



unitec[®]
LAUREATE INTERNATIONAL UNIVERSITIES®

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

INSTALACIÓN DE MAQUINARIA DE SECADORAS INDUSTRIALES PARA MEJORA DE

PRODUCCIÓN, GILDAN S. DE R.L

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21421018 ROBERTO ALFONZO PAREDES SÁNCHEZ

ASESOR:

ING. DARWIN REYES

CAMPUS SAN PEDRO SULA;

OCTUBRE, 2018

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL, Y PRUBLICACION ELECTRONICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, **Roberto Alfonso Paredes Sánchez**, de San Pedro Sula, autor del trabajo de grado titulado: **Instalación de Maquinaria de Secadoras Industriales para mejora de producción**, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniería en Mecatrónica, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan su finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores. En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 16 días del mes de noviembre del dos mil dieciocho.

Roberto Alfonso Paredes Sánchez

21421018

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Karla Reyes

Miembro de Terna

Ing. Georgina Reyes

Miembro de Terna

Ing. Darwin Reyes

Asesor UNITEC

Ing. Alex López

Jefe de Mantenimiento, GILDAN

Ing. Javier Villanueva

Jefe Académico Ing. Electromecánica

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 la eterna gratitud que siento, cabe dejar en 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 papá por brindarme su apoyo incondicional para estudiar la carrera Ingeniería Mecatrónica, y sus valiosos consejos en los momentos difíciles.

A mi querida mamá, 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, Rocío, 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 mis compañeros, gracias por compartir sus conocimientos a lo largo de la carrera.

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

Índice de Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Definición del problema	3
1.3.	Preguntas de Investigación	4
1.4.	Objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo General.....	4
1.4.2.	Objetivo Específicos	5
1.5.	Justificación	5
III.	MARCO TEORICO	6
3.1.	Temperatura	6
3.1.1	Sensores	7
3.1.2	Clasificación de Sensores.....	7
3.1.3.	PT100.....	8
3.1.4.	Sensor Infrarrojo.....	9
3.1.5.	Regulador de temperatura.....	9
3.2.	Controlador Lógico Programable.....	10
3.2.1	Comienzos del PLC.....	11
3.2.2	Funcionamiento.....	13
3.2.3	PLC X20CP1583.....	14
3.2.4	Módulos E/S ENTRADA Salida	15
3.3	Sistema Neumático	16

3.3.1 Electro Válvula.....	17
3.3.2 Unidad de Mantenimiento	18
3.3.3 Flauta	20
3.4 Sistema de Vapor.....	20
3.4.1 Principales componentes de un sistema de vapor industrial.....	21
3.4.2 Actuadores	22
3.4.3 Riesgo a la salud	23
3.5 Sistema Mecánico.....	26
3.5.1 Blower.....	26
3.5.2 Transmisión Mecánica.....	28
3.5.3 Cesto.....	28
3.6 RCM.....	29
3.6.1 Fases del RCM.....	30
3.6.2 Estructura del RCM.....	32
IV METODOLOGIA.....	34
4.1 Variable de Investigación.....	34
4.1.1 Variables Independiente	34
4.1.2 Variables Dependientes.....	34
4.2 Enfoque y Método.....	34
4.3 Población y Muestra.....	35
4.4 Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	37
4.4.1 Observación	37
4.4.2 La entrevista.....	37

4.5 Materiales	38
4.6 Cronograma de Actividades	39
V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	40
5.1 Instalación de la secadora	40
5.2 Sistema de tuberías.....	41
5.2.1 tuberías de envío de vapor	41
5.3 Instalación del Cesto.....	43
5.4. Sistema Eléctrico	44
5.5 Instrumentación.....	47
5.5.1 Regulador de temperatura Ascon Technologic K49.....	47
5.6 Plan de Mantenimiento	52
5.6.1 Instalación de selectores.....	54
VI. CONCLUSIONES	57
VII. RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	63

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Secadora Tonello Serie TT700.....	3
Ilustración 2. Control de Temperatura de una secadora	6
Ilustración 3. Sensor de temperatura PT100	8
Ilustración 4. Regulador de Temperatura para PT100	10
Ilustración 5. Ejemplos de PLC.....	11
Ilustración 6. PLC - MODICON 084.....	12
Ilustración 7. Ciclo de Operación del PLC.....	14
Ilustración 8. PLC X20.....	14
Ilustración 9. Datos técnicos del PLC	15
Ilustración 10. Módulo X20BC0083.....	15
Ilustración 11. Conjunto de Electroválvulas.....	18
Ilustración 12. Unidad de Mantenimiento de la maquinaria LAVATEC.....	19
Ilustración. 13 Flauta para quitar tamo	20
Ilustración 14. Sistema de Vapor para secadora LAVATEC.....	21
Ilustración 15. Lista de componentes de sistema de vapor.....	21
Ilustración 16. Actuador de presión.....	22
Ilustración 17. Quemadura de primer grado.....	24
Ilustración 18. Quemadura de segundo grado	25
Ilustración 19. Quemadura de tercer grado	26
Ilustración 20. Blower para extracción de tamo.....	27
Ilustración 21. Motor del cesto.....	28
Ilustración 22. Cesto de LAVATEC	29

Ilustración 23. Pasos de RCM.....	32
Ilustración 24. Estructura del RCM	33
Ilustración 25. Tiempo para cada proceso de secado	37
Ilustración 26. Instalación de la secadora LAVATEC	40
Ilustración 27. Planos de la tubería de vapor.....	41
Ilustración 28. Instalación de tubería de vapor	42
Ilustración 29. Instalación de tubería de vapor	42
Ilustración 30. Instalación de Cesto de acero inoxidable	43
Ilustración 31. Plano del cesto	44
Ilustración 32. Panel Eléctrico de secadora.....	45
Ilustración 33. PLC B&R.....	45
Ilustración 34. Montaje de la Electroválvulas.....	46
Ilustración 35. Panel Eléctrico de la secadora LAVATEC	46
Ilustración 36. Prueba de la PT100.....	47
Ilustración 37. Prueba de PT100.....	48
Ilustración 38 Prueba de 180 F.....	48
Ilustración 39. Prueba de la PT100 de la Secadora.....	50
Ilustración 40. Medición, luego de 5 minutos	50
Ilustración 41. Prueba de 10 minutos	51
Ilustración 42. Plano eléctrico del módulo X20B de la secadora LAVATEC	55
Ilustración 43. Instalación de los selectores	56
Ilustración 44. Selectores instalados.....	56
Ilustración 45. Vista General de la Secadora	63

Ilustración 46. Flauta para aire comprimido.....	64
Ilustración 47. Secadoras antes de la instalación	65
Ilustración 48. Secadoras en periodo de Prueba	66
Ilustración 49. Sistema de chimenea.....	67
Ilustración 50. Compuerta de Entrada	68

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de sensores	7
Tabla 2. Rango de temperatura según el material.....	9
Tabla 3. Tipos de Actuador	23
Tabla 5. Cronograma.....	39
Tabla 6. Mantenimiento Mensual.....	53

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Medición de PT100	49
Gráfica 2. PT100 vs Sensor IR.....	51

GLOSARIO

Centrifugado: es un método por el cual se pueden separar sólidos de líquidos de diferente densidad por medio de una fuerza giratoria.

Electroválvula: es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería.

Pigmentos: Es un material que cambia el color de la luz que refleja o transmite como resultado de la absorción selectiva de la luz según su longitud de onda.

Pt100: Los sensores Pt100 son un tipo específico de detector de temperatura RTD (detector de temperatura por resistencia).

RCM o Reliability Centred Maintenance (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad/Confiabilidad): es una técnica más dentro de las posibles para elaborar un plan de mantenimiento en una planta industrial de forma confiable.

RTD o Resistance Temperature Detecto (Detector de Temperatura Resistivo): es un detector de temperatura resistivo, es decir, un sensor de temperatura basado en la variación de la resistencia de un conductor con la temperatura.

SolidWorks: es un software CAD (diseño asistido por computadora) para el modelado mecánico en 2D y 3D.

Tamo: Es la suciedad o residuo que deja la prenda al momento de pasar por una máquina de teñido y secadora

TPM: es un enfoque holístico para el mantenimiento de equipos que se esfuerza por lograr una producción perfecta

Unidad de Mantenimiento Neumático: son el filtro, el regulador y el lubricador, los cuales se conectan por medio de bloques de unión y anclaje o escuadras de fijación, entre otros accesorios.

I. INTRODUCCIÓN

Este documento recopila información sobre los aspectos relacionados con el proyecto de instalación de maquinaria de secado de prendas.

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, 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 expresó al principio, se recopilará la información descriptiva del proceso de instalación de estas máquinas que están automatizadas desde el momento de carga de la prenda hasta la descarga de la misma, este proceso es llevado a cabo desde el mando de su PLC además de poseer una pantalla HMI, Servos, Variadores, Sensores, sistema mecánico, etc.,. La gran mayoría de ellos permiten conexión mediante software y estas ya proveen un sistema automatizado mediante PLC.

Las siguientes fuentes bibliógrafas provienen de varias publicaciones de investigación libros, revista, artículos basadas en lo que es la automatización industrial para mejorar la producción en el proceso que harán las máquinas secadoras.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

GILDAN es un proveedor líder de prendas de vestir básicas de calidad para toda la familia, incluyendo camisetas, 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, 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. Además, "la empresa comercializa sus productos a una amplia gama de minoristas en Estados Unidos y Canadá, y produce para una selección de marcas de consumo globales líderes en deportes y estilo de vida" (FUNDARHRSE, 2017).

La planta RN3 de Gildan Hosiery realiza el proceso de teñido mediante el uso de pigmentos y químicos que aportan el color y textura deseada. Este tipo de pigmentación se realiza con químicos que cambian la carga de los iones en la tela lo que asegura que los pigmentos se adhieran a esta, luego del proceso de teñido pasan a las máquinas secadoras que se encargan de secar el producto mediante un centrifugado y separan al mismo tiempo el tamo que llevan esas prendas de vestir.

La planta RN3 cuenta con 26 secadoras Industriales LAVATEC cada una de ellas automatizadas desde el momento de cargarlas con el producto hasta la descarga de la prenda ya seca, para luego pasar al área de folding para su revisión y empaquetado.

En los últimos años la demanda de tejido de calcetines ha disminuido considerablemente y se ha aumentado lo que es la producción de prendas de vestir. Debido a esto, la planta RN3 se ha visto obligada a enfocarse en el proceso de las prendas, razón por la cual instaló 4 secadoras LAVATEC serie TT700 (se puede apreciar en la ilustración 1), cada uno de ellas tiene capacidad de 300Kg y 50 revoluciones por minuto para secar las prendas aproximadamente en 1 hora, dependiendo de algunos factores.



Ilustración 1. Secadora Tonello Serie TT700

Fuente: Ariel Hernández (Supervisor de mantenimiento), 2018

1.2. Definición del problema

“El problema es el centro de la investigación. Su planteamiento se realiza en forma de pregunta que relacione dos o más variables entre sí, esté planteada con claridad y sea susceptible de ser probada empíricamente” (Prieto & Hoz, 2011, p.138).

El incremento de la demanda de productos de prendas de vestir ha hecho que la planta RN3, de GILDAN, se vea en la situación de instalar maquinaria de secado para aumentar su producción y poder cumplir con las crecientes demandas. Este equipo debe ser instalado en un periodo de tiempo determinado para comenzar con las labores. Durante la instalación se revisará el correcto funcionamiento del sensor de temperatura, la unidad de mantenimiento de aire comprimido, la instalación del panel eléctrico y su sistema mecánico.

1.3. Preguntas de Investigación

¿Se necesitan más máquinas de secadoras?

¿Qué tipo de instalación es la más adecuada para las secadoras LAVATEC?

¿En qué magnitud se aumentará la producción en el área de secado?

1.4. 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 (Sampieri, Collado & Lucio, 2010, p.34).

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar la instalación de maquinaria de secado LAVATEC para mejorar la producción del proceso de la planta de forma segura y eficiente.

1.4.2. Objetivo Específicos

- Establecer un plan de mantenimiento mensual para la nueva máquina secadora.
- Determinar el correcto funcionamiento del sensor PT100 y el sensor de temperatura infrarrojo.
- Realizar la instalación de selectores para el mantenimiento y limpieza del cesto.

1.5. Justificación

En una empresa que produce prendas de vestir como la empresa textil GILDAN, es necesario contar con suficientes maquinarias de secado y de teñido. La empresa aprobó la instalación de 4 secadoras industriales para agilizar el proceso de secado, con el fin de cumplir la demanda de producción de prendas de vestir. La instalación de la misma debe ser de forma adecuada y eficiente para no poner en riesgo la integridad del operador al momento de trabajar con la secadora.

III. MARCO TEORICO

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

3.1. Temperatura

La temperatura se puede definir como 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 (Rosenberg, Epstein & Krieger, 2009, p.2).

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

3.1.1 Sensores

Mayne (2003) enuncia: "Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas" (p.1).

Como se definió en la sección anterior, es importante mantener un rango de temperatura apropiado para 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).

3.1.2 Clasificación de Sensores

Tabla 1. Clasificación de sensores

Criterio	Clases	Ejemplos
Aporte de energía	Moduladores, generadores	Termistor
Señal de salida	Analógico, Digital	Potenciómetro, codificador de posición
Modo de operación	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, p.7).

3.1.3. PT100

Los dispositivos RTD o Resistance Temperature Detector (Detector de Temperatura Resistivo) 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 20Ω y $20k\Omega$. La ventaja más importante es que son lineales dentro del rango de temperatura entre -200°C y 850°C (Mayne, 2003, p.4).



Ilustración 3. Sensor de temperatura PT100

Fuente: RS Components, 2018

La Tabla 2, muestra la respuesta de la resistencia del platino a la temperatura con respecto a otros materiales.

Tabla 2. Rango de temperatura según el material

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

Fuente: Bueche & Hecht, 2007, p. 152

3.1.4. 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°C a 2000°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 (Pallas, 2007, p.10).

3.1.5. Regulador de 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 (véase ilustración 4). ¿Cuál es el mejor instrumento para regular la temperatura? Según Kirk, Weedon, & Kirk (2005), la respuesta a esta pregunta no es fácil debido a la existencia de una gran variedad dispositivos de medición disponibles en el mercado y a los distintos requisitos de instalación y medición.



Ilustración 4. Regulador de Temperatura para PT100

Fuente: Direct Industry, 2018

3.2. 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 (véase ilustración 5). Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

Contreras (2015) indica: "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 5. Ejemplos de PLC

Fuente: BonusCursos, 2018

Un automatismo es un sistema que realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Los objetivos de un automatismo son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión, disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales (Nistal, 2002, p.34).

3.2.1 Comienzos del PLC

En sus comienzos, los controladores se limitaban a realizar procesos secuenciales repetitivos y se programaban exclusivamente con listas de instrucciones usando equipos de programación pesados y voluminosos. A partir de la aparición del microprocesador, los equipos eran capaces de manejar mayor cantidad de datos y realizar operaciones aritméticas sencillas. A medida que estas operaciones fueron más complejas, los controladores pudieron tomar los datos del campo en forma

numérica, resolver ecuaciones y generar señales correctivas al proceso (lazos cerrados).

El PLC (Control Lógico Programable) apareció con el propósito de eliminar el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés (relays) a finales de los años 60. La empresa Bedford Associates (Bedford, MA) propuso un sistema al que llamó **Modular Digital Controller o MODICON** (véase ilustración 6). a una empresa fabricante de autos en los Estados Unidos.

El **MODICON 084** fue el primer PLC producido comercialmente. Con este Sistema cuando la producción necesitaba variarse, entonces se variaba el sistema y este estaba listo para seguir trabajando.

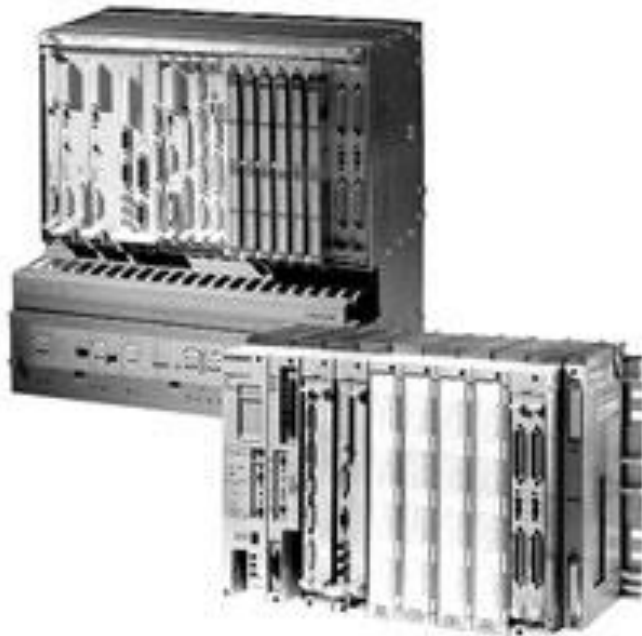


Ilustración 6. PLC - MODICON 084

Fuente: Unicrom, 2018

3.2.2 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, comprueban:

- El bus de conexiones de las unidades de E/S.
- El nivel de la batería, si esta existe.
- La conexión de las memorias internas del sistema.
- El módulo de memoria exterior conectado, si existe.

En el segundo bloque se consultan los estados de las entradas y de las salidas y se elaboran las órdenes de mando o de salida a partir de ellos. El tiempo de ejecución de este bloque de operaciones es la suma del:

- Tiempo de acceso a interfaces de E/S.
- Tiempo de escrutación de programa.
- Número y ubicación de las interfaces de E/S.
- Longitud del programa y tipo de CPU que lo procesa.

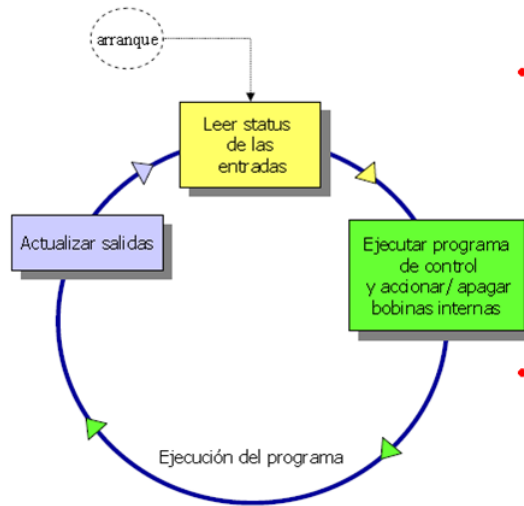


Ilustración 7. Ciclo de Operación del PLC

Fuente: SlideShare, 2018

3.2.3 PLC X20CP1583

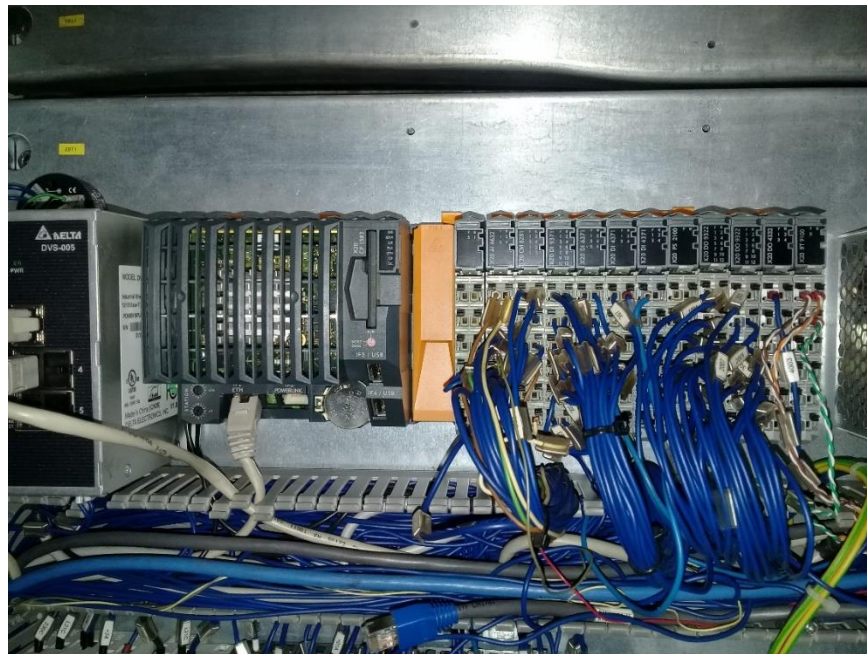


Ilustración 8. PLC X20

Fuente: Propia, 2018

Model number	Short description
X20CP1583	X20 CPUs X20 CPU, ATOM 333 MHz compatible, 128 MB DDR2 RAM, 1 MB SRAM, removable application memory: CompactFlash, 1 insert slot for X20 interface modules, 2 USB interfaces, 1 RS232 interface, 1 Ethernet interface 10/100/1000 Base-T, 1 POWERLINK interface, incl. supply module, 1 X20TB12 terminal block, slot cover and X20 locking plate (right) X20AC0SR1 included, order application memory separately.

Ilustración 9. Datos técnicos del PLC

Fuente: B&R, 2011

3.2.4 Módulos E/S ENTRADA Salida

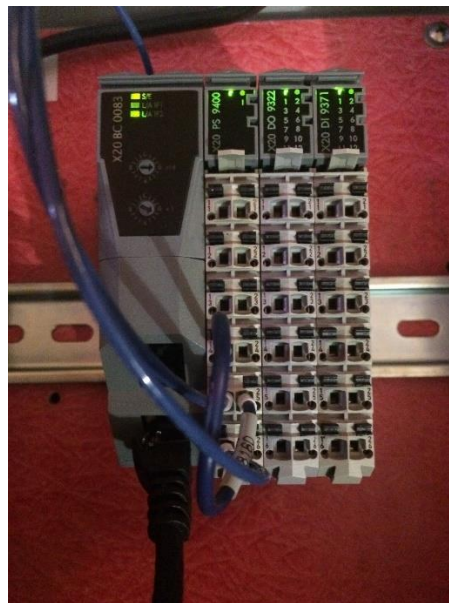


Ilustración 10. Módulo X20BC0083

Fuente: Ebay, 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 E/S se logra la integración del PLC con el entorno ya que por medio de estas tarjetas 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.

3.3 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).

3.3.1 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 11. Conjunto de Electroválvulas

Fuente: Propia, 2018

3.3.2 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 (véase ilustración 12). El conjunto no debe estar a más de 5 metros 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 12. Unidad de Mantenimiento de la maquinaria LAVATEC

Foto: Propia, 2018

3.3.3 Flauta

Es el sistema en cual consiste en quitar el tamo en exceso que está en el panel del filtro, el sensor detecta partículas que se encuentran en el filtro y manda una señal al PLC para activar una electroválvula para el paso del aire comprimido y quitar el tamo, este componente se encuentra en la parte superior de la malla y cuenta con 8 peinetas en el cual circula el aire comprimido (véase ilustración 13).



Ilustración. 13 Flauta para quitar tamo

Fuente: Propia, 2018

3.4 Sistema de Vapor

Las secadoras LAVATEC poseen un sistema de entrada de vapor con una temperatura aproximada de 160 °C (320°F), esto es para el proceso de secado de las prendas de vestir que viene húmedas del proceso de teñido, es importante que la tubería tenga protección, por la alta temperatura que tiene, ya que una fuga puede presentar un riesgo físico para un empleado de la empresa causándole quemaduras.



Ilustración 14. Sistema de Vapor para secadora LAVATEC

Foto: Propia, 2018

3.4.1 Principales componentes de un sistema de vapor industrial

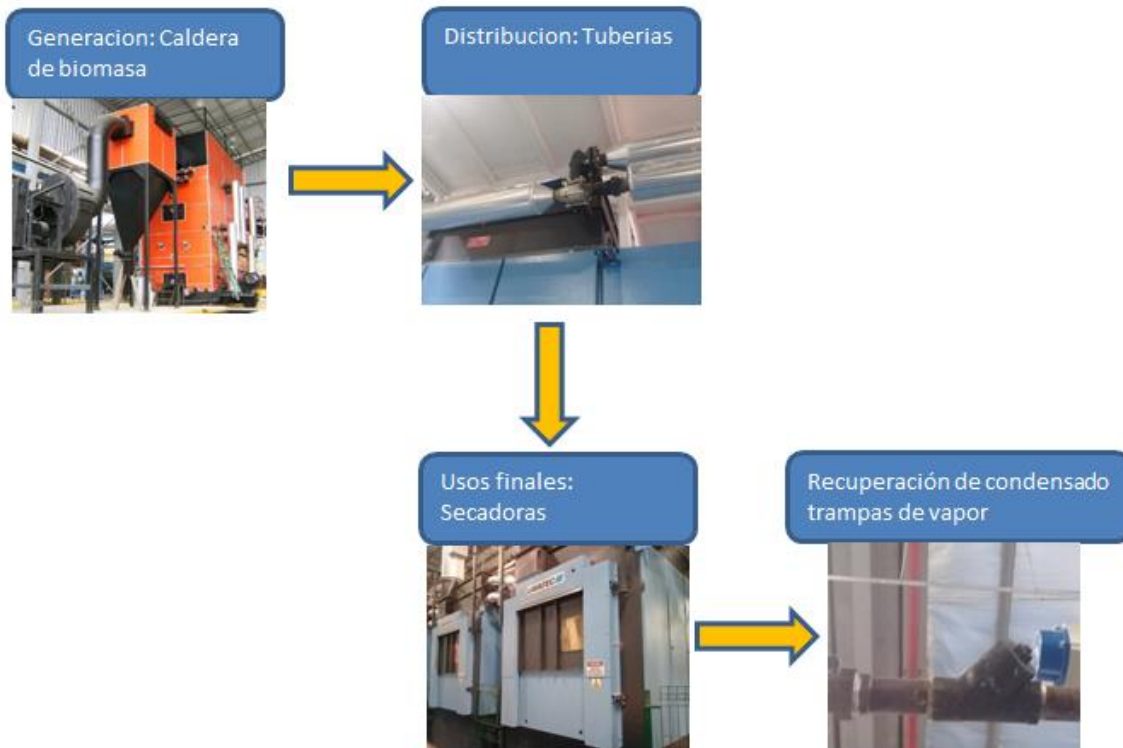


Ilustración 15. Lista de componentes de sistema de vapor

Fuente: Propia, 2018

3.4.2 Actuadores

Un 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. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control, como por ejemplo una válvula. Son los elementos que influyen directamente en la señal de salida del automatismo, modificando su magnitud según las instrucciones que reciben de la unidad de control.



Ilustración 16. Actuador de presión

Fuente: Propia, 2018

San Nicolás (2009) afirma: "Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o "actuar" otro dispositivo mecánico" (p.56).

Tabla 3. Tipos de Actuador

	<u>Actuador Neumático</u>	<u>Actuador Eléctrico</u>	<u>Actuador Hidráulico</u>
Fuerza Generadora de Movimiento	Presión de aire	Energía eléctrica	Presión hidráulica
Elemento Motriz	Émbolo, Pistón o Veleta	Motor Eléctrico	Émbolo, Pistón o Veleta
Transmisión de Fuerza o Torque	Eje o Cremallera	Reductor	Eje
Conversión mecánica	Yugo o Piñón	- No hay -	Yugo o Piñón

Fuente: Actuadores, 2017

3.4.3 Riesgo a la salud

Todo mundo desea un lugar de trabajo seguro y saludable, pero lo que cada persona está dispuesta a hacer para lograr este útil objetivo puede variar mucho. La consecuencia es que la gerencia de cada firma debe decidir a qué nivel, a lo largo de un amplio espectro, debe dirigir el esfuerzo de la seguridad y la salud. Algunos administradores niegan esta responsabilidad e intentan dejar la decisión a los empleados (Rieske & Asfahl, 2010, p.1).

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales de 1995 (LPRL) hace referencia, en su artículo 4, al término "riesgo laboral", definiéndolo como "la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo" para, a continuación, indicar que "para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorará conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo", en referencia a esos dos factores, la probabilidad y la severidad, a tener en cuenta en el procedimiento de evaluación de los riesgos (Clé, Olivares, Chamorro, Mata, Serrano, Hernández, 2009, p.11).

Las tuberías que transporta el vapor hacia las secadoras alcanzan altas temperaturas que, sin una adecuada protección contra el calor, las personas cerca de éstas, pueden sufrir graves quemaduras.

Las quemaduras son el resultado de un traumatismo físico o químico que induce la desnaturalización de las proteínas tisulares, produciendo desde una leve afectación del tegumento superficial hasta la destrucción total de los tejidos implicados. Producen tres efectos: pérdida de líquidos, pérdida de calor, lo que puede causar hipotermia y pérdida de la acción barrera frente a los microorganismos, aumentando la susceptibilidad de infección (Boluda, Torreblanca, Santos & Núñez, 2011, p.27).

QUEMADURAS DE PRIMER GRADO

- Eritema o enrojecimiento cutáneo.
- Dolorosas.
- No flictenas.
- Curación espontánea en 5 días.
- No producen secuelas permanentes en la piel.



Ilustración 17. Quemadura de primer grado

Foto: Selecciones, 2011

QUEMADURAS DE SEGUNDO GRADO SUPERFICIAL

- Presencia de flictena o ampollas intactas.
- Dolorosas > Folículo piloso conservado.
- Retorno venoso normal.
- Remisión en 8-10 días.
- Posibilidad de despigmentación cutánea o discromía.



Ilustración 18. Quemadura de segundo grado

Foto: Guía Salud, 2011

QUEMADURAS DE TERCER GRADO

- Indolora.
- Blanquecina, amarilla o marrón oscuro.
- Apegaminada y correosa.
- Vasos trombo sados.
- Tratamiento quirúrgico obligado.
- Puede requerir amputación.
- Secuelas importantes.



Ilustración 19. Quemadura de tercer grado

Foto: Guía Salud, 2011

3.5 Sistema Mecánico

Las secadoras LAVATEC poseen un sistema mecánico que está constituido por un blower y motorreductores.

3.5.1 Blower

Los sopladores industriales usan un principio bastante simple de funcionamiento: una ventola dotada de aspas, que rueda en el interior de un estator (véase ilustración 20).

La fuerza centrífuga en la rotación crea unos pequeños vórtices de aire que van trasladando de las paletas de la aspiración hasta la salida. No hay partes en contacto, por lo cual el soplador no necesita de mantenimiento ordinario, sin embargo, pueden trabajar en continuo solamente en ciertos intervalos de presión, en cuanto al aire aspirado es utilizado como fluido de refrigeración.

Aplicaciones

Las aplicaciones en las que podemos ver este tipo de equipos son las siguientes:

- Alimentación y embotellado.
- Medio Ambiente.
- Electrónica.
- Envasado de producto alimentario y no alimentario.
- Industria química, médica y textil.
- Metalurgia, metalización y semiconductores.
- Limpieza industrial de componentes.
- Transporte neumático.

("Sopladores Industriales", 2016)



Ilustración 20. Blower para extracción de tamo

Fuente: Propia, 2018

3.5.2 Transmisión Mecánica

Los Reductores ó Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente, es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son los engranajes y las correas de transmisión.

En el caso de secadoras LAVATEC usan motor en el cual con banda dentada mueven un eje y este movimiento hace que se mueven el cesto para su rotación.



Ilustración 21. Motor del cesto

Fuente: Propia, 2018

3.5.3 Cesto

Como se puede apreciar en la ilustración 21, el cesto es un componente cilíndrico donde se coloca la prenda de vestir para el proceso de secado, está hecho de acero inoxidable, posee cuatro aspas de 7.5 de alto, su función es mover la ropa junto con el cesto al momento del centrifugado.



Ilustración 22. Cesto de LAVATEC

Fuente Propia, 2018

3.6 RCM

Como parte de los objetivos de este proyecto, se debe elaborar un plan de mantenimiento para las secadoras LAVATEC, 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.

3.6.1 Fases del RCM

La metodología en la que se basa RCM supone ir completando una serie de fases 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 23. Pasos de RCM

Fuente: Enovalevante, 2017

3.6.2 Estructura del RCM

El Mantenimiento Centrado en Fiabilidad o RCM va más allá. Tras el estudio de fallos, no sólo obtenemos un plan de mantenimiento que trata de evitar los fallos potenciales y previsibles, sino que además aporta información valiosa para elaborar o modificar el plan de formación, el manual de operación y el manual de mantenimiento.



Ilustración 24. Estructura del RCM

Fuente: rcm3.org, 2017

Romero Gómez (2012) nos dice: “La organización del mantenimiento engloba ciertas actividades necesarias para su consecución. Entre ellas se pueden destacar el planeamiento de las acciones propias de mantenimiento a largo y corto plazo” (p. 225).

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

- Ingreso de Vapor.
- Procedimiento de proceso de secado.

4.1.2 Variables Dependientes

- Temperatura.

4.2 Enfoque y Método

La investigación cuantitativa es seria y elegante; los datos cuantitativos permiten hacer tablas y gráficas que ilustran adecuadamente un fenómeno. En las ciencias exactas se inspiraron las ciencias sociales, tales como la sociología, la economía, la psicología, la administración.

El enfoque cualitativo no se busca cuantificar, sino comprender determinado fenómeno; es decir, establecer cómo se relaciona un aspecto con otro (Del Cid, Méndez, & Sandoval, 2011, p.23).

Para la realización de este proyecto fue necesario el uso de ambos enfoques, tanto el enfoque cuantitativo como el enfoque cualitativo.

- Enfoque cuantitativo fue de gran ayuda para realizar los cálculos y mediciones requeridas para realizar la instalación del sistema de las secadoras, ya que fue necesario realizar las mediciones para delimitar el espacio necesario para el sistema. Adicionalmente fue necesario a la hora de realizar los cálculos para la cantidad de tubería necesaria para el sistema de distribución, calcular la temperatura de la PT100 e infrarrojo.
- El enfoque Cualitativo fue muy útil para obtener los datos descriptivos del proyecto, ya que este se basa en datos descriptivos que se pueden obtener mediante la observación, entrevista y técnicas que proporcionan datos no medibles, el enfoque se involucró al personal de GILDAN como son los técnicos ya que ellos cuentan con mayor conocimiento para la instalación de las secadoras.

4.3 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, las cuales en conjunto suponen una demanda de secado con capacidad de 300kg.

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 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 (véase ilustración 25).

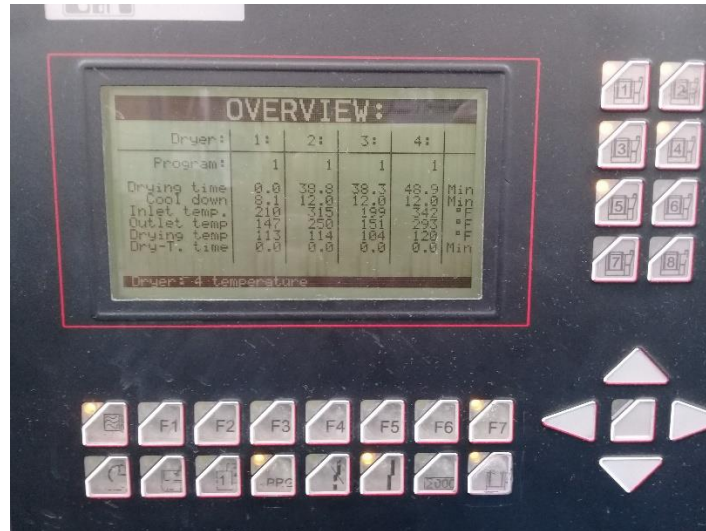


Ilustración 25. Tiempo para cada proceso de secado

Fuente: Propia, 2018

4.4 Técnicas e Instrumentos Aplicados

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

4.4.1 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 ubicación más eficiente para la instalación de las secadoras, a partir de esto se logró designar el área de instalación de los blower y accesorios de tuberías y posteriormente a la construcción de la estructura de estos, finalizando con la obtención de los resultados en la fase de prueba de temperatura y envió de vapor.

4.4.2 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.

4.5 Materiales

Para la instalación de las secadoras se utilizaron los siguientes materiales:

- Válvulas de trampa condensado DN40.
- Actuador Neumático.
- Tubería de acero inoxidable de 2 pulgadas.
- PT100.
- Sensor IR.
- Reductor.
- Blower.
- Válvulas Neumáticas de ½ pulgadas.
- Cable 12 AWG.
- Lances de tubo inoxidable de 3 y 2 pulgadas.
- Codo inoxidable de 3 y 2 pulgadas.
- Lances de platina de hierro.
- Lances de canaleta de 4pulgadas de ancho.
- Válvulas de hierro de 3 y 2 pulgadas.
- Nipes galvanizaos de 3 y 2 pulgadas.
- Abrazadera de acero inoxidable de 3 y 2 pulgadas.
- Bomba neumática ARO 13.6 GPM.
- Tuercas y Tornillos galvanizados.
- Flanges con cuello de 3 y 2 pulgadas.

- Lances de tubo inoxidable cuadrado 1"X1"X12 pies.
- Lances de tubo inoxidable de 3 y 2 pulgadas.
- Codo inoxidable de 3 y 2 pulgadas.
- Flanges con cuello 2 a 5 pulgadas clase 150.
- Tuercas y tornillos galvanizados.
- BREAKER SENCILLO SCHNEIDER.
- Motor de 5 HP trifásico.

4.6 Cronograma de Actividades

Tabla 4. Cronograma

Actividades	Semana Wk									
	Wk1	Wk2	Wk3	Wk4	Wk5	Wk6	Wk7	Wk8	Wk9	Wk10
Instalación de la Estructura	■	■	■							
Instalación de salida de vapor				■						
Verificación del sistema neumático						■	■	■		
Realizar pruebas de entrada de vapor					■			■		
Realizar Check List de las secadoras								■		
Verificación del cableado eléctrico				■	■					
Realizar pruebas de secado							■			
Realizar pruebas mecánicas								■	■	■

Fuente: Propia, 2018

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

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

Los resultados obtenidos con la instalación de las Secadoras LAVATEC fueron resultados positivos ya que se instaló de manera correcta la estructura y el sistema de tubería, el proyecto tiene la capacidad de secar 1200 kg de prendas por las 4 máquinas LAVATEC al mismo tiempo, se verifico el sistema mecánico y la revisión de la temperatura.

5.1 Instalación de la secadora



Ilustración 26. Instalación de la secadora LAVATEC

Foto: Ariel Hernández (Supervisor), 2018

Se procedió a instalar la estructura de la secadora cada una de ellas con una separación de 0.97 metros y una longitud en total de 12 metros, ya que se tomó en

cuenta la longitud de tuberías del vapor, de tal forma que la estructura sea capaz de soportar la carga del sistema a máxima capacidad (véase ilustración 26).

5.2 Sistema de tuberías

5.2.1 tuberías de envío de vapor

La instalación del sistema de tuberías para el envío de vapor (que procede de biomasa o caldera de bunker) se realizó mediante el uso de tubería de acero inoxidable de 26.9 pulgadas de diámetro con un grosor de 2 ¾ pulgadas, se utilizó un total de 3125.50 metros de tubería para cada secadora además con una protección térmica para evitar que un operario o técnico toque la tubería y sufra una lesión o quemadura.

Para el diseño de las tuberías de envío de vapor hacia las secadoras, se determinó que el uso de 1 tubería sería el diseño más eficiente ya que se usaría menos espacio y lances de tubería para la instalación del sistema.

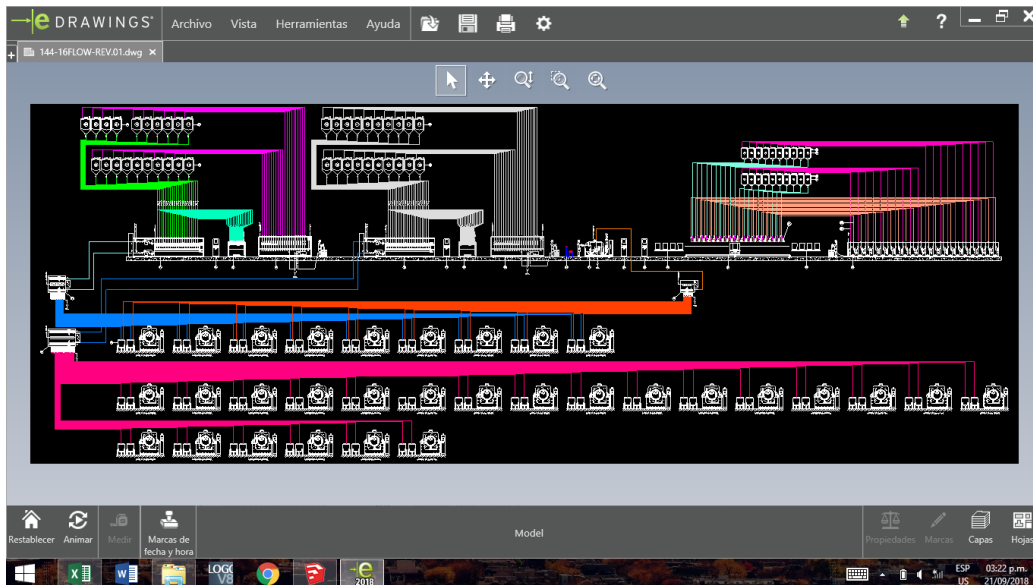


Ilustración 27. Planos de la tubería de vapor

Fuente: Propia, 2018



Ilustración 28. Instalación de tubería de vapor

Fuente: Propia, 2018

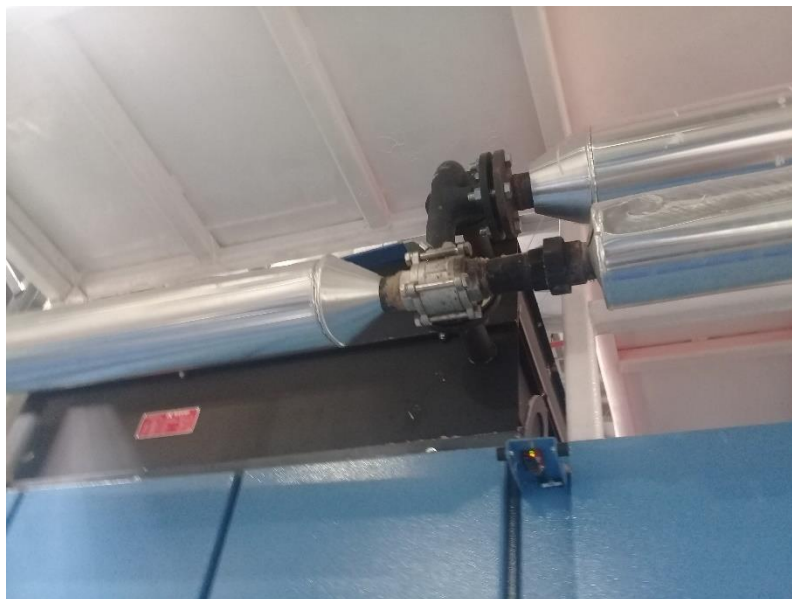


Ilustración 29. Instalación de tubería de vapor

Fuente: propia, 2018

5.3 Instalación del Cesto

Se realizó la instalación del cesto de acero inoxidable y se niveló para que el momento del centrifugado no muestre anomalías.



Ilustración 30. Instalación de Cesto de acero inoxidable

Fuente: Propia, 2018

Se realizó un plano mediante el programa SolidWorks para el diseño del cesto, donde se le dio medidas en milímetros para tener un respaldo al momento de que un cesto muestre deformaciones o no se pueda utilizarse nuevamente, y proceder a enviárselo al proveedor con las especificaciones requeridas.

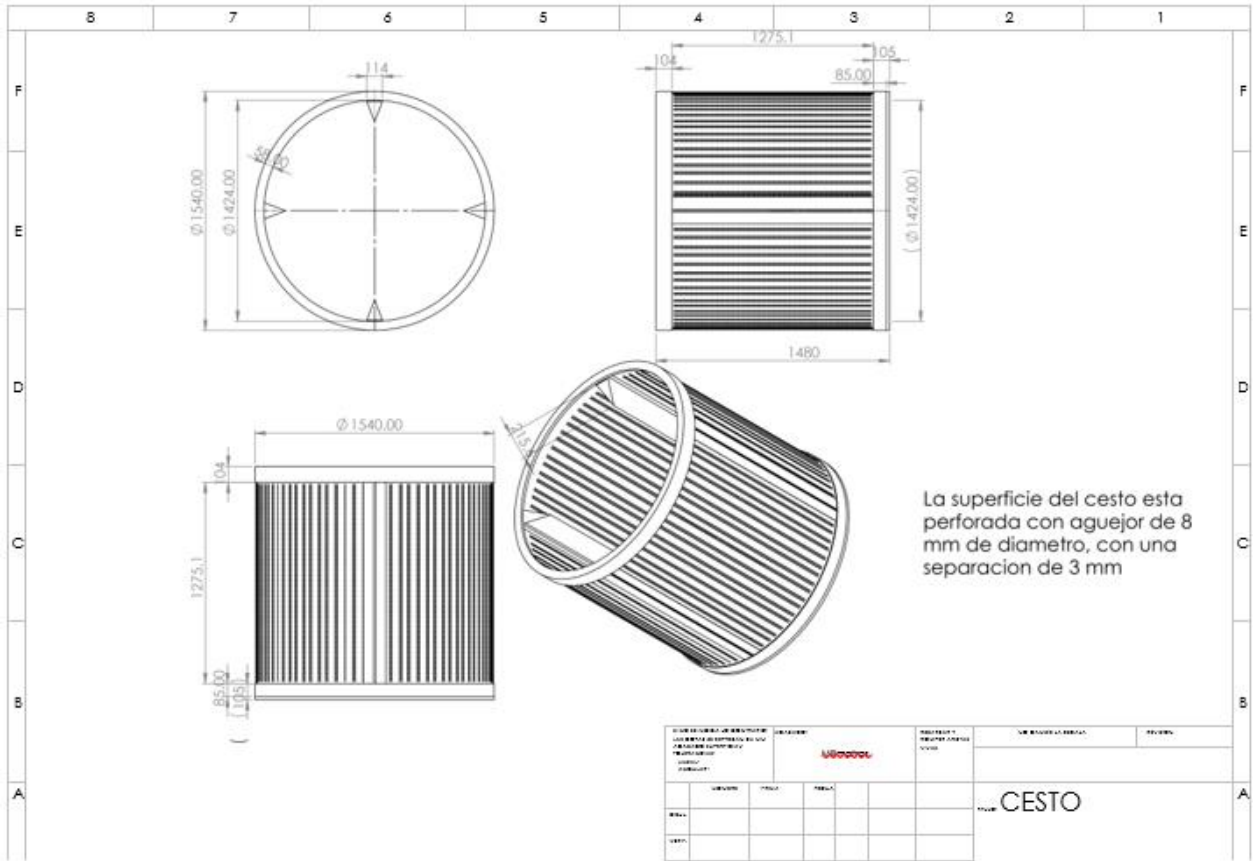


Ilustración 31. Plano del cesto

Fuente: Propia, 2018

5.4. Sistema Eléctrico

El panel eléctrico ya viene con los componentes cableados e instalados por el proveedor, se realizó solamente la instalación de las electroválvulas neumáticas y verificar el PLC B&R que no presentara ningún fallo en la señal de salida de las electroválvulas.



Ilustración 32. Panel Eléctrico de secadora

Fuente: Propia, 2018

Se procedió a verificar el cableado ya que, al momento de hacer pruebas, la compuerta de carga y descarga de la secadora no cerraba y se realizó la verificación del relé, electroválvula y el propio PLC, se encontró la causa del problema que era un falso en la salida digital del PLC.

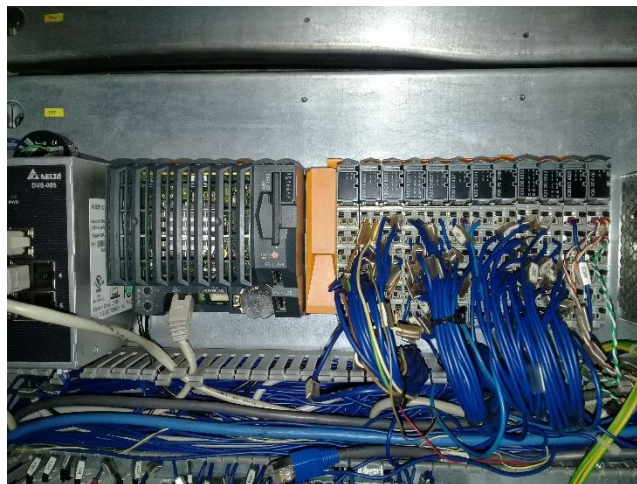


Ilustración 33. PLC B&R

Fuente: Propia 2018

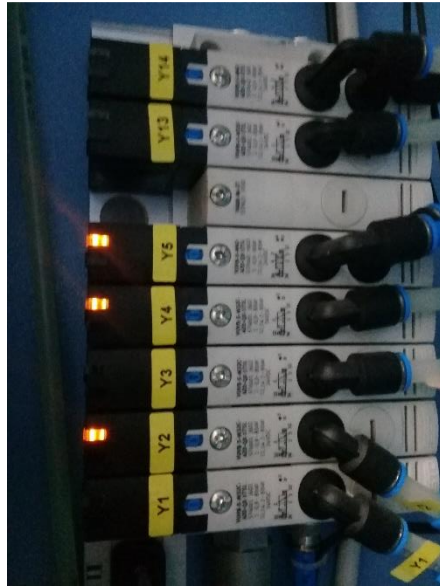


Ilustración 34. Montaje de la Electroválvulas.

Fuente: Propia, 2018

Se procedió a encender el panel eléctrico (véase ilustración 35), y se verifico que la pantalla encendiera de forma correcta y que tuviera los parámetros establecidos según el fabricante y se procedió hacer pruebas con prendas.



Ilustración 35. Panel Eléctrico de la secadora LAVATEC

Fuente Propia, 2018

5.5 Instrumentación

A continuación, se presenta el instrumento utilizado para la medición de los resultados obtenidos en el proyecto.

5.5.1 Regulador de temperatura Ascon Technologic K49

Para regular con precisión la temperatura de proceso sin una intensa participación del operador, un sistema regulador de temperatura confía en un regulador, que acepta como entrada un sensor de temperatura como la PT100 y el sensor IR. Compara la temperatura real con la temperatura de control deseada, o punto de ajuste, y proporciona una salida a un elemento de control.

5.5.1.1 Prueba de la PT100

Se realizaron las pruebas de temperatura en el cesto interno de la maquina con el objetivo de validar el correcto funcionamiento de la entrada de vapor en la máquina y que esta cumple con las temperaturas de secado a 180°F.

Se realizó la instalación del sensor PT100 en el cesto para medir la temperatura ambiente interna en cada una de las maquinas.

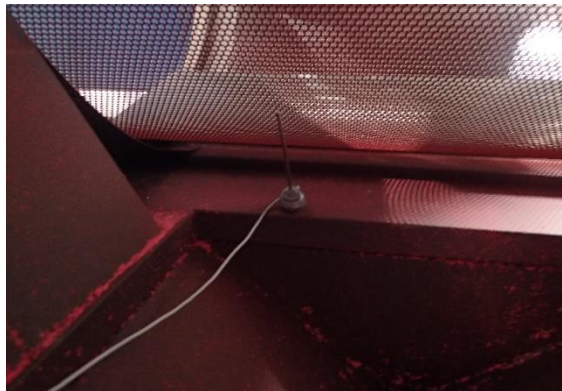


Ilustración 36. Prueba de la PT100

Fuente: Propia, 2018

Esta prueba se realizó con un lote de 130 kg, color "Grey". La temperatura inicial en el sensor Pt100 fue de 107°F.



Ilustración 37. Prueba de PT100

Fuente: Propia, 2018

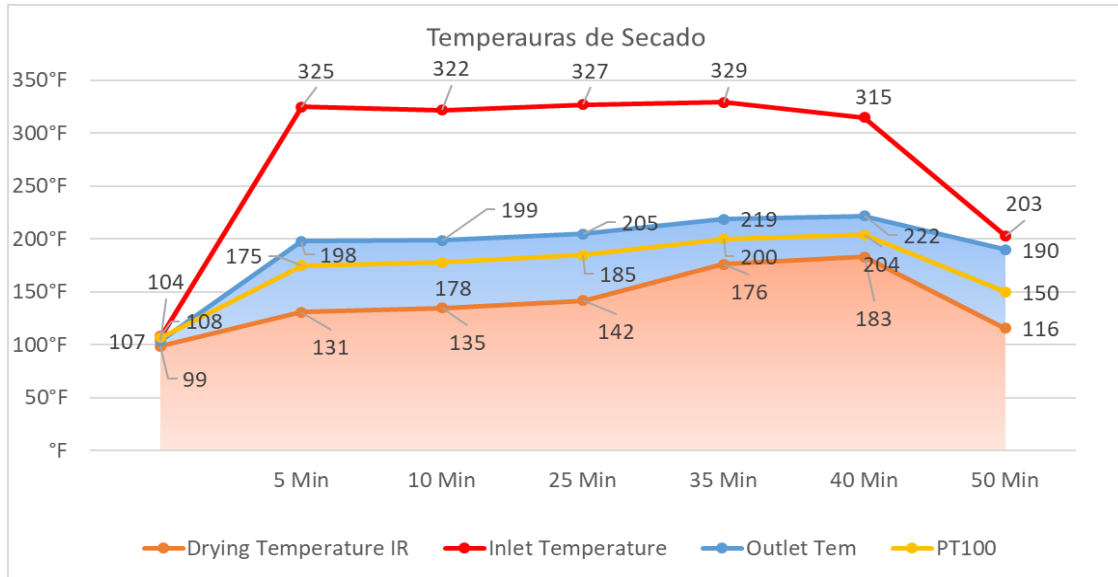
Después de 12 minutos la temperatura alcanzó valores de 180 °F.



Ilustración 38 Prueba de 180 F

Fuente Propia 2018

La temperatura en la maquina se logró mantener de manera constante durante todo el proceso de secado en la máquina, alcanzando valores máximos de 204°F.



Gráfica 1. Medición de PT100

Fuente: Propia, 2008

5.5.1.2 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.



Ilustración 39. 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 40). mientras que el Sensor IR llego a 117 °F.



Ilustración 40. Medición, luego de 5 minutos

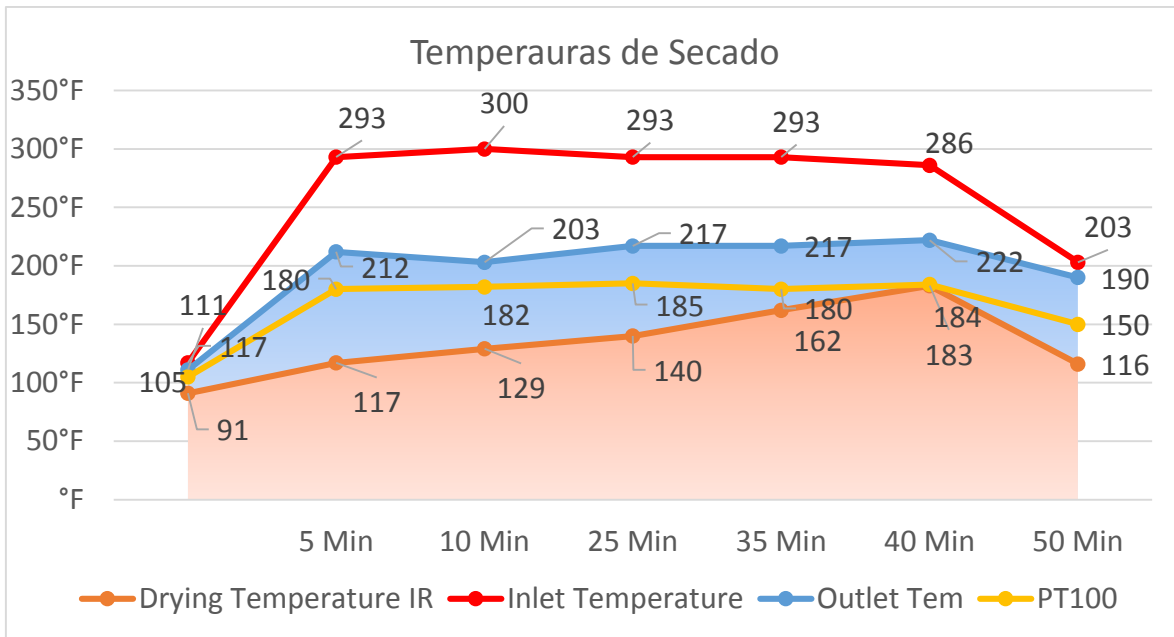
Fuente: Propia,2018



Ilustración 41. Prueba de 10 minutos

Fuente: Propia, 2018

Se puede observar que la maquina logra mantener una temperatura promedio de 185°F mientras que, la temperatura del Sensor IR, se muestra que aumenta respecto al tiempo.



Gráfica 2. PT100 vs Sensor IR

Fuente: Propia, 2018

Como se muestra en el grafico 2, 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.

5.6 Plan de Mantenimiento

Para el proyecto de la instalación de secadoras LAVATEC 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 6).

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 la secadora se realizara en 4 horas aproximadamente y con dos técnicos realizando dicho mantenimiento.

Tabla 5. Mantenimiento Mensual

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tipo de Actividad	Realizado		MCP
			SI	NO	
	<i>Realizar procedimiento de lockout tagout, así como también demarcar el área de trabajo y utilización equipo de protección personal.</i>	NA			NA
1	SISTEMA ELECTRICO				
1.1	SUB-SISTEMA: CONTROL				
1.1A	COMPONENTE: PANEL ELECTRICO				
1	Limpiar y sopletear panel de control de la maquina asegurar que el panel quede libre de toda partícula contaminante.	LI			
2	Realizar una verificación operativa del paro de emergencia para verificar su funcionamiento.	VO			
3	Limpiar contactores de panel con limpiador de contactos.	LI			
4	Revisión y Apriete de Borneras, variador y botoneras.	IV			
5	Verificar el funcionamiento del variador y sus conexiones, que no haya falso contacto	IV			
6	Verificación del funcionamiento del panel de teclado de mando del control de Humedad.	VO			
1.1B	COMPONENTE: MECANISMO DE SEGURIDAD Y ACCIONAMIENTO				
1	Verificación del funcionamiento de switch principal.	VO			
2	Verificar el switch de encendido y apagado de la máquina.	VO			
3	Revisión del pulsador de comienzo de ciclo y correcto funcionamiento de luz piloto	VO			
1.1C	COMPONENTE: INTERCAMBIADOR DE CALOR				
1	Realizar Limpieza del Sensor PT100 de entrada.	LI			
2	Realizar Limpieza del sensor PT100 de Salida.	LI			
3	Verificación del estado del cableado del sensor infrarrojo de lectura de temperatura de carga.	IV			
4	Realizar limpieza de sensor infrarrojo de lectura de temperatura de carga .	LI			
1.1D	COMPONENTE: BLOWER				
1	Limpiar y sopletear blower de la máquina para asegurar que quede libre de tamo.	LI			
2	Realizar medición de consumo de corriente del motor principal. Consumo debe ser menos de 3.6 Amp. por fase. Anotar	VO			
1.1E	COMPONENTE: MOTOR PRINCIPAL (CESTO)				
1	Limpiar y sopletear motor principal de la máquina para asegurar que esté libre de tamo.	LI			
2	Realizar medición de consumo de corriente del motor principal. Consumo debe ser menos de 0.8Amp por fase. Anotar L1 _____ L2 _____ I3 _____	VO			
3	Revisión de fijación y funcionamiento de motor .	VO			
2	SISTEMA MECANICO				
2.1	SUB-SISTEMA: MAQUINA Y ESTRUCTURA				
2.1A	COMPONENTE: ESTRUCTURA				
1	Realizar limpieza del filtro separador de tamo de la parte inferior de la secadora.	LI			
2	Limpieza general del secador y quitar toda partícula contaminante de la secadora	LI			
3	Remover toda acumulación de contaminantes en el interior del tambor de la secadora.	LI			
4	Remover la malla metálica y limpiar el intercambiador de calor utilizando aire comprimido.	LI			

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Tipo de Actividad	Realizado		MCP
			SI	NO	
	<i>Realizar procedimiento de lockout tagout, así como también demarcar el área de trabajo y utilización equipo de protección personal.</i>	NA			NA
5	Verificar las buenas condiciones físicas de la tubería de vapor.	IV			
6	Revisión del estado del llamador de la compuerta.	IV			
7	Revisar el estado del empaque de la compuerta.	IV			
2.1B	COMPONENTE: CESTO				
1	Revisar la tensión de la banda del motoreductor principal.	IV			
2	Revisión de fijación y alineamiento del motor.	IV			
3	SISTEMA NEUMÁTICO				
3.1	SUB-SISTEMA: SISTEMA NEUMÁTICO				
3.1A	COMPONENTE: ELECTROVALVULA				
1	Verificar las condiciones físicas de las mangueras de aire comprimido.	IV			
2	Verificar y limpiar electroválvulas y que su funcionamiento sea correcto.	IV			
3	Verificar que el pistón de entrada de vapor funcione correctamente.	VO			
4	Verificar que el pistón de la compuerta de enfriamiento funcione correctamente.	VO			
5	Revisar que el manómetro funcione correctamente (6bar).	IV			
6	Verificar que la unidad de mantenimiento de aire comprimido funcione correctamente	IV			
<i>Orden y limpieza del área, retirar el equipo de bloqueo, habilitar interruptor principal y suministros.</i>					
<i>Verificar y comprobar que la máquina opera correctamente después de habilitar.</i>					

Fuente: Propia, 2018

5.6.1 Instalación de selectores

Como parte del mantenimiento, se verificó que al momento de cambio de prenda para el proceso de secado los operarios realizan una limpieza interna de la secadora, el problema se presenta ya que el programa del PLC no abre la compuerta de carga y descarga, por ello, los operarios tenían que ajustar de forma manual las electroválvulas para abrir las compuertas, causando que puedan dañar las electroválvulas. Se procedió a instalar unos selectores para que al momento de realizar la limpieza el operador pueda abrir o cerrar la compuerta sin tocar los componentes.

Para la instalación se tuvo que revisar el manual eléctrico de la secadora para localizar las salidas del Módulo X20BC0083 del PLC.

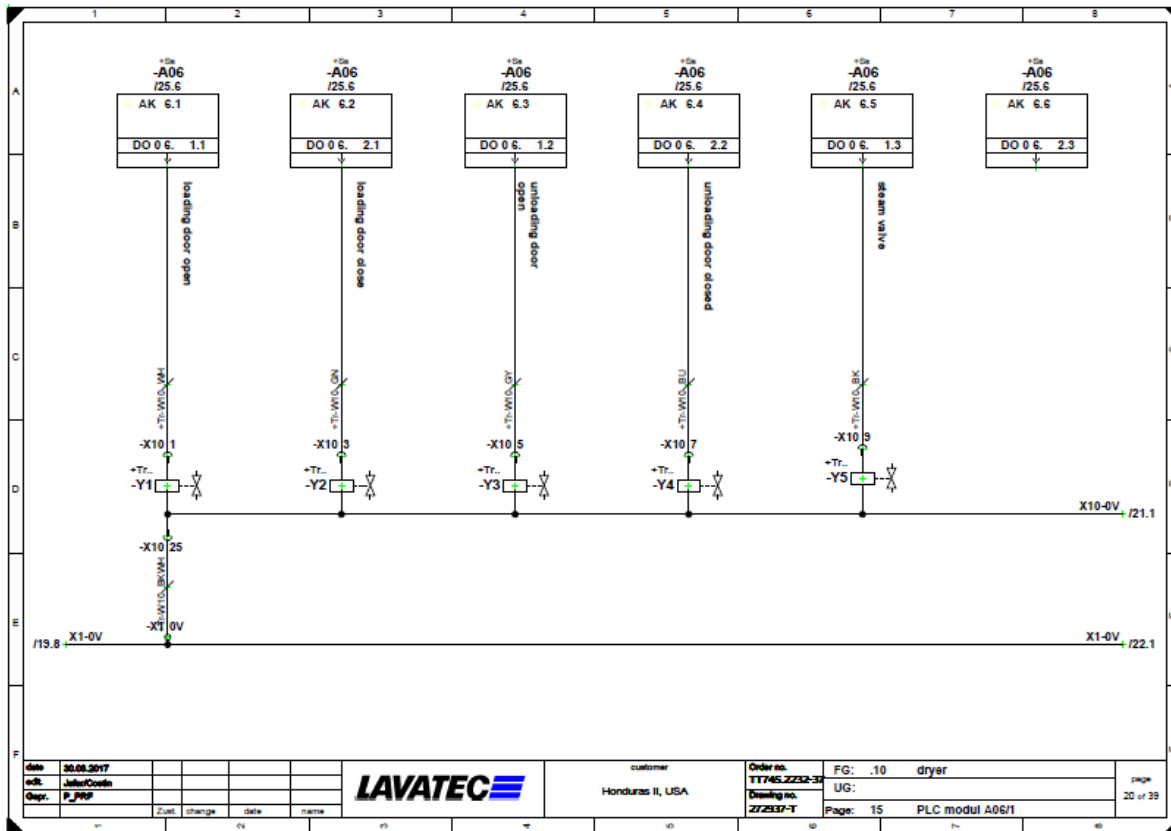


Ilustración 42. Plano eléctrico del módulo X20B de la secadora LAVATEC

Fuente: Manual LAVATEC, 2018

Una vez identificado el cableado del diagrama (ver ilustración 42), se procedió a la instalación de los selectores conectándolos a la salida del módulo.



Ilustración 43. Instalación de los selectores

Fuente: Propia, 2018

Se instaló los selectores en una caja eléctrica, y posee operación manual como automática para realizar la limpieza. Al final se etiquetó y se alineó al panel principal de la secadora.



Ilustración 44. Selectores instalados

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 plan de mantenimiento basado en RCM mensual de la secadora para los sistemas neumáticos, sistema eléctrico y mecánico.
- Se hicieron pruebas del funcionamiento de los sensores PT100 y el sensor IR, en el cual consistía en verificar los datos mostrados en el regulador y compararlos con los parámetros establecidos mostrados en la pantalla del panel eléctrico, su resultado fue el correcto en el proceso de la prueba.
- Se realizó la instalación de los selectores, donde tiene la opción de abrir de forma automática o manual de las compuertas de descarga y carga para el mantenimiento y limpieza del cesto.

VII. RECOMENDACIONES

Para la Empresa:

- Implementar un inventario de bodega para repuestos para futuras reparaciones de la secadora LAVATEC.
- Implementar un mantenimiento semestral para las secadoras 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.

BIBLIOGRAFÍA

Boluda, T., Torreblanca, P., Santos, L., & Nuñez, F. (2011). *Guía de práctica clínica para el cuidado de personas que sufren quemaduras*. Sevilla, España:

Escandón Impresores.

Bueche, F., & Hecht, E. (2007). *Física General* (10a ed.). México: McGraw-Hill /

INTERAMERICANA EDITORES, S.A de C.V.

Clé, J., Olivares, I., Chamorro, J., Hernánz, M., Mata, J., & Serrano, M. (2009).

Seguridad y Salud en el Trabajo. Barcelona, España: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, INSHT.

Contreras, J. (2015). Importancia de los PLC. Recuperado de

<http://jesusconl1.blogspot.com/2015/10/importacion-de-los-plc.html>

Del Cid, A., Mendez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación, Fundamentos y*

Metodología (2a ed.). México: Pearson Educación.

Dominguez, J. B. (2015). *Manual de Metodología de la Investigación Científica* (3a

ed.). Perú: Gráfica Real S.A.C.

FUNDARHRSE. (2017, Marzo 22). Buenas prácticas responsables. Recuperado de

<http://fundahrse.org/buenas-practicas-responsable/gildan/>

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>

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>

Kirk, F. W., Weedon, T. A., & Kirk, P. (2005). *Instrumentation*. Orland Park: American Technical Publishers, Inc.

Mayne, J. (2003). *Sensores, Acondicionadores y Procesadores de señal sílica*.

Recuperado de <http://www.tecnologiaycultura.net/docs/Sensores.pdf>

Nistal, F. J. (2002). *Automatismos eléctricos* (3a ed.). España: Thomson Editores.

Pallas, R. (2007). *Sensores y Acondicionadores de Señal* (4a ed.). Marcombo.

Prieto, J., & Hoz, A. (2011). *Metodología de la Investigación* (1a ed.). México: Pearson Educación.

Ramírez Vilegas, G. (2015). ¿Qué son las conclusiones? Recuperado de

<https://es.scribd.com/doc/53142169/Que-son-las-conclusiones>

Rieske, D., & Asfahl, C. R. (2010). *Seguridad Industrial y Administración a la Salud* (6a ed.). México: Pearson Educación.

Rojas, R. (2000). *Guía para realizar investigaciones sociales* (4a ed.). México: Plaza y Valdes, P y V Editores.

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>

Rosenberg, J., Epstein, L., & Krieger, P. (2009). *Química* (9a ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Sampieri, R. Collado, C., & Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (5a ed.). México: McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A de C.V.

San Nicolás, A. S. (2009). *Neumática Práctica* (1a ed.). Madrid, España: Paraninfo.

Sole, A. C. (2007). *Neumática e Hidráulica* (1a ed.). España: Marcombo.

Sopladores Industriales. (2016). Recuperado de <http://www.vimatec.com.co/sopladores-industriales/>

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>

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.

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/>

ANEXOS



Ilustración 45. Vista General de la Secadora

Fuente: Propia, 2018



Ilustración 46. Flauta para aire comprimido

Fuente: Propia, 2018



Ilustración 47. Secadoras antes de la instalación

Fuente: Propia, 2018



Ilustración 48. Secadoras en periodo de Prueba

Fuente: Propia, 2018



Ilustración 49. Sistema de chimenea

Fuente: Propia, 2018



Ilustración 50. Compuerta de Entrada

Fuente: Propia, 2018