



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL, RLA MANUFACTURING

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

212411121 HEBER DANIEL VELÁSQUEZ RIVERA

ASESOR: ING. ALBERTO CARRASCO

CAMPUS SAN PEDRO SULA; JULIO, 2019

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe se ha elaborado con el fin de puntualizar el desarrollo de la práctica realizada para optar al título de Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC).

En esta práctica profesional realizada en RLA Manufacturing, se ha realizado un proyecto de automatización para la alineación automática de cilindros de tela en secadoras industriales el cual ha ayudado a disminuir la carga de trabajo de operadores. Se han integrado los conocimientos adquiridos en la carrera para el ensamblado e integración de un panel de control para las maquinas volteadoras de tela sustituyendo controles de mando, ayudando a incrementar la eficiencia energética e incrementar la seguridad industrial al disminuir el riesgo de incendios en esta área. Con la tecnología de termografía se han analizado los ductos de las unidades de recuperador de calor ubicadas en las secadoras de tela industrial para encontrar fugas de calor que impactan este proceso y su eficiencia.

En esta práctica profesional no solo se ha logrado aplicar conocimientos adquiridos en la universidad, sino que se han adquirido nuevas habilidades y mucha experiencia en el mundo laboral incluyendo conocimiento sobre los procesos que implican realizar un producto textil de calidad. Estos nuevos conocimientos han estimulado a la adquisición de nuevas competencias técnicas y profesionales que han favorecido de gran manera la integración a la vida laboral y un buen desempeño en esta.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	11
II.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	12
2.1	Descripción de la empresa.....	12
2.2	Descripción del departamento	12
2.3	Objetivos de puesto.....	12
2.3.1	Objetivo general	12
2.3.2	Objetivos específicos.....	13
III.	MARCO TEÓRICO.....	14
3.1	Transferencia de calor	14
3.1.1	Transferencia de calor por conducción.....	14
3.1.2	Transferencia de calor por convección	15
3.1.3	Transferencia de calor por radiación.....	16
3.2	Termografía infrarroja	16
3.3	Controlador lógico programable.....	18
3.3.1	Clasificación de los plc	19
3.3.1.1	Clasificación según su construcción.....	19
3.3.1.2	Según sus entradas y salidas.....	20
3.4	Tipos de señal entradas.....	20
3.5	Sensores de proximidad.....	23
3.5.1	Sensores ultrasónicos.....	24
3.5.2	Sensores fotoeléctricos.....	25

3.6	Automatismos eléctricos	27
3.6.1	Tablero eléctrico	28
3.6.2	Canales protectoras.....	28
3.6.3	Pulsadores	29
3.6.4	Selectores	30
3.6.5	Bobinas	30
3.6.6	Transformadores de control.....	30
3.6.7	Relés de control	31
3.6.8	Relés temporizadores.....	32
3.6.9	Fusibles	32
3.6.10	Relés de sobrecarga	33
3.6.11	Elementos de señalización.....	34
3.6.12	Variadores de frecuencia	34
IV.	DESARROLLO	36
4.1	Descripción del trabajo desarrollado.....	36
4.2	Cronograma de actividades.....	38
V.	CONCLUSIONES	41
VI.	RECOMENDACIONES	42
VII.	BIBLIOGRAFÍA	43
VIII.	ANEXOS	47
	Anexo 1- Forma incorrecta de alimentación de tela	47

Anexo 2- Forma correcta de alimentación de tela.....	47
Anexo 3- Programación para sistema de alineamiento automático	48
Anexo 4- Diagrama eléctrico de alineador de tela automático.....	48
Anexo 5- Instalación de sensor en límite inferior	49
Anexo 6- Instalación de sensor en límite inferior	49
Anexo 7- Instalación de sensor en límite inferior	50
Anexo 8- Instalación de sensor en límite superior	50
Anexo 9- Instalación cinta reflectiva.....	51
Anexo 10- Instalación de canaletas y variadores de frecuencia en panel.....	51
Anexo 11- Instalación de botonera y pantalla HMI en panel	52
Anexo 12- Instalación y cableado de componentes de control en panel	52
Anexo 13- Cableado de circuito de potencia y variadores en panel	53
Anexo 14- Datos de placa para parametrización de motor de 50 HP	53
Anexo 15- Datos de placa para parametrización de motor de 30 HP	54
Anexo 16- Datos de placa para parametrización de 1 HP	54
Anexo 17- Cámara termográfica FLIR I7.....	55
Anexo 18- Imagen termográfica de ducto de aire precalentado	55
Anexo 19- Fuga en unión de ducto de salida de aire caliente	56
Anexo 20- Fuga en compuerta de ducto de salida de aire caliente	56
Anexo 21- Fuga por conductividad en unidad de recuperación de calor	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Logo de Fruit of the Loom, inc.	12
Ilustración 2- Conducción en gases, líquidos y sólidos	15
Ilustración 3- Imagen de infrarrojo en unidades de refrigeración.....	17
Ilustración 4- FLIR I7	17
Ilustración 5- PLC Logo!	19
Ilustración 6- Diagrama eléctrico de sensor con salida analógica.....	22
Ilustración 7- Diagrama de bucle analógico de corriente.....	23
Ilustración 8- Tipos de sensores de nivel y proximidad.....	24
Ilustración 9- Funcionamiento de sensor ultrasónico	25
Ilustración 10- Funcionamiento de sensor óptico por barrera.....	26
Ilustración 11- Funcionamiento de sensor óptico retro reflectivo.....	27
Ilustración 12- Funcionamiento de sensor óptico difuso.....	27
Ilustración 13- Tablero eléctrico utilizado en máquinas volteadoras.....	28
Ilustración 14- Canaleta para cableado eléctrico	29
Ilustración 15- Tipos de pulsadores	29
Ilustración 16- Selector de tres posiciones.....	30
Ilustración 17- Transformador seco totalmente cerrado marca Eaton	31
Ilustración 18- Relé	31

Ilustración 19- Fusible de cartucho.....	33
Ilustración 20- Variador de frecuencia de 50 HP marca Schneider Electric	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Nivel lógico en un bucle de corriente	22
Tabla 2- Parámetros básicos por configurar en variadores de frecuencia.....	35
Tabla 3- Cronograma de actividades semana 1-3	38
Tabla 4- Cronograma de actividades semana 4-6	39
Tabla 5- Cronograma de actividades semana 7-10.....	40

GLOSARIO

1. **Controlador lógico programable:** Es un dispositivo electrónico utilizados para controlar de forma automática distintos procesos o máquinas.
2. **Variador de frecuencia:** Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.
3. **Sensor:** En la industria es un objeto capaz de variar una propiedad ante magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas con un transductor en variables eléctricas.
4. **Actuador:** Es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.
5. **Eficiencia energética:** Es el uso eficiente de la energía, de manera de optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía, utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios
6. **Motor eléctrico:** es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.
7. **Sistema de control:** es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados.
8. **Panel eléctrico:** en él se protegen cada uno de los distintos circuitos en los que se divide la instalación a través de fusibles, protecciones magnetotérmicas y diferenciales.
9. **Intercambiador de calor:** Es un dispositivo que transfiere parte del calor de un fluido caliente a un fluido frío.
10. **Termografía:** Es una técnica que permite determinar temperaturas a distancia y sin necesidad de contacto físico con el objeto a estudiar.

I.INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se describirán las actividades diarias que se ejecutarán a lo largo de la práctica profesional en la relación con la carrera ingeniería en mecatrónica.

Esta práctica profesional será desarrollada en RLA Manufacturing, una empresa enfocada en el área textil que cuenta con un equipo capacitado de profesionales en diversas áreas con un enfoque a la eficiencia junto a un compromiso de calidad y servicio.

En la actualidad, tener un departamento que se dedique a mejorar continuamente los procesos se traduce en reducción de costes y tiempo, dos factores básicos en cualquier estrategia que persiga el crecimiento de una organización. El resultado de aplicar procesos de mejora continua será un producto mejorado, más competitivo y que responda mucho mejor a las exigencias del cliente.

Esta práctica será realizada en el departamento de mejora continua del área de acabado como asistente de proyectos de mejora. Los roles del departamento son planificar, diseñar e implementar mejoras con la finalidad de asegurar el mejor desempeño de sistemas relacionados con la producción y gerencia de bienes y servicios.

Como parte de esta práctica se podrán realizar actividades que contribuirán a la mejora de los diferentes procesos de secado y volteado de tela en el área de acabado por medio del análisis, desarrollo e implementación de proyectos de mejora en estos procesos.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

RLA Manufacturing es una compañía textilera subsidiada por Fruit of the Loom, con Berkshire Hathaway Inc. como empresa matriz. Esta compañía se dedica a la manufactura textil enfocada a la producción moldes de tela para ropa de deporte que es exportada hacia México, Estados Unidos y El Salvador. RLA Manufacturing tiene diferentes departamentos o áreas en los cuales realizan este producto como el área de tejido, teñido, acabado, corte y costura.



Ilustración 1-Logo de Fruit of the Loom, inc.

Fuente: Página principal de Fruit of the Loom, inc.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El objetivo del departamento de mejora continua es mejorar el desempeño de la producción en la empresa por medio de implementación de mejoras a maquinaria, logística en la planta o entrenamientos para incrementar la eficiencia de sus asociados.

2.3 OBJETIVOS DE PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar los conocimientos adquiridos a través de la educación universitaria con el fin de desarrollar y ampliarlos profesionalmente por medio de actividades para la mejora de procesos en el área de acabado de RLA Manufacturing.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar e Implementar un sistema automático para alinear las líneas de tela tubular en la salida del proceso de secado de tal forma que estas cumplan los requerimientos establecidos por el departamento de calidad.
- Integrar los conocimientos adquiridos para elaborar un panel de control que sustituya controles de mando obsoletos en las maquinas volteadoras de tela de caracol para incrementar su eficiencia y seguridad.
- Identificar puntos de mejora para incrementar la eficiencia de transferencia de calor en las unidades de recuperación de calor ubicadas en secadoras de tela industrial.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 TRANSFERENCIA DE CALOR

En los procesos de secado del área de acabado un factor importante a tener en cuenta es la transferencia de calor, ya sea entre el vapor saturado a las fibras de tela o la eficiencia de transferencia de calor en los intercambiadores de calor utilizados en estas mismas. "Se ha descrito a la transferencia de calor como el estudio de las velocidades a las cuales el calor se intercambia entre fuentes de calor y recibidores" (Kern, 2006, p. 16). Los mecanismos de transferencia de calor son los siguientes:

- Conducción
- Convección
- Radiación

En los procesos de acabado y teñido de RLA Manufacturing se aprovechan todas estas formas de transferencia de calor. "En muchos e importantes problemas de ingeniería y tecnología intervienen conducción y convección al mismo tiempo" (Kurt C. Rolle, 2006, p. 521).

3.1.1 TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCIÓN

Es el proceso de transmisión de calor que se da por el contacto directo entre cuerpos, en este proceso se intercambia calor que fluye de un cuerpo con alta temperatura a uno con menor temperatura hasta que ambos cuerpos lleguen a un punto de equilibrio de temperatura.

La conducción puede tener lugar en los sólidos, líquidos o gases. En los gases y líquidos la conducción se debe a las colisiones y a la difusión de las moléculas durante su movimiento aleatorio. En los sólidos se debe a la combinación de las vibraciones de las moléculas en una redícula y al transporte de energía por parte de los electrones libres. (Çengel, 2007, p. 18)

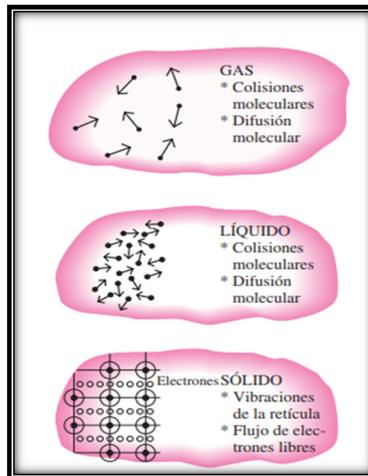


Ilustración 2-Conducción en gases, líquidos y sólidos

Fuente: (Çengel, 2007)

La rapidez o razón de la conducción de calor a través de un medio depende de la configuración geométrica de éste, su espesor y el material de que esté hecho, así como de la diferencia de temperatura a través de él. (Çengel, 2007, p. 19)

Por lo cual, tomar en consideración estas variables es importante al usar este método de transferencia de calor especialmente el material del cual está hecho debido a que no todos los materiales poseen la misma conductividad térmica o capacidad para conducir calor.

3.1.2 TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONVECCIÓN

La transferencia de calor por convección ocurre debido al movimiento de moléculas dentro de una mezcla de fluidos como gases o líquidos, en los cuales al existir una diferencia de temperatura se transmitirá calor de un fluido con mayor energía hacia el fluido con menor energía. "La convección es el movimiento de grandes cantidades de materia hacia un sistema con distinta temperatura. El sistema se calienta o se enfría debido a este movimiento." (Connors & Jiménez, 2018, p. 22) La mezcla de estos fluidos puede ser inducida por la diferencia de densidad entre los fluidos o por elementos de accionamiento como bombas en una tubería o mezcladores en tanques de almacenamiento.

3.1.3 TRANSFERENCIA DE CALOR POR RADIACIÓN

La transferencia de calor por radiación es aquella en la cual un cuerpo emite ondas electromagnéticas a través del espacio, las cuales son recibidas por otro cuerpo y este las convierte en energía térmica. Medina (2017) afirma: "La radiación térmica es un proceso de propagación de la energía interna de una sustancia emisora sólida, líquida o gaseosa, por medio de ondas electromagnéticas." (p.645). Podemos ver este proceso en la energía que recibimos del sol, este emite grandes cantidades de ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio y que son recibidas por nuestro planeta convirtiéndolas en energía térmica.

3.2 TERMOGRAFÍA INFRARROJA

La termografía de infrarrojos es una técnica para transformar una imagen infrarroja en una imagen que permita leer los valores de temperatura. Cada píxel de la imagen es, una medición de temperatura. Para ello se incorporan a la cámara termográfica algoritmos complejos que permitan relacionar la imagen infrarroja con los datos de temperatura.

La mayoría de las fallas en equipos, ya sean eléctricos, mecánicos, de proceso o electrónicos, presentan un aumento importante en la temperatura de funcionamiento mucho antes de que se produzca la falla. La termografía infrarroja puede detectar patrones de calor en el espectro de longitud de onda infrarroja que son invisibles para el ojo humano, con este tipo de dispositivos se pueden obtener imágenes termográficas sin hacer contacto directo con el equipo. Esto significa que puede captar la información termográfica de equipos en funcionamiento a una distancia segura y tener una mejor oportunidad de ver anomalías de temperatura en condiciones de operación normales.

La Termografía Infrarroja (TIR) es una técnica de ensayo no destructivo (END) sin contacto que obtiene información térmica de un cuerpo a través de la captación de la radiación infrarroja que emite, mediante un dispositivo de adquisición de imágenes térmicas a distancia. (Cañada Soriano & Royo Pastor, 2016, p. 40)

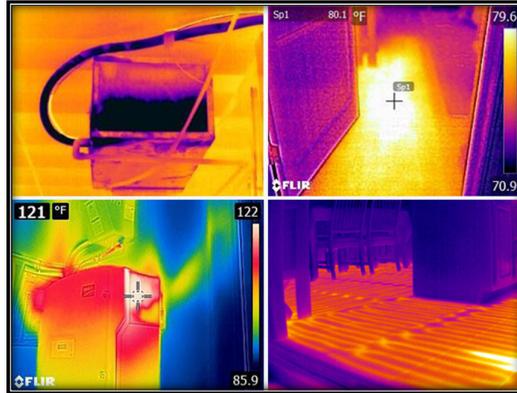


Ilustración 3-Imagen de infrarrojo en unidades de refrigeración

Fuente: Página principal de FLIR

3.2.1 FLIR I7

Cámara de imagen térmica compacta y ligera fácil de usar para obtener imágenes térmicas de alta calidad que proporcionan de inmediato la información térmica necesaria con resolución térmica de 16 000 píxeles. Utiliza un punto de medida con recuadro que refleja la temperatura máxima y mínima tomada en la imagen.



Ilustración 4-FLIR I7

Fuente: (Ivytools, s. f.)

➤ **Resolución de 320 x 240 píxeles**

El modelo I7 tiene una resolución de imagen térmica de 140 x 140 píxeles.

➤ **Sensibilidad Térmica de la cámara**

El modelo I7 posee una sensibilidad térmica de 0,10 °C.

➤ **Cámara visual**

Todos los modelos de la serie I de FLIR cuentan con una cámara LCD de 2,8" a color.

➤ **Intervalo de medición**

Según el modelo, la serie I puede medir la temperatura entre los -20 ... +250 °C.

➤ **Interfaces flexibles**

Almacena imágenes en formato jpeg con todos los datos de temperatura en una tarjeta mini SD. Es posible transferir los datos al PC mediante interfaz USB.

3.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Los controladores lógicos programables son sistemas de control computacional que monitorean continuamente el estado de los estados de sus entradas y acciona sus salidas en base a la programación personalizada que se le ha cargado.

Un PLC permite controlar un proceso o realizar una secuencia de acciones de manera automática a partir de un programa definido por el usuario. Esto lo realiza ejecutando en forma cíclica una secuencia de instrucciones que, a partir de la información que llega a sus entradas desde los sensores, deciden cuándo conmutar sus salidas, donde se encuentran conectados los actuadores. (Daneri, 2008, p. 89)

La implementación de estos controladores es de gran ayuda ya que son fáciles de instalar y utilizar sus entradas y salidas ya que antes de su implementación eran utilizados circuitos de mando para realizar esta tarea y en caso de tener grandes circuitos, reemplazar uno de sus elementos se volvía una gran tarea. "Hasta ahora la automatización de máquinas y procesos ha permitido mejorar la productividad, la disminución de costes, y la mejora de la calidad de los productos" (Mayol i Badía, 1988, p.7).

El uso de estos autómatas es de gran importancia en la industria ya que versiones tienen mayor capacidad de automatizar procesos más complejos y compartir datos a través de una red, lo que nos permite enviar información de los datos captados a un servidor para ser analizados.

3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PLC

Los PLC pueden utilizarse en muchas aplicaciones, ya sea simples o complejas por lo que tener en mente el alcance del proyecto ayudará a elegir el PLC adecuado para el proyecto. Las características a tener en cuenta al utilizar un PLC son su construcción y la cantidad de entradas y salidas digitales y análogas que este posee.

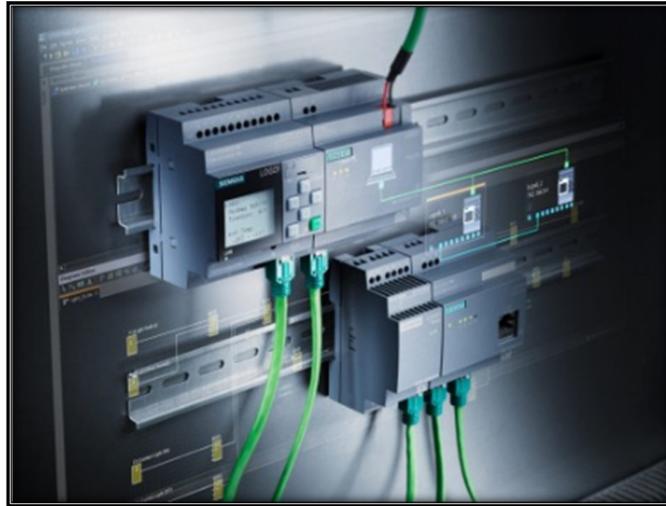


Ilustración 5-PLC Logo!

Fuente: (Siemens, s. f.)

3.3.1.1 Clasificación según su construcción

Los PLC pueden ser clasificados según su construcción, entre compacto o modular dependiendo su elección de la complejidad su aplicación o necesidad de ampliación de sus entradas o salidas.

- Los PLC compactos son aquellos que alojan todas las partes esenciales como entradas, salidas, CPU y fuente de alimentación en una misma unidad. Este tipo de PLC tiende a tener baja cantidad de entradas y salidas, pero con capacidad de incluir unidades de expansión para aumentarlas. "La mayor ventaja que ofrece es su bajo costo, y las desventajas residen en las limitaciones a la hora de expandir el equipo" (Danieri, 2008, p.91)
- Los PLC modulares son aquellos que necesitan que sus componentes como CPU,

entradas y salidas, fuente de alimentación sean ensamblados en un panel permitiendo ajustar la composición del PLC de acuerdo con la necesidad que tenga el proceso a automatizar. Cabe mencionar que este tipo de PLC permite adjuntar módulos de expansión de entradas y salidas, comunicación y de seguridad.

3.3.1.2 *Según sus entradas y salidas*

Aunque los PLC pueden tener muchas características que difieran tecnológicamente entre ellos, como tipo puertos de comunicación, tamaño de memoria, instrucciones específicas de programación, protocolos de comunicación compatibles. Las marcas de PLC definen el dispositivo en base a la cantidad de entradas y salidas que este tenga. A continuación, se presentan la clasificación de los PLC según la cantidad de entradas y salidas:

- Micro PLC: hasta 64 E/S
- PLC Pequeño: 65 a 225 E/S
- PLC Mediano: 256 a 1023 E/S
- PLC Grande: más de 1024 E/S

3.4 TIPOS DE SEÑAL ENTRADAS

Los procesos de automatización industrial necesitan obtener información de su ambiente para poder operar de la manera programada. Esta información puede ser recopilada por medio de sensores que mandan una señal eléctrica que el PLC puede captar." En todo proceso industrial automatizado, es preciso captar señales que serán procesadas posteriormente" (González, 2012, p. 6). La cantidad y tipo de señales a obtener son de gran importancia al decidir el tipo de PLC a utilizar por lo que saber diferenciar entre estas es importante.

3.4.1 SEÑALES DIGITALES

Las señales digitales son aquellas en el que el estado de señal es apagado o encendido, expresado en 0 cuando está apagado o 1 cuando está encendido. "Una señal puede definirse como información útil transmitida dentro, hacia o desde circuitos electrónicos" (Tokheim, 2008, p.2) Hay muchos elementos en los procesos de automatización en la que su señal puede ser tomada como 0 y 1 como el estado de un interruptor, un sensor de límite o el estado de funcionamiento de un motor.

Los sensores digitales son los más comunes en las instalaciones industriales, usualmente usados como interruptores o contadores. Entre los sensores digitales más utilizados podemos encontrar los siguientes:

1. Sensor capacitivo
2. Sensor inductivo
3. Sensor fotoeléctrico

Como podemos observar, estos utilizan diferentes formas para captar una señal lo cual nos da una gran variedad de usos para diferentes aplicaciones. "Todos estos sensores, aun midiendo variables físicas de naturaleza totalmente diferente, tienen en común que la señal que entregan a su salida es (normalmente) una tensión eléctrica que puede ser alta o baja" (González, 2012, p. 7)

3.4.2 SEÑALES ANALÓGICAS

Las señales análogas son aquellas que toman la forma de los cambios de voltaje o corriente. Estas pueden medir posición, velocidad, flujo u otra magnitud física. Las señales análogas se conectan a entradas capaces de convertir la señal análoga en digital para ser interpretadas por el dispositivo de control.

Las señales análogas son expresadas entre rangos de tensión o corriente, usualmente entre 0-10V o 0-20mA. La implementación de sensores con señales análogas en la automatización industrial es de gran importancia ya que pueden ser utilizados para monitoreo de un sistema en el cual es necesario mantener en un rango la magnitud a medir. Entre los sensores análogos tenemos los siguientes:

1. Sensor de temperatura
2. Sensor de presión
3. Sensor de flujo
4. Sensor de posición

"En todos los sistemas de control es necesario medir las variables que se van a controlar, utilizar esta información para diagnosticar la mejor forma de operar el proceso o planta y

disponer de medios para modificar el proceso.” (Sarduy, 2005, p.1).

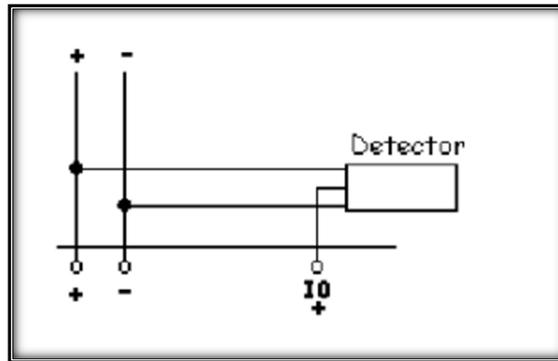


Ilustración 6-Diagrama eléctrico de sensor con salida analógica

Fuente: (Álvarez Pulido, 2003)

3.4.3 LAZO DE CORRIENTE

El bucle de corriente es una tecnología creada en los años 60 para estandarizar la transmisión de señales analógicas de 4-20mA por grandes distancias sin pérdidas o modificación de la señal. En esta tecnología se utilizan diferentes niveles de corriente en una línea de transmisión para indicar niveles lógicos.

Tabla 1-Nivel lógico en un bucle de corriente

Nivel de corriente	Nivel lógico
0mA	Hilo roto
4mA	Medida del 0%
20mA	Medida del 100%

Fuente: Propia

Este tipo de tecnología es utilizada en sensores de medición ya que estos proporcionan una salida con un valor representativo al parámetro siendo leído, este valor es acondicionado por un transmisor y lo convierte en una corriente proporcional entre 4 y 20 mA la cual puede ser leída por un receptor o controlador. Para poder realizar un bucle de corriente es necesario tener los siguientes materiales:

- Un emisor o transductor
- Una fuente de alimentación
- Cable
- Un receptor o controlador

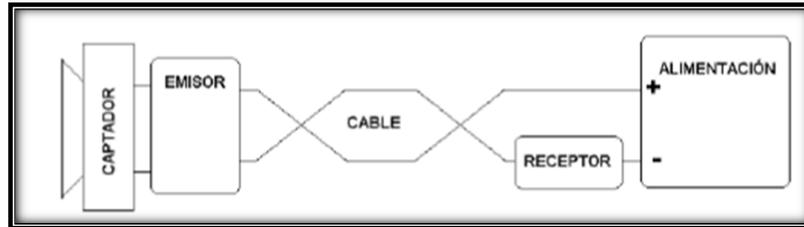


Ilustración 7-Diagrama de bucle analógico de corriente

Fuente: (Penin, 2007)

Entre las ventajas de esta tecnología están:

- Transmisión a largas distancias
- Detección de fallos de sensores
- Alta inmunidad a interferencias electromagnéticas

Por lo cual su implementación en procesos industriales es de gran beneficio por su fácil implementación y resistencia a ruidos en el ambiente.

3.5 SENSORES DE PROXIMIDAD

Los sensores de proximidad son muy utilizados en aplicaciones en las cual es necesario para saber si hay presencia de un objeto o su distancia. Su aplicación puede ser en sistemas de envasado, sistemas de control para monitoreo de llenado, detección de obstáculos en sistemas inteligentes.

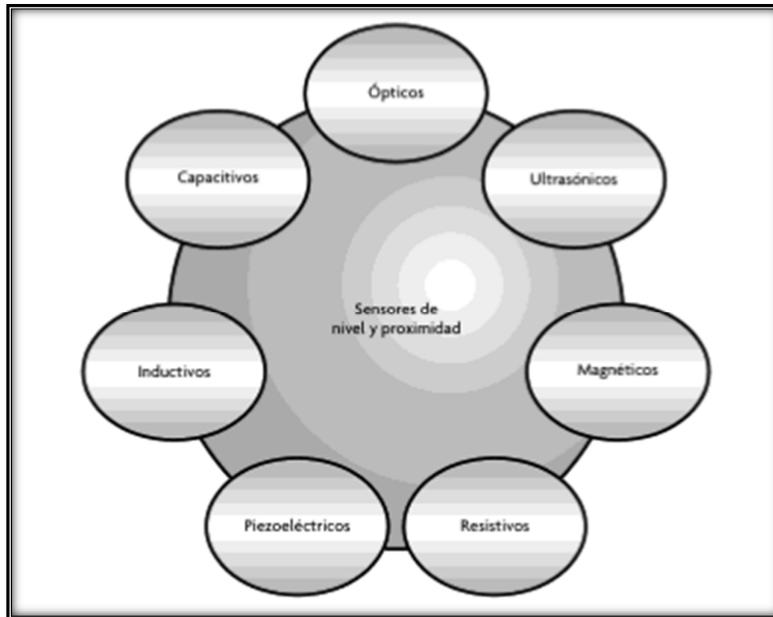


Ilustración 8-Tipos de sensores de nivel y proximidad

Fuente: (Germán Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014)

3.5.1 SENSORES ULTRASÓNICOS

Los sensores ultrasónicos son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar. Estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración. "Las principales ventajas de este tipo de sensor es que al ser una medición no invasiva, es decir, que no requiere contacto alguno para realizar la medida, la variedad de objetos que es posible medir es muy amplia" (Germán Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, p 142)

Estos sensores trabajan solamente donde tenemos presencia de aire (no pueden trabajar en el vacío, necesitan medio de propagación), y pueden detectar objetos con diferentes formas, diferentes colores, superficies y de diferentes materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, sin embargo han de ser reflectores de sonido.

Los sensores ultrasónicos utilizan un cristal piezoeléctrico montado en la superficie del detector para enviar y recibir señales de sonido de alta frecuencia. Se aplican al cristal piezoeléctrico trenes de pulsos de alta frecuencia haciendo que éste vibre a la misma frecuencia, produciendo ondas mecánicas que se transmiten por el aire. Cuando estas ondas inciden sobre el objeto a detectar, se produce un eco que retorna al transductor. El piezoeléctrico convierte el eco recibido en una señal eléctrica. El período de tiempo entre el pulso aplicado y el eco recibido es evaluado por el transductor, para conmutar una salida digital o indicar la posición mediante una salida analógica.

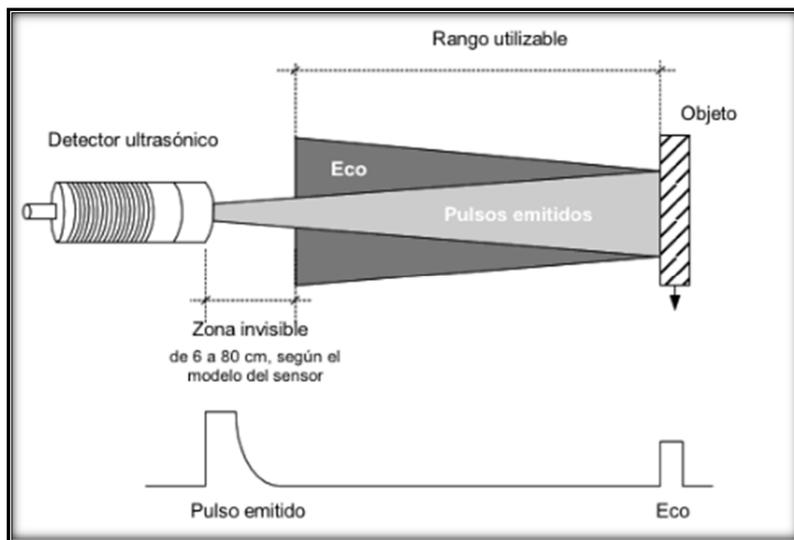


Ilustración 9-Funcionamiento de sensor ultrasónico

Fuente: (Daneri, 2008)

3.5.2 SENSORES FOTOELÉCTRICOS

Los sensores fotoeléctricos son dispositivos electrónicos que usan un haz de luz para detectar la presencia o la ausencia de un objeto. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que percibe la luz generada por el emisor. Esta tecnología es una alternativa ideal a sensores de proximidad inductivos cuando se requieren distancias de detección largas o cuando el objeto que se desea detectar no es metálico. "Los sensores ópticos suelen utilizar como emisor LED con frecuencias luminosas en la gama de los infrarrojos y luz modulada a fin de lograr una gran inmunidad a otras fuentes de luz

ambientales.” (Daneri, 2008, p. 63)

Entre las principales ventajas de utilizar sensores ópticos o fotoeléctricos están:

- Detección de objetos a grandes distancias. Se obtienen fácilmente hasta 500 m en modo barrera, y hasta 5 m por reflexión.
- Elevada inmunidad a perturbaciones electromagnéticas externas.
- Alta velocidad de respuesta y frecuencia de conmutación.
- Capaces de identificar colores.
- Permiten de detectar objetos del tamaño de décimas de milímetro.

Si se realiza una clasificación más precisa de acuerdo a la posición de la fuente de luz y del receptor, podemos encontrar los siguientes tipos:

- Por barrera: La luz del emisor incide directamente sobre el receptor, el cual se ubica de forma opuesta y alineada al emisor. La detección se efectúa cuando se interrumpe el haz de luz. Su alto nivel de energía óptica permite un largo alcance y pueden trabajar en ambientes polvorientos o con humo. Requieren una conexión independiente del emisor y el receptor.

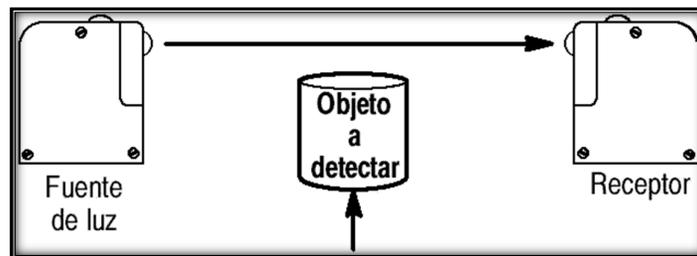


Ilustración 10-Funcionamiento de sensor óptico por barrera

Fuente: (Daneri, 2008)

- Retro reflectivo: Tienen el componente emisor y el componente receptor en un solo cuerpo, el haz de luz se establece mediante la utilización de un reflector catadióptrico. El objeto es detectado cuando el haz formado entre el componente emisor, el reflector y el componente receptor es interrumpido. Debido a esto, la detección no es afectada por el color de este. La ventaja de las barreras réflex es que el cableado es en un solo lado, a diferencia de las barreras emisor-receptor

que es en ambos lados.

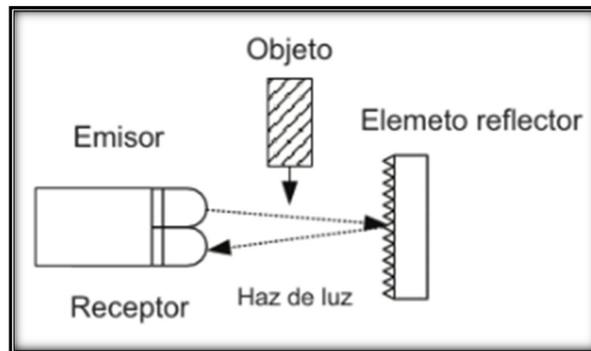


Ilustración 11-Funcionamiento de sensor óptico retro reflectivo

Fuente: (Daneri, 2008)

- Difusos: La detección se lleva a cabo cuando una parte de la luz emitida incide sobre el objeto y retorna al receptor, ubicado en la misma cápsula que el emisor. El objeto debe ser reflectivo y con una gran área de dispersión. El fondo no debe ser reflectivo, o en caso de serlo, estar separado a tres veces la distancia entre el detector y el objeto. Si bien son los más simples de instalar, no tienen un largo alcance y no son recomendados para ambientes contaminados.

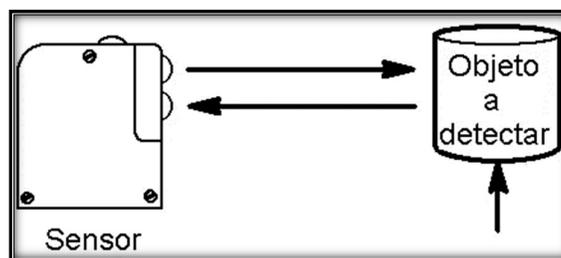


Ilustración 12-Funcionamiento de sensor óptico difuso

Fuente: Pagina web de Ingeniería Mecafenix

3.6 AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS

Los automatismos eléctricos son los circuitos y elementos que se utilizan para realizar el control automático de las máquinas eléctricas. Estos están formados por un conjunto de

aparatos, componentes y elementos eléctricos que nos permiten la conexión, desconexión o regulación de la energía eléctrica procedente de la red eléctrica hacia los receptores como los motores eléctricos y lámparas.

3.6.1 TABLERO ELÉCTRICO

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. Este debe cumplir los criterios de seguridad y normativas que permitan su funcionamiento seguro para garantizar la seguridad de los operadores y de las instalaciones en donde están localizados.



Ilustración 13-Tablero eléctrico utilizado en máquinas volteadoras

Fuente: Propia

3.6.2 CANALES PROTECTORAS

Mantener el orden y seguridad en los paneles eléctricos es de suma importancia, por lo cual se implementan canales protectoras y canaletas para la protección y enrutamiento de cableado eléctrico "Material de instalación constituido por un perfil, de paredes llenas o perforadas, destinadas a contener conductores y otros componentes eléctricos y cerrado por

una tapa desmontable.” (Linares González, 2017, p. 394)



Ilustración 14-Canaleta para cableado eléctrico

Fuente: (Linares González, 2017)

3.6.3 PULSADORES

En un circuito de mando, estos tienen la función de apagar, encender o cambiar las partes de un proceso. En su construcción están provistos de contactos normalmente abiertos NO que se identifican con los números terminados en 3 y 4, también pueden ser provistos por contactos normalmente cerrados que se identifican con los números terminados en 1 y 2.

Existen dos tipos de botones pulsadores, los momentáneos y con enclavamiento:

- Pulsadores momentáneos: son los que cambian de estado abriéndose o cerrándose cuando este es presionado y los contactos regresan a su posición original al cesar la presión ejercida sobre ellos.
- Pulsadores con enclavamiento: son aquellos, que, al ser presionados, se enganchan en una determinada posición y al ser desenganchados regresarán a su posición original.



Ilustración 15-Tipos de pulsadores

Fuente: (Fr. Martin Sarmiento, s. f.)

3.6.4 SELECTORES

Estos son dispositivos que permiten cerrar y abrir sus contactos y son comúnmente usados para seleccionar uno de dos o más circuitos posibles. Los selectores pueden ser enclavados, con retorno por resorte, u operados con una llave de seguridad, disponibles en dos, tres o más posiciones.



Ilustración 16-Selector de tres posiciones

Fuente: (Fr. Martin Sarmiento, s. f.)

3.6.5 BOBINAS

Un elemento importante en el circuito de control de mando son las bobinas, en algunos casos su función es crear un campo magnético para atraer hacia sí misma un entrehierro y al mismo tiempo cerrar o abrir contactos adheridos a este, tal como en contactores, relés de control y solenoides. Siendo su función principal crear un campo magnético a fin de poder generar una inducción como en transformadores y motores eléctricos.

Las bobinas de los contactores y relés trabajan a diferentes voltajes dependiendo de la potencia que se maneja en el circuito de control, pueden ser

3.6.6 TRANSFORMADORES DE CONTROL

El voltaje aplicado a las terminales de un motor es frecuentemente más alto que el voltaje que se necesita para un circuito de control asociado a este. En estos casos, un transformador de control es usado para bajar el valor del voltaje suministrando así un voltaje menor al de fuerza, utilizando este para circuitos de control, este voltaje es normalmente bajado a un valor de 24

V AC/DC por el transformador para finalmente ser utilizado en un circuito de control.



Ilustración 17- Transformador seco totalmente cerrado marca Eaton

Fuente: Página principal de Eaton

3.6.7 RELÉS DE CONTROL

Los de relés de control son ampliamente usados para controlar cargas livianas tales como bobinas de contactores, luces indicadoras o alarmas audibles. La operación de un relé de control es similar a la operación de un contactor, la mayor diferencia entre estos es el tamaño y numero de contactos.

Los relés son dispositivos para relevar o multiplicar las señales de control o cierre eléctrico de contactos. El concepto del relé se utiliza cuando un pequeño voltaje con baja corriente acciona un conjunto de contactos eléctricos a un estado abierto o cerrado. (Jeff Keljik, 2014, p. 91)



Ilustración 18-Relé

Fuente: (Arboledas Brihuega, 2010)

Los contactos en un relé de control son relativamente pequeños ya que solo manejan corrientes pequeñas usadas en circuitos de control lo que permite que contengan varios contactos aislados. Tres términos son usados en las descripciones de los contactos de relés de control.

- Polo: describe el número de circuitos aislados que pueden conmutarse en el relé en un mismo tiempo. Un polo simple provee un paso de corriente para solo un circuito
- Tiro: describe el número de diferentes posiciones de cierre, este es el número de diferentes circuitos que cada polo puede controlar.
- Apertura: describe el número de puntos de contactos usados para abrir o cerrar un circuito, si el circuito es aislado en un punto cuando los contactos son abiertos, el arreglo de contactos es de simple apertura, pero si son aislados el arreglo es de doble apertura.

3.6.8 RELÉS TEMPORIZADORES

Son relevadores cuya función específica es la de crear un retardo con el funcionamiento de otros dispositivos en un circuito eléctrico para manejar varias condiciones. Los siguientes tipos de temporizadores son los más utilizados:

- Temporizador de tipo amortiguador
- Temporizador de tipo Reloj
- Temporizador de estado solido

3.6.9 FUSIBLES

La mayoría de los circuitos eléctricos de control y potencia incluyen dispositivos de seguridad par protección contra las sobre corrientes eléctricas. Una sobre corriente eléctrica es un flujo excesivo de corriente eléctrica, si en un circuito fluye demasiada corriente, puede sobrecalentar el alambre y estropear los componentes del circuito, para evitar estas situaciones se utilizan fusibles, dispositivos que automáticamente abren un circuito cuando la corriente se eleva más allá de su punto límite. Su aplicación para proteger componentes eléctricos es de gran importancia, estos son los primeros en colocarse. "Los fusibles instalados aguas arriba en los circuitos hacen combinación eléctrica muy adecuada con los contactores y guardamotors y

en la maniobra y protección tanto de motores como de circuitos. "(Calloni, 2009, p. 159)



Ilustración 19-Fusible de cartucho

Fuente: (Arboledas Brihuega, 2010)

Cuando la corriente es demasiado alta parte del fusible se derrite, esta porción derretida deja un espacio abierto en el trayecto de electricidad, deteniendo el flujo de esta. Al completar su función, el fusible debe ser reemplazado para que el servicio eléctrico se restablezca, estos se fabrican para diferentes ampacidades y voltajes, así como también con distintos revestimientos aislantes siendo los de cartucho renovable y cartucho no renovable los más comunes.

3.6.10 RELÉS DE SOBRECARGA

Son dispositivos diseñados para proteger los motores de una sobrecarga o falla de fase que pudiera dañarlo parcial o totalmente. Entre las razones para utilizar este tipo de dispositivo están:

1. Permiten una sobrecarga de corta duración sin interrumpir el circuito.
2. Disparan y abren un circuito para proteger un motor si la corriente remanente de este sobre pasa el rango de consumo de corriente nominal.
3. Pueden ser reiniciados para permitir que el dispositivo sea restablecido después que se haya localizado la razón por la cual se provocó el disparo.

Una sobrecarga podría ser ocasionada por sobre voltaje, bajo voltaje y carga excesiva. Los relés de sobrecarga no protegen un sistema eléctrico de un cortocircuito, para este propósito se requieren fusibles.

3.6.11 ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

Son todos aquellos dispositivos cuya función es llamar la atención sobre el correcto funcionamiento o paros anormales de las máquinas, aumentando así la seguridad del personal y facilitando el control y mantenimiento de equipos.

De acuerdo al tipo de señal que se utilice, se distinguen las siguientes clases:

- Señales acústicas: son señales perceptibles por el oído. Entre las más utilizadas están: timbres, zumbadores y sirenas.
- Señales ópticas: Son señales perceptibles por la vista. Existen dos clases:
 - Visuales: si se emplean ciertos símbolos indicativos de la operación que se está realizando.
 - Luminosos: se emplean únicamente en lámparas o luces piloto, de colores diferentes.

3.6.12 VARIADORES DE FRECUENCIA

Los variadores de frecuencia son equipos utilizados para el control de motores eléctricos mediante el cambio en la frecuencia de electricidad que es suministrada al motor.

...la frecuencia y la velocidad son directamente proporcionales, de tal manera que al aumentar la frecuencia de alimentación al motor, se incrementará la velocidad de la flecha, y al reducir el valor de la frecuencia disminuirá la velocidad del eje. (Carman Avendaño, 2013, p.126)

Estos son utilizados mayormente para reducir el consumo energético, por lo que es importante invertir para incrementar la eficiencia energética y mejorar la productividad en los procesos. Esto afecta a su vez en la vida útil de los equipos alargándola y evitando su deterioro. Entre las mayores ventajas de utilizar los variadores de frecuencia están:

- Menor mantenimiento.
- Posibilidad de regular la velocidad del motor según las necesidades.
- Mayor vida útil del motor gracias a la aceleración y desaceleración suavizados.
- Ahorro energético notable evitando picos de corriente.



Ilustración 20-Variador de frecuencia de 50 HP marca Schneider Electric

Fuente: Página principal de Schneider Electric

Para poder controlar un motor con un variador de frecuencia, es necesario tener en cuenta el voltaje de entrada proveniente de la red y la potencia nominal del motor y los datos de placa de funcionamiento del motor. Entre los datos de placa básicos para parametrizar en un variador de frecuencia marca Schneider Electric están:

Tabla 2-Parámetros básicos por configurar en variadores de frecuencia

Parámetro	Código
Potencia nominal	nPr
Corriente nominal	nCR
Voltaje nominal	UnS
Frecuencia nominal	FrS
Velocidad nominal del motor	nSP
Velocidad mínima	LSP
Velocidad máxima	HSP
Tiempo de aceleración	ACC
Tiempo de desaceleración	DEC

Fuente: Página principal de Schneider Electric

IV.DESARROLLO

4.1 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

En la presente sección se detallarán los pasos tomados para completar las actividades asignadas por el departamento de mejora en RLA Manufacturing.

- Semana 1: Análisis de proceso de secadora y unidades de recuperación de calor. Se recibió capacitación de requerimientos establecidos por el departamento de calidad para el comportamiento de líneas de tela en el proceso de secado. Se realizaron entrevistas con operadores sobre proceso manual de alineamiento de tela en bandas de salida de secadora.
- Semana 2: Se integró PLC Setex y pantalla HMI en secadora 4 para el monitoreo de humedad en cada una de las zonas de la secadora. Se realizó programación en Logo! Soft Comfort V8.2 para automatizar el proceso de alineamiento de tela en la banda de salida de las secadoras, utilizando dos sensores para limitar la posición de la tela en la banda de salida dando una retroalimentación y uno para parar la banda en caso de desborde de la tela.
- Semana 3: Se recibió capacitación sobre el circuito del panel eléctrico secundario de secadoras para la instalación de PLC logo y cableado de sensores. Se desarrolló un diagrama eléctrico para la implementación del sistema de alineamiento de tela automático. Se realizó investigación de sensores reflectivos de larga distancia debido a la longitud de los extremos de la banda de salida de la secadora.
- Semana 4: Se recibió capacitación sobre auditoría de medias para spreaders en máquinas fulares y compactadoras de tela para encontrar daños por desgaste de bandas y mal uso de estos. Se realizó auditoría de media en spreaders de máquinas fulares y de compactado en fase 1 y 2 del área de acabado. Se realizó instalación de sensores retro reflectivos en la banda de salida de la secadora 4 y se calibraron para obtener una respuesta rápida sobre el estado de la tela.
- Semana 5: Se realizó instalación de canaletas y riel din en gabinetes para volteadoras teniendo en cuenta los componentes a instalar, principalmente los variadores de frecuencia para motores de 50, 30 y 3 HP. Se implementó PLC Logo! en panel

secundario de secadora 4 y se realizaron conexiones de sensores y salidas del PLC LOGO! hacia PLC maestro.

- Semana 6: Se realizó cableado de botoneras y se implementaron PLC Siemens 1215C y HMI Siemens KTP700 en gabinetes para volteadoras. Se realizaron pruebas y ajustes de sensores reflectivos en secadora 4 teniendo en cuenta la retroalimentación de los operadores.
- Semana 7: Se realizó cableado de circuito de control en gabinetes para volteadora 5 que incluye entradas de señal de las botoneras y salidas de PLC hacia contactores y relés de control. Se realizó instalación de contactores para control de ventiladores bumblebee en circuitos de mando en volteadora 4.
- Semana 8: Se realizó cableado de circuito de potencia en gabinetes para volteadora 5 que incluye instalación de transformador de control, disyuntores, contactores y variadores. Se realizó parametrización de variadores de frecuencia Altivar 320 para motores de 50, 30 y 3 HP y asistió en programación del control de rodos de alimentación en volteadoras de tela.
- Semana 9: Se realizaron tomas de fotos termográficas de fugas de calor en ductos de recuperador de calor de secadora 3, 4 y 5 en el cual se encontraron fugas de calor en compuertas y en uniones. Se realizó la instalación de gabinete en área de volteo permitiendo energizar el gabinete y realizar pruebas de circuito de control.
- Semana 10: Se realizaron pruebas de funcionamiento de gabinete, que incluye funcionamiento de programación de componentes de accionamiento de motores y pantalla HMI y elementos de señalización y seguridad. Se asistió en programación de control de motor de 30 y 50 HP para controlar su frecuencia por medio de la pantalla HMI.

4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 3-Cronograma de actividades semana 1-3

▲ Semana 1	4.6 días	lun 8/4/19	vie 12/4/19	100%
Analisis de proceso de secadora	0.5 días	lun 8/4/19	mar 9/4/19	100%
Analisis de proceso de recuperación de calor	0.5 días	lun 8/4/19	mar 9/4/19	100%
Se recibió capacitación sobre requerimientos de comportamiento de lineas de tela en proceso de secado	0.5 días	mié 10/4/19	jue 11/4/19	100%
Entrevistas con operadores y auditores sobre proceso manual de alineamiento de tela en bandas de salida de secadora	0.5 días	jue 11/4/19	vie 12/4/19	100%
▲ Semana 2	4.6 días	lun 22/4/19	vie 26/4/19	100%
Integración de PLC y HMI marca Setex para monitore de humedad en zonas de secadora 4	0.89 días	lun 22/4/19	mié 24/4/19	100%
Programación en LOGO! Soft Comfort V8.2 para la automatización de alineamiento de tela en las secadoras.	1 día	mié 24/4/19	vie 26/4/19	100%
▲ Semana 3	4.6 días	lun 29/4/19	vie 3/5/19	100%
Se recibió capacitación sobre circuito de panel electrico secundario de secadoras para instalación de PLC LOGO! Y cableado de sensores	0.5 días	lun 29/4/19	mar 30/4/19	100%
Desarrollo de diagrama electrico para sistema de alineamiento de tela automatico	1 día	mar 30/4/19	jue 2/5/19	100%
Investigacion de sensores reflectivos de larga distancia debido a distancia de extrmos de banda de salida de la secadora	0.5 días	jue 2/5/19	vie 3/5/19	100%

Fuente: Propia

Tabla 4-Cronograma de actividades semana 4-6

▲ Semana 4	4.6 días	lun 6/5/19	vie 10/5/19	100%
Se recibió capacitación de auditoría de medias para spreaders de maquinas fulares y compactadoras	0.5 días	lun 6/5/19	mar 7/5/19	100%
Se realizó auditoría de media en spreaders de maquinas fulares y de compactado en dase 1 y 2 del area de acabado	0.89 días	mar 7/5/19	jue 9/5/19	100%
Se realizó calibración de sensores reflectivos para obtener una respuesta rapida sobre el estado de la tela	0.5 días	jue 9/5/19	vie 10/5/19	100%
▲ Semana 5	4.6 días	lun 13/5/19	vie 17/5/19	100%
Se realizó instalación de canaletas y riel din en gabinetes para volteadoreas	1.49 días	lun 13/5/19	jue 16/5/19	100%
Se implementó PLC LOGO! En panel secundario de secadora 4	0.5 días	jue 16/5/19	vie 17/5/19	100%
Se realizaron conexiones de sensores y salidas hacia PLC Maestro para el control de velicidad de banda de sobrealimentación	0.5 días	jue 16/5/19	vie 17/5/19	100%
▲ Semana 6	4.6 días	lun 20/5/19	vie 24/5/19	54%
Se realizó cableado de botoneras y se implementaron PLC Siemens 1215C y HMI Siemens KTP700 en gabinetes para volteadoras	3.21 días	lun 20/5/19	vie 24/5/19	46%
Se realizaron pruebas y ajustes de sensores reflectivos en secadora 4 teniendo en cuenta la retroalimentación de los operadores.	0.5 días	jue 23/5/19	jue 23/5/19	100%

Fuente: Propia

Tabla 5-Cronograma de actividades semana 7-10

▲ Semana 7	4.6 días	lun 27/5/19	vie 31/5/19	100%
Se realizó cableado de circuito de control en gabinetes para volteadoras que incluye entradas de señal de las botoneras y salidas de PLC hacia contactores y relés de control	1.99 días	lun 27/5/19	vie 31/5/19	100%
Se realizó instalación de contactores para control de ventiladores bumblebee en circuitos de mando en volteadora 4	0.5 días	jue 30/5/19	vie 31/5/19	100%
▲ Semana 8	4.6 días	lun 3/6/19	vie 7/6/19	100%
Se realizó cableado de circuito de potencia en gabinetes para volteadora 5 que incluye instalación de transformador de control, disyuntores, contactores y variadores.	1.99 días	lun 3/6/19	vie 7/6/19	100%
Se realizó parametrización de variadores de frecuencia Altivar 320 para motores de 50, 30 y 3 HP	0.5 días	jue 6/6/19	vie 7/6/19	100%
Se asistió en programación del control de rodos de alimentación en volteadoras de tela.	0.5 días	jue 6/6/19	vie 7/6/19	100%
▲ Semana 9	4.6 días	lun 10/6/19	vie 14/6/19	100%
Se realizaron tomas de fotos termográficas de fugas de calor en ductos de recuperador de calor de secadora 3, 4 y 5 en el cual se encontraron fugas de calor en compuertas y en uniones	1 día	lun 10/6/19	mié 12/6/19	100%
Se realizó la instalación de gabinete en área de volteo permitiendo energizar el gabinete y realizar pruebas de circuito de control.	1 día	mié 12/6/19	vie 14/6/19	100%
▲ Semana 10	4.6 días	lun 17/6/19	vie 21/6/19	100%
Se realizaron pruebas de funcionamiento de gabinete, que incluye funcionamiento de programación de componentes de accionamiento de motores y pantalla HMI y elementos de señalización y seguridad.	1 día	lun 17/6/19	mié 19/6/19	100%
Se asistió en programación de control de motor de 30 y 50 HP para controlar su frecuencia por medio de la pantalla HMI	0.5 días	jue 20/6/19	vie 21/6/19	100%

Fuente: Propia

V.CONCLUSIONES

Como finalización de esta práctica profesional, se detallaran las conclusiones obtenidas en base a los objetivos enunciados anteriormente.

- Se desarrolló e implementó un sistema de alineamiento de tela automático exitosamente, reduciendo la carga de trabajo del operador y manteniendo el estándar establecido por el departamento de calidad.
- Se elaboró panel de control para volteadora de tela de forma exitosa en base al diseño
- Por medio de la toma y análisis de fotos termográficas en la unidad de recuperación de calor, se logró identificar que hay fugas de calor en los ductos del recuperador de calor el cual impacta su eficiencia de gran manera.

VI.RECOMENDACIONES

6.1 HACIA LA EMPRESA

Este proyecto fue realizado para la implementación por parte de RLA Manufacturing. A continuación, se detallan las recomendaciones a la empresa según la experiencia obtenida en esta práctica profesional.

- Se recomienda mejorar el sistema de filtro de tamo en el ambiente de la zona de volteo ya que este puede ser nocivo para la salud e impacta el funcionamiento de las maquinas en el área circundante y la calidad del producto localizado en los trocos de espera para compactación.
- Mejorar el sistema de control de humedad en las secadoras de tela industrial, ya que actualmente el accionamiento del blower de extracción comienza solamente tomando en cuenta una de las zonas de esta.
- Se recomienda implementar aislante para controlar las fugas de vapor en las compuertas y uniones de los ductos de recuperador de calor, esto ayudará a mejorar la eficiencia de transferencia de calor y supone un gran ahorro energético.

6.2 HACIA LA UNIVERSIDAD

En este proyecto se aplicaron muchos conocimientos aprendidos durante el ciclo académico, siendo estos teóricos y prácticos, sin embargo, existen algunos puntos que la universidad puede mejorar o incluir para mejorar las competencias sus estudiantes.

- Implementar talleres o capacitaciones que impartan conocimientos sobre seguridad industrial.
- Realizar más visitas técnicas, para ir conociendo los ambientes laborales.
- Implementar talleres o laboratorios en donde se puedan poner en práctica el uso de componentes de control y seguridad de motores.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Fruit of the Loom, Inc. - Corporate Social Responsibility and Sustainability. (s. f.).
Recuperado 29 de junio de 2019, de <http://www.fotlinc.com/>
2. Kern, D. Q. (2006). *Procesos de transferencia de calor*. México: Compañía Editorial Continental.
3. Kurt C. Rolle. (2006). *Termodinámica*. (Virgilio González y Pozo, Trad.) (6ta ed.). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN. Recuperado de
<https://www.biblionline.pearson.com/Pages/BookDetail.aspx?b=268>
4. Çengel, Y. A. (2007). *Transferencia de calor y masa: un enfoque práctico (3a. ed.)*.
Recuperado de
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4721702>
5. Connors, K., & Jiménez, A. (2018). *El Calor (Heat)*. New York, NY, UNITED STATES: Gareth Stevens Publishing LLLP. Recuperado de
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtual-ebooks/detail.action?docID=5539732>
6. Camaraza Medina, Y. (2017). *Introducción a la Termotransferencia*. La Habana, CUBA: Editorial Universitaria. Recuperado de
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4945975>
7. Jaramillo, O. A. (2007). Intercambiadores de calor. Centro de Investigación en Energía, 10.
Recuperado de
<http://www.cie.unam.mx/~ojs/pub/HeatExchanger/Intercambiadores.pdf>
8. Montes Pita, M. J., Muñoz Domínguez, M., & Rovira de Antonio, A. (2014). *Ingeniería térmica*. Recuperado de
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3226895>

9. Antonio Nieto. (2014, junio 24). Sistemas de recuperación de calor. Recuperado 25 de febrero de 2019, de <https://www.mundohvacr.com.mx/2014/06/sistemas-de-recuperacion-de-calor/>
10. Vilaboa B., J. (2006). *Gestión de la automatización de plantas industriales en Chile*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=3167355>
11. Mayol i Badía, A. (1988). *Autómatas programables*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=3185163>
12. Daneri, P. A. (2008). *PLC: automatización y control industrial*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=3183744>
13. González, E. (2012). *Programación de autómatas SIMATIC S7-300: lenguaje AWL*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=3227141>
14. Tokheim, R. L. (2008). *Electrónica digital: principios y aplicaciones (7a. ed.)*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=3195989>
15. Gómez Sarduy, J. R., Reyes Calvo, R., & Guzmán del Río, D. (2005). *Temas especiales de instrumentación y control*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=3191622>
16. Castro Gil, M.-A., Díaz Orueta, G., & Mur Pérez, F. (2012). *Comunicaciones industriales: principios básicos*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=3198983>
17. Rodríguez Penin, A. (2007). *Sistemas SCADA (2a. ed.)*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=3175459>
18. Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitectvirtuales/detail.action?docID=4569609>
19. Mecafenix, F. (2018, abril 24). Sensor óptico de presencia. Recuperado 16 de junio de 2019, de Ingeniería Mecafenix website:

<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensor-optico/>

20. Cañada Soriano, M., & Royo Pastor, R. (2016). *Termografía infrarroja: nivel II*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4849809>
21. Troubleshoot HVAC/R with affordable thermal imaging | FLIR Systems. (s. f.). Recuperado 16 de junio de 2019, de <https://www.flir.com/instruments/hvac-r/>
22. FLIR i7 Infrared Thermal Imaging Camera 60101-0301 - IvyTools.com. (s. f.). Recuperado 16 de junio de 2019, de Ivy Tools website: <http://www.IvyTools.com/product-p/flir-i7.htm>
23. LOGO! Logic Module. (s. f.). Recuperado 16 de junio de 2019, de siemens.com Global
Recuperado de:
<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo.html>
24. Jeff Keljik. (s. f.). *Electricidad 4: Motores de CA/CC, Controles y Mantenimiento* (9 Edición).
Recuperado de [https://cengageeditores-
ip.vitalsource.com/#/books/9789871486595/cfi/101!/8/4@0.00:40.7](https://cengageeditores-ip.vitalsource.com/#/books/9789871486595/cfi/101!/8/4@0.00:40.7)
25. Jeff Keljik. (2014). *Electricidad 4: Motores de CA/CC, Controles y Mantenimiento* (9 Edición).
Recuperado de [https://cengageeditores-
ip.vitalsource.com/#/books/9789871486595/cfi/101!/8/4@0.00:40.7](https://cengageeditores-ip.vitalsource.com/#/books/9789871486595/cfi/101!/8/4@0.00:40.7)
26. Calloni, J. C. (2009). *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas PyMES*. Recuperado de
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3195694>
27. Linares González, V. (2017). *Montaje eléctrico de instalaciones solares térmicas: MF0603_2* (2a. ed.). Recuperado de
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5350049>

28. Álvarez Pulido, M. (2003). *Controladores lógicos*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3173546>
29. Fr. Martin Sarmiento. (s. f.). *Automatismos Eléctricos Industriales 2*. Recuperado de <https://todoclase.files.wordpress.com/2011/11/2-aparatos-de-maniobra-manual.pdf>
30. Carman Avendaño, S. (2013). *Electrónica digital aplicada para ingeniería mecánica*.
Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5513437>
31. ¿Cuáles son los parámetros básicos que se deben configurar en los variadores de frecuencia? (s. f.). Recuperado 30 de junio de 2019, de https://www.se.com/cl/es/faqs/FA142312/?viewlocale=es_ES
32. Arboledas Brihuega, D. (2010). *Electrónica básica*. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5758951>

VIII.ANEXOS



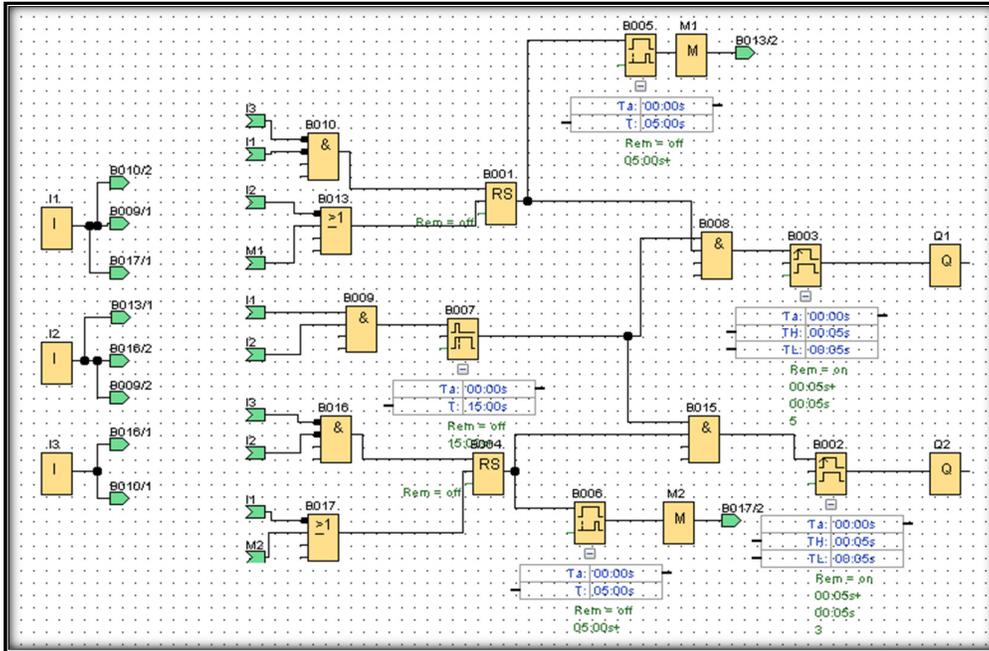
Anexo 1-Forma incorrecta de alimentación de tela

Fuente: Propia



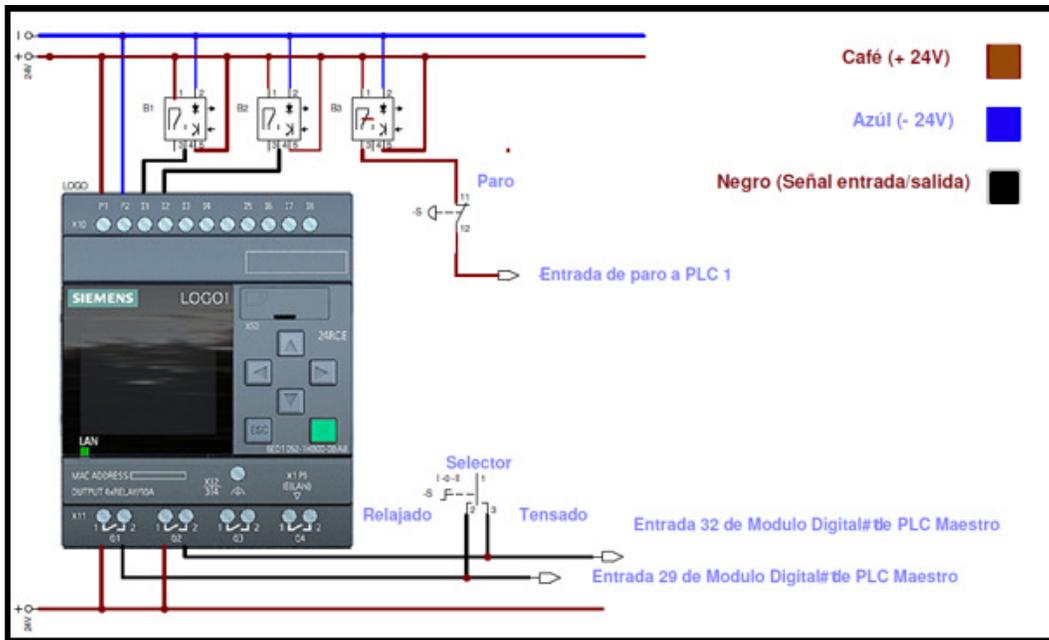
Anexo 2-Forma correcta de alimentación de tela

Fuente: Propia



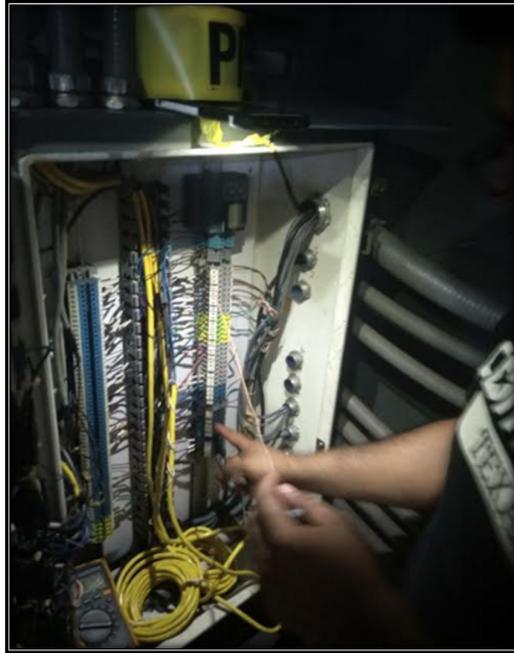
Anexo 3-Programación para sistema de alineamiento automático

Fuente: Propia



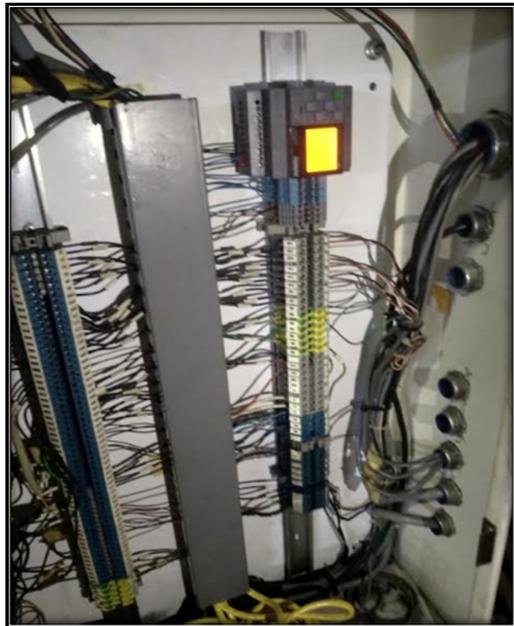
Anexo 4-Diagrama eléctrico de alineador de tela automático.

Fuente: Propia



Anexo 5-Instalación de sensor en límite inferior

Fuente: Propia



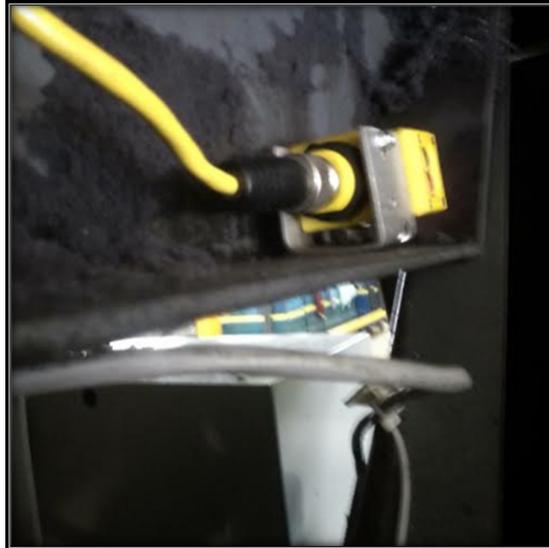
Anexo 6-Instalación de sensor en límite inferior

Fuente: Propia



Anexo 7-Instalación de sensor en límite inferior

Fuente: Propia



Anexo 8-Instalación de sensor en límite superior

Fuente: Propia



Anexo 9-Instalación cinta reflectiva

Fuente: Propia



Anexo 10-Instalación de canaletas y variadores de frecuencia en panel

Fuente: Propia



Anexo 11-Instalación de botonera y pantalla HMI en panel

Fuente: Propia



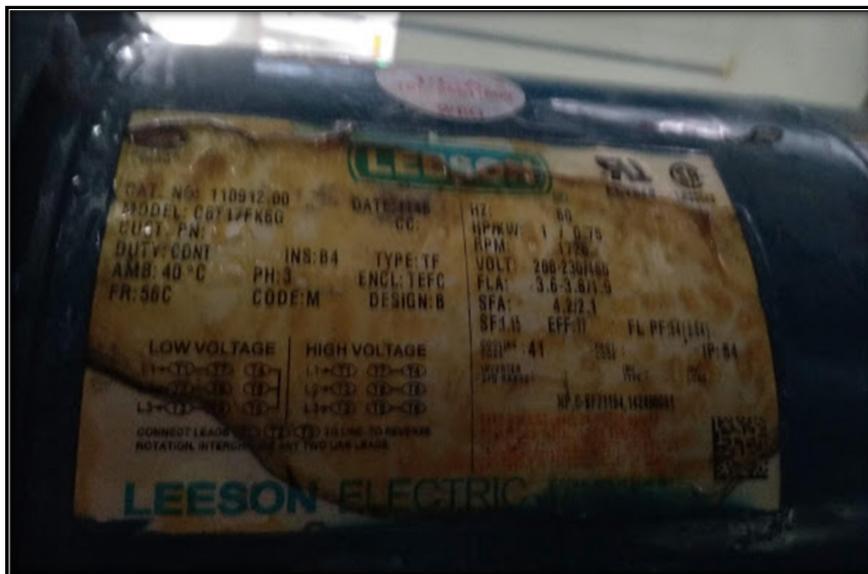
Anexo 12-Instalación y cableado de componentes de control en panel

Fuente: Propia



Anexo 15-Datos de placa para parametrización de motor de 30 HP

Fuente: Propia



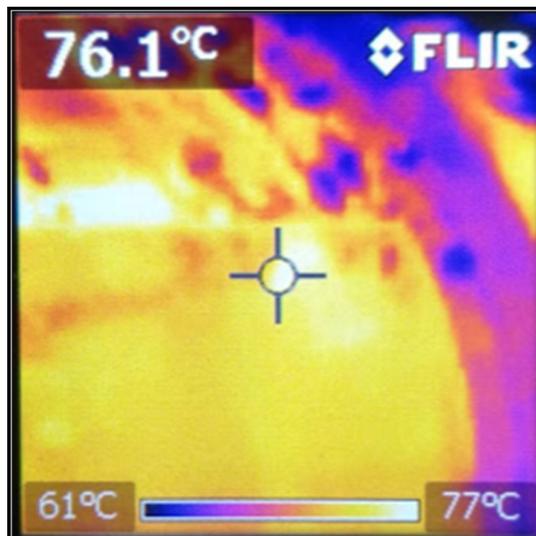
Anexo 16-Datos de placa para parametrización de 1 HP

Fuente: Propia



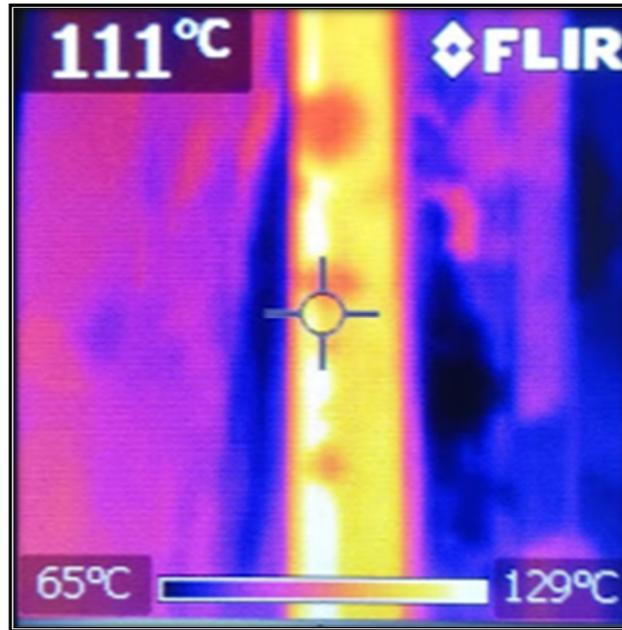
Anexo 17-Cámara termográfica FLIR I7

Fuente: Propia



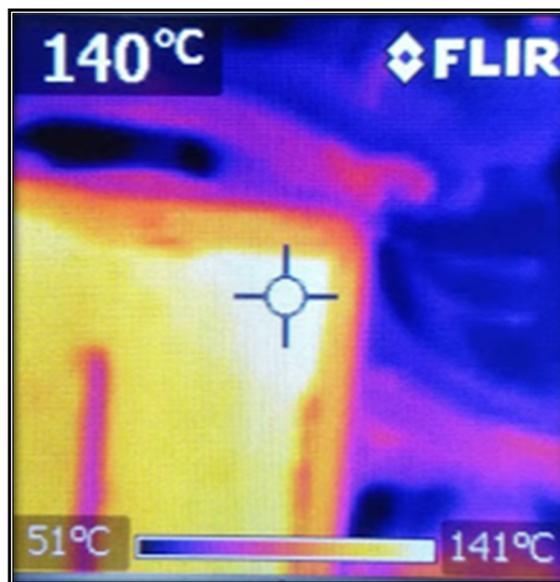
Anexo 18-Imagen termográfica de ducto de aire precalentado

Fuente: Propia



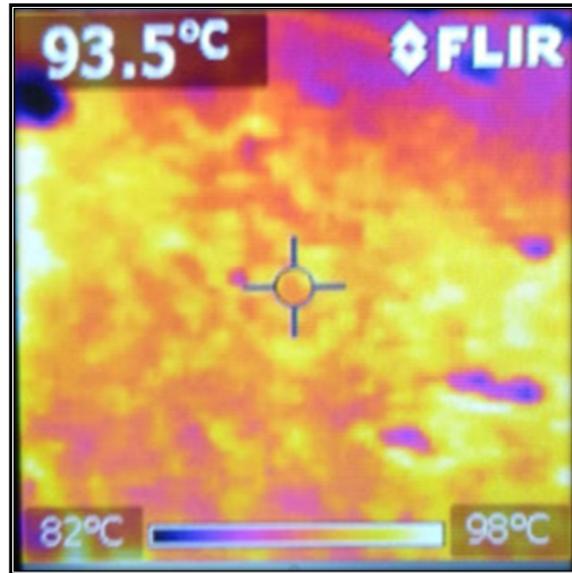
Anexo 19-Fuga en unión de ducto de salida de aire caliente

Fuente: Propia



Anexo 20-Fuga en compuerta de ducto de salida de aire caliente

Fuente: Propia



Anexo 21-Fuga por conductividad en unidad de recuperación de calor

Fuente: Propia