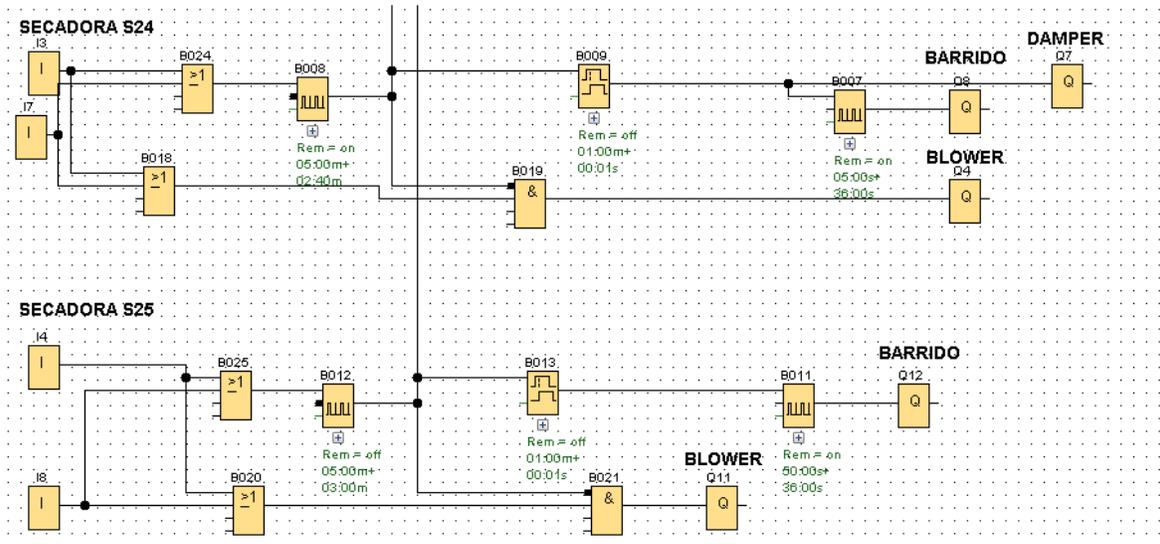
### **5.1.2 Programación para el sistema de limpieza**

Como se aprecia en la ilustración 26 y 27, se muestra la programación en bloques en el autómata logo donde maneja las señales del blower, lint box, damper y el barrido.



**Ilustración 26. Programa de las secadoras 22 y 23**

Fuente: Propia, 2018



**Ilustración 27. Programa de las secadoras 24 y 25**

Fuente: Propia, 2018

### 5.1.3 Prueba Sensor IR vs PT100

Se realizó una comparación de temperatura del sensor infrarrojo vs PT100. En esta prueba se utilizó el programa #5 que se utiliza normalmente para los procesos de secado con CPD, tal programa consta de los siguientes parámetros:

Parámetros del programa #5:

- Drying Time: 45 minutos
- Cooling Time: 12 minutos
- Inlet Temperature: 320 °F
- Outlet Temperature: 216 °F
- Cooling Temperature 120 °F
- Reversing Time: 60 segundos
- Unloading Time 60 segundos
- Drying Temperature: 174 °F

Para realizar la prueba se utilizó un lote de 65 Kg color "Royal Blue" y se instaló el sensor PT100 en la secadora 11. Al inicio, la temperatura del sensor PT100 fue de 105 °F mientras que el sensor Infrarrojo mostro 91 °F (véase ilustración 28).



**Ilustración 28. Prueba de la PT100 de la Secadora**

Fuente: Propia, 2018

Se procedió a realizar una medición cada 5 minutos. A los 5 minutos de iniciar el programa, la temperatura interna del ceso llego a los 180 °F (véase ilustración 29). mientras que el Sensor IR llego a 117 °F.



**Ilustración 29. Medición, luego de 5 minutos**

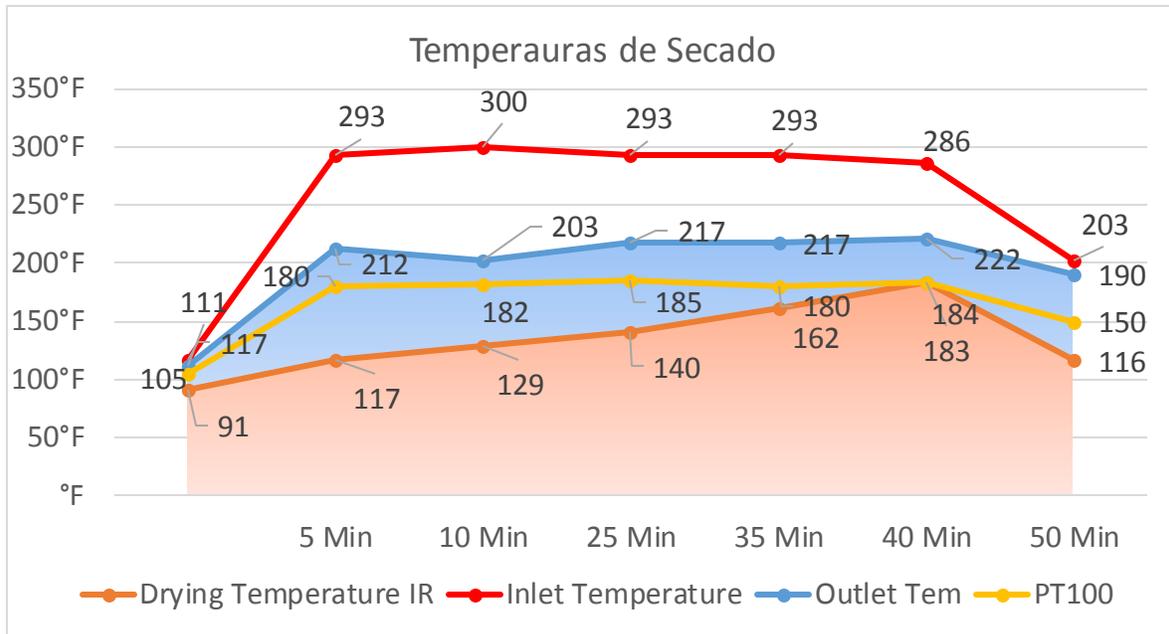
Fuente: Propia,2018



**Ilustración 30. Prueba de 10 minutos**

Fuente: Propia, 2018

Se puede observar que la maquina logra mantener una temperatura promedio de 182°F mientras que, la temperatura del Sensor IR, se muestra que aumenta respecto al tiempo (véase ilustración 30).



**Grafica 1. PT100 vs Sensor IR**

Fuente: Propia, 2018

Como se muestra en el grafico 1, el sensor PT100 inicio con 105 °F, después de 5 minutos alcanzó 212 °F hasta mantenerse constante durante todo el proceso de secado. Al llegar a la temperatura máxima, se efectúa una transferencia de calor donde la prenda húmeda, llega a la temperatura que mantiene el cesto (184 °F), en esa etapa la prenda se secó.

La grafica nos ayuda a visualizar datos inexactos ya que, si nos muestra valores bajos, la prenda estará húmeda por lo que entraría a un reproceso perdiendo tiempo en producción y si se muestran valores muy elevado la prenda se tostaría perdiendo el lote de prenda.

## **5.2 SISTEMA DE LAVADO DE FILTRO PARA MAQUINARIA TONELLO.**

Los resultados obtenidos con la automatización de lavado de filtro para las maquinas TONELLO fueron resultados positivos ya que se instaló de manera correcta el sistema de limpieza y el sistema eléctrico.

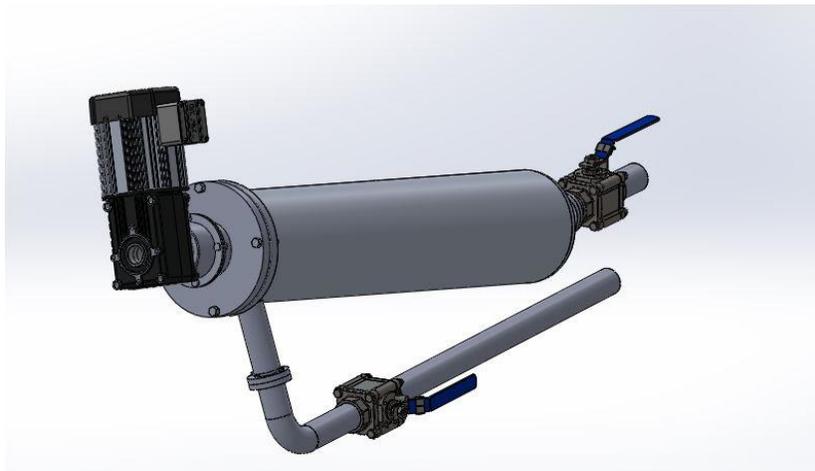
Como se aprecia en la ilustración 31, se desmonto el filtro de fábrica de la máquina, para realizar las mediciones, con el fin de realizar el diseño mediante el programa SOLIDWORK para las modificaciones se realizarán.



**Ilustración 31. Filtro de limpieza de tamo TONELLO**

Fuente: Propia, 2018

Mediante el programa SOLIDWORK (Véase ilustración 32) se realizó el diseño del filtro con el motorreductor con el fin que el proveedor tenga un boceto para realizar las modificaciones necesarias y entregarlo a la empresa.



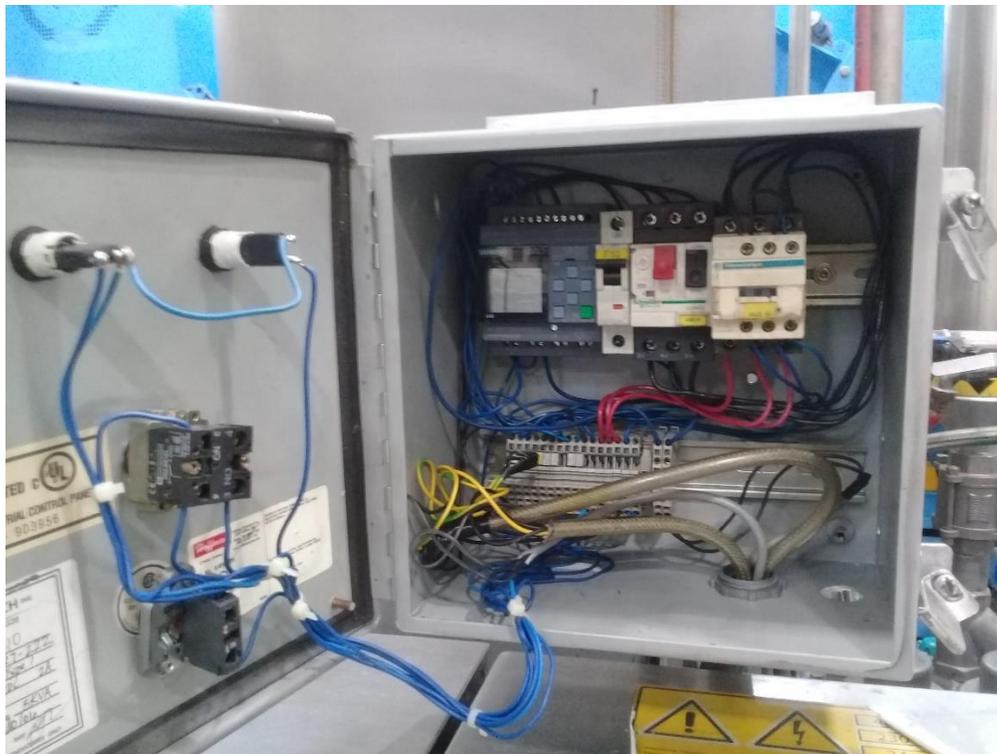
**Ilustración 32. Diseño del filtro TONELLO**

Fuente: Propio, 2018

### 5.2.1 Instalación del panel eléctrico.

Se instaló el panel eléctrico en el cual un autómata controlaría mediante tiempos que controlaría el sistema de lavado, el panel cuenta con los siguientes componentes:

- GUARDAMOTOR GV2ME10 6.5 A
- CONTACTOR LC1D12
- 15 Borneros
- 2 selectores
- 2 luz Piloto
- Botón de Emergencia
- Mini Breaker 1 A
- Logo 12/24rce



**Ilustración 33. Instalación eléctrica del sistema de limpieza**

Fuente: Propia, 2018

## 5.2.2 Programación Logo

Se realizó la programación donde la entrada I1 será la señal que se active cuando este en la etapa de descargado y realizara la limpieza durante 20s, la programación tiene la opción de pasar en estado manual para que el operario y técnico tenga esa opción.



### **5.3 CHECKLIST PARA MAQUINARIA TONELLO**

Se realizó un checklist para la maquinaria TONELLO G1 510, 70, 200 en GILDAN HOSIERY FACTORY se creó un plan de mantenimiento basado en RCM (mantenimiento basado en la confiabilidad) para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y evitar tiempos muertos en la producción por paros inesperados de la máquina y la protección del mismo personal.

Para la creación del Checklist basado en RCM se verifico la lista de componentes y su función (véase tabla 3, 4 y 5).

Una vez sabiendo cómo funciona y cuáles son los componentes del sistema, se procedió a la creación de una rutina de mantenimiento (Checklist), Mensual, ya que se determinó que la frecuencia mensual serían las más indicadas para el sistema puesto que este no requiere de mantenimiento invasivo. La rutina de mantenimiento mensual permitirá realizar un mantenimiento más profundo donde se reajustará la maquina a los valores de fábrica, de esta manera mantener el sistema en óptimas condiciones de trabajo, se verifico con los supervisores y el jefe de mantenimiento y se determinó que el mantenimiento mensual de las máquinas de teñido TONELLO se realizara en 30 min aproximadamente y con dos técnicos realizando dicho mantenimiento.

**Tabla 3. CHECKLIST TONELLO G1 510**

HOSIERY FACTORY (RN3)													
		RUTINA DE MANTENIMIENTO RCM CHECKLIST G1 510 3P											
No. Semana _____			Maquina _____			Descripción de Actividades							
Fecha _____			Hora de Inicio _____			Verificar el estado del componente							
Nombre de Tecnico _____			Hora Final _____			Resoque de las terminales							
						Verificar el estado del cableado							
#	Items	Descripcion	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T17	T18	T19	T20	T21
1		Modulo Schneider XPSMCM CP0802											
2		RELE WEIDMULER RCI424AC4/24 VDC											
3		CONTACTOR LP1K09											
4		GUARDAMOTOR Schneider GV2ME10											
5		GUARDAMOTOR Schneider GV2ME08											
6		CONTACTOR LC1D12											
7		GUARDAMOTOR Schneider GV2ME16											
8		Contactor LP1K06 10BD NO											
9		BREAKER PRINCIPAL											
10		MINIBREAKER PLN4-C2/1N SWITCH 4A											
11		MINIBREAKER PLN4-C6/1N SWITCH 6A											
12		MINIBREAKER PLS4-C4/1N											

Fuente: Propia, 2018

**Tabla 4. CHECKLIST TONELLO G1 200**

HOSIERY FACTORY (RN3)												
		RUTINA DE MANTENIMIENTO RCM										
CHECKLIST G1 200												
No. Semana _____			Maquina _____			Descripcion de Actividades						
Fecha _____			Hora de Inicio _____			Verificar el estado del componente						
Nombre de Tecnico _____			Hora Final _____			Resoque de las terminales						
						Verificar el estado del cableado						
#	Items	Descripcion	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	T31
1		Módulo Schneider XPSAF5 130										
2		RELE WEIDMULLER RCI424AC4/24 VDC										
3		CONTACTOR LP1K09										
4		GUARDAMOTOR Schneider GV2ME10										
5		GUARDAMOTOR Schneider GV2ME08										
6		Relay Weidmuller DRM 570024LT										
7		GUARDAMOTOR Schneider GV2ME16										
8		Contacto LP1K06 10BD NO										
9		BREAKER PRINCIPAL										
10		MINIBREAKER PLN4-C2/1N SWITCH 4A										
11		MINIBREAKER PLN4-C6/1N SWITCH 6A										
12		MINIBREAKER PLS4-C4/1N										

Fuente: Propia, 2018

**Tabla 5. CHECKLIST TONELLO G1 70**

GILDAN HOSIERY FACTORY (RN3)													
		RUTINA DE MANTENIMIENTO RCM											
CHECKLIST G1 70													
No. Semana _____			Maquina _____			Descripcion de Actividades							
Fecha _____			Hora de Inicio _____			Verificar el estado del componente							
Nombre de Tecnico _____			Hora Final _____			Resoque de las terminales							
Verificar el estado del cableado													
#	Items	Descripcion	T32	T33	T34	T35	T36	T37	T38	T39	T40	T41	T42
1		Módulo Schneider XPSAF5 130											
2		RELE WEIDMULLER RCI424AC4/24 VDC											
3		Schneider Timing Relay RE22R1MYMR											
4		GUARDAMOTOR Schneider GV2ME03											
5		GUARDAMOTOR Schneider GV2ME08											
6		Relay Weidmuller DRM 570024LT											
7		MINIBREAKER PLN4-C4/1N											
8		Contactora LP1K06 10BD NO											
9		BREAKER PRINCIPAL											
10		Guardamotor Schneider GV2ME04											
11		MINIBREAKER PLN4-C6/1N SWITCH 6A											
12		MINIBREAKER PLS4 C4/1N											

Fuente: Propia, 2018

## VI. CONCLUSIONES

Ramírez Vilegas (2015) indica que las conclusiones de un trabajo son una sección o capítulo final de reducidas dimensiones, donde el autor sintetiza todo lo expuesto hasta ese punto, de modo tal que resulten destacados los aspectos más importantes de lo desarrollado anteriormente.

- Se realizó un checklist de los componentes de seguridad basado en RCM para asegurar el correcto funcionamiento del sistema eléctrico en todas las máquinas de teñido TONELLO (G1 510, G1 200, G1 70).
- Se hicieron pruebas del funcionamiento del sistema de limpieza de las secadoras LAVATEC mediante un autómatas programable (LOGO), realizando la limpieza cada 5 minutos con resultados positivos.
- Se realizó el diseño de un sistema de lavado automatizado de filtros para la maquinaria de teñido TONELLO mediante el programa SolidWork y se instaló el panel eléctrico del sistema de lavado.

## VII. RECOMENDACIONES

Para la Empresa:

- Implementar un inventario de bodega para repuestos para futuras reparaciones de la secadora LAVATEC.
- Implementar un mantenimiento mensual para el sistema del filtro de lavado de tamo y una revisión exhaustiva para reducir posibles fallas en el futuro.

Para la Universidad:

- Realizar visitas académicas a distintas empresas para que el estudiante vaya observando los procesos y se ambiente de un lugar de trabajo.
- Mejoramiento de los laboratorios y talleres equipándolos con las herramientas necesarias, para que el estudiante sepa usarlos de manera correcta.

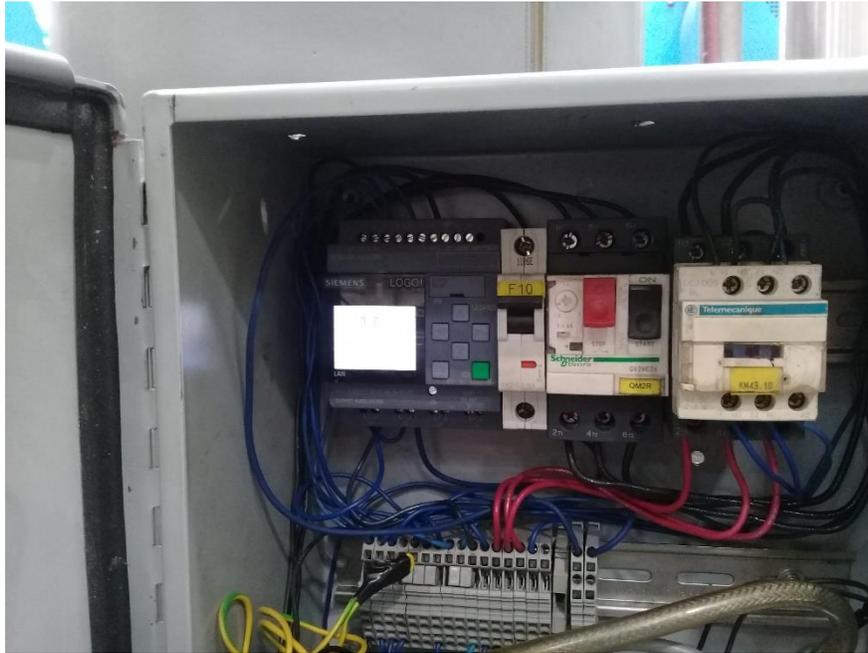
## BIBLIOGRAFIA

- FUNDARHRSE. (2017, Marzo 22). Buenas prácticas responsables. Recuperado de <http://fundahrse.org/buenas-practicas-responsable/gildan/>
- Sampieri, R. Collado, C., & Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (5a ed.). México: McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A de C.V.
- Vaillant, Y. L. (2010). *Implementación del control y supervisión de la planta de recuperación de CO2 de la cervecería Antonio Díaz Santana*. Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Rosenberg, J., Epstein, L., & Krieger, P. (2009). *Química* (9a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Bueche, F., & Hecht, E. (2007). *Física General* (10a ed.). México: McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A de C.V.
- Mayne, J. (2003). Sensores, Acondicionadores y Procesadores de señal sílica. Recuperado de <http://www.tecnologiaycultura.net/docs/Sensores.pdf>
- Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores: Aplicaciones con Arduino*. Distrito Federal, México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4569609>
- Pallas, R. (2007). *Sensores y Acondicionadores de Señal* (4a ed.). Marcombo.
- Kirk, F. W., Weedon, T. A., & Kirk, P. (2005). *Instrumentation*. Orland Park: American Technical Publishers, Inc.
- Nistal, F. J. (2002). *Automatismos eléctricos* (3a ed.). España: Thomson Editores.
- Sole, A. C. (2007). *Neumática e Hidráulica* (1a ed.). España: Marcombo.

- Gallego Picó, A., Garcinuño Martínez, R. M., & Morcillo Ortega, M. J. (2013b). Química básica. Madrid, SPAIN: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3216606>
- Gallego Picó, A., Garcinuño Martínez, R. M., & Morcillo Ortega, M. J. (2013a). Química básica. Madrid, SPAIN: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3216606>
- Esteban Santos, S. (2008). Química y cultura científica. Madrid, SPAIN: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3198659>
- Contreras, J. (2015). Importancia de los PLC. Recuperado de <http://jesusconl1.blogspot.com/2015/10/importacion-de-los-plc.html>
- Villajulca, J. C. (2012, septiembre 12). Instrumentación y Control. Recuperado de <https://instrumentacionycontrol.net/estructura-de-un-plc-modulos-o-interfaces-de-entrada-y-salida-es/>
- Navarro Elola, L., Pastor Tejedor, A. C., & Mugaburu Lacabrera, J. M. (1997). Gestión integral de mantenimiento. Barcelona, SPAIN: Marcombo. Recuperado a partir de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3185475>
- García Garrido, S. (2009). *La contratación del mantenimiento industrial: procesos de externalización, contratos y empresas de mantenimiento*. Madrid, SPAIN: Ediciones Díaz de Santos. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3196541>

- Romero Gómez, S. (2012). *Mantenimiento preventivo de instalaciones frigoríficas*. Málaga, España: IC Editorial. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3211350>
- Rojas, R. (2000). *Guía para realizar investigaciones sociales* (4a ed.). México: Plaza y Valdes, P y V Editores.
- Tena Suck, A., & Turnbull Plaza, B. (2001). *Manual de Investigación Experimental: Elaboración de Tesis*. Distrito Federal, México: Plaza y Valdes, P y V Editores. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3220960>
- Dominguez, J. B. (2015). *Manual de Metodología de la Investigación Científica* (3a ed.). Perú: Gráfica Real S.A.C.

## ANEXO



**Ilustración 34. Panel en funcionamiento para el sistema de lavado del filtro**

Fuente: Propia, 2018



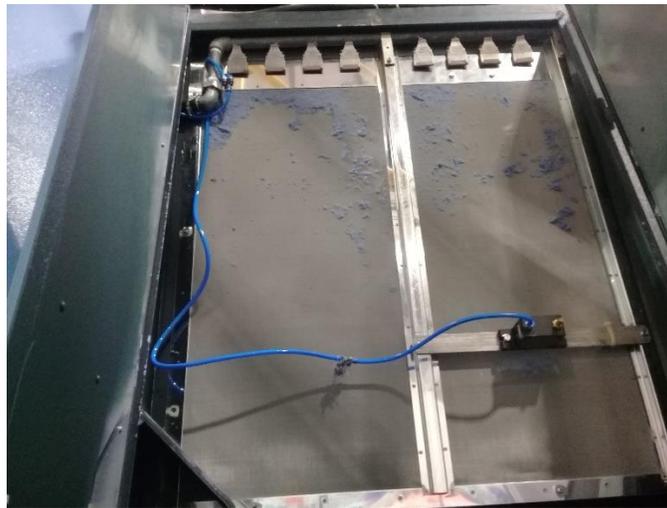
**Ilustración 35. Secadoras Lavatec en el cual se hicieron las modificaciones**

Fuente: Propia, 2018



**Ilustración 36. Malla lateral de la secadora lavatec**

Fuente: Propia, 2018



**Ilustración 37. Modificaciones realizadas en las mallas laterales**

Fuente: Propia, 2018



**Ilustración 38. TONELLO donde se realizaron el checklist del panel eléctrico.**

Fuente: Propia, 2018