



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

TECNÓLOGO EN: ELECTROMECAÁNICA

**TEMA: REPOTENCIACIÓN DE LA CÁMARA DE SECADO DE PINTURA,
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DISPOSITIVO LÓGICO
PROGRAMABLE PLC (LOGO), PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL
PROCESO DE SECADO Y ACABADO DE PIEZAS METÁLICAS, EN EL
COMANDO LOGÍSTICO Nº 25 REINO DE QUITO EN EL AÑO 2019**

AUTOR: CHIGUANO SANDOVAL, LUIS FERNANDO

DIRECTOR: ING. CHIPUGSI CALERO, FREDY JULIÁN

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO

Certifico que la monografía, **“REPOTENCIACIÓN DE LA CÁMARA DE SECADO DE PINTURA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DISPOSITIVO LÓGICO PROGRAMABLE PLC (LOGO), PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y ACABADO DE PIEZAS METÁLICAS, EN EL COMANDO LOGÍSTICO Nº 25 REINO DE QUITO EN EL AÑO 2019”** fue realizado por el señor **Chiguano Sandoval, Luis Fernando**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Latacunga, 15 enero del 2020

ING. Chipugsi Calero, Freddy Julián

C.C.0502943541



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Chiguano Sandoval, Luis Fernando**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **“REPOTENCIACIÓN DE LA CÁMARA DE SECADO DE PINTURA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DISPOSITIVO LÓGICO PROGRAMABLE PLC (LOGO), PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y ACABADO DE PIEZAS METÁLICAS, EN EL COMANDO LOGÍSTICO Nº 25 REINO DE QUITO EN EL AÑO 2019”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 15 enero del 2020



Chiguano Sandoval, Luis Fernando

C.C. 0503279895



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAICA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Chiguano Sandoval, Luis Fernando** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“REPOTENCIACIÓN DE LA CÁMARA DE SECADO DE PINTURA, MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN DISPOSITIVO LÓGICO PROGRAMABLE PLC (LOGO), PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE SECADO Y ACABADO DE PIEZAS METÁLICAS, EN EL COMANDO LOGÍSTICO Nº 25 REINO DE QUITO EN EL AÑO 2019”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de responsabilidad.

Latacunga, 15 enero del 2020



Chiguano Sandoval, Luis Fernando

C.C. 0503279895

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi familia que es el pilar fundamental de mi vida, por su atención, trabajo y confianza, por el apoyo brindado dentro de mi carrera y así pueda llegar a cumplir mi meta con éxito. A mi esposa Cecibel y a mi hijo Dylan, que con su apoyo incondicional siempre han estado presentes brindándome su comprensión y paciencia para poder lograr la meta trazada. A todas las amistades que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Chiguano S. Luis F.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por la salud, a mi familia y amistades tan maravillosas que me ha regalado, a mi “Ejército Cohesionado y Vencedor” que me ha brindado esta oportunidad de superarme, a todo el personal de Sres. Docentes que forman parte de la Unidad de Tecnologías – ESPE, por brindarnos todos sus conocimientos, en especial al Sr. Ing. Chipugsi Julián por su dedicación para que este trabajo final culmine de una manera exitosa.

Chigano S. Luis F.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA

CERTIFICADO	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Alcance.....	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Cámara- horno de secado.....	5
2.1.1 Tipos de hornos de secado.....	6
2.2 Métodos de secado	7

2.3	Dispositivos eléctrico y de protección.....	7
2.4	Dispositivos de control.....	9
2.4.1	Plc logo.	9
2.4.2	Controlador de temperatura.	9
2.5	Sistema de combustión	11
2.5.1	Gas licuado de petróleo (glp).	11
2.5.2	Quemador de gas de potencia.	11

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DIMENSIONAMIENTO

3.1	Inspección técnica de estado actual del horno de secado	13
3.2	Fallas en el sistema de combustión.	15
3.3	Falla en el sistema eléctrico	16
3.4	Falla en el sistema de control.....	17
3.5	Recuperación del sistema de combustión	19
3.5.1	Quemador de gas.	19
3.5.2	Electroválvulas.	22
3.5.3	Conductores de gas.	22
3.6	Recuperación del sistema eléctrico.....	23
3.6.1	Selección del breker principal.	25
3.6.2	Selección del breker del gabinete de control.....	26
3.6.3	Selección de conductor.....	27
3.6.4	Puesta a tierra.....	30
3.7	Recuperación del sistema de control	31
3.7.1	Preparación del gabinete.	31
3.7.2	Dispositivos de maniobra.	33
3.7.3	Control de temperatura.	33
3.7.4	Programación del PLC (LOGO)	34
3.8	Recuperación del cuerpo del horno de secado	35

CAPITULO IV**RESULTADOS**

4.1 Resultados obtenidos con el horno de secado de pintura37

CAPITULO V

CONCLUSIONES..... 40

RECOMENDACIONES 41

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 42

ANEXOS 45

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Composición del gas</i>	11
Tabla 2	<i>Consumo total de amperaje del equipo</i>	24

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i>	Horno de secado.	5
<i>Figura 2</i>	Horno convección.....	6
<i>Figura 3</i>	Horno de túnel.....	7
<i>Figura 4</i>	Tablero eléctrico.....	8
<i>Figura 5</i>	Plc logo.....	9
<i>Figura 6</i>	Esquema de un termopar.....	10
<i>Figura 7</i>	Quemador de gas.....	12
<i>Figura 8</i>	Estado en que se encuentra el equipo.	13
<i>Figura 9</i>	Ficha técnica del estado del equipo	14
<i>Figura 10</i>	Estado superficial del horno de secado.....	15
<i>Figura 11</i>	Componentes de combustión.....	16
<i>Figura 12</i>	Estado eléctrico del circuito.....	17
<i>Figura 13</i>	Gabinete en malas condiciones.....	18
<i>Figura 14</i>	Diagrama de porcentaje de fallas.....	19
<i>Figura 15</i>	Componentes del quemador de gas.....	19
<i>Figura 16</i>	Funcionamiento del quemador de gas.	21
<i>Figura 17</i>	Ubicación del quemador de gas.....	21
<i>Figura 18</i>	Reemplazo de electroválvulas.....	22
<i>Figura 19</i>	Tuberías de gas.....	23
<i>Figura 20</i>	Manómetro de presión.....	23
<i>Figura 21</i>	Diagrama unifilar del horno.	25
<i>Figura 22</i>	Caja térmica.	26
<i>Figura 23</i>	Cableado del panel de control.....	28
<i>Figura 24</i>	Instalación de electroválvulas.....	28
<i>Figura 25</i>	Instalación de enchufe.....	29
<i>Figura 26</i>	Fuente de 110V.....	29
<i>Figura 27</i>	Conexión eléctrica del quemador.	30
<i>Figura 28</i>	Puesta a tierra.	30
<i>Figura 29</i>	Perforación del gabinete.....	31
<i>Figura 30</i>	Gabinete pintado.	32
<i>Figura 31</i>	Ubicación de dispositivos de maniobra.	33
<i>Figura 32</i>	Conexión del control de temperatura.....	33

<i>Figura 33</i> Diagrama en cadsimu.....	35
<i>Figura 34</i> Eliminación de óxido del horno.....	36
<i>Figura 35</i> Preparación de pintura anticorrosiva.....	36
<i>Figura 36</i> Proceso de pintado del horno.....	36
<i>Figura 37</i> Prueba con pintura electroestática.....	37
<i>Figura 38</i> Resultados prueba 1.....	38
<i>Figura 39</i> Prueba con pintura sintética.....	39
<i>Figura 40</i> Resultados prueba 2.....	39

RESUMEN

La presente monografía es realizada en los talleres de pintura, del Batallón de Mantenimiento “QUISQUIS” perteneciente al Comando Logístico Nro. 25 “Reino de Quito”. La cámara de secado de pintura, es utilizada en el área de sanblastin, en todo el proceso de repotenciación de piezas metálicas de armamento menor, en donde intervienen la necesidad de pintarlos, cumpliendo con los parámetros de tiempo y temperatura que indica el manual de funcionamiento. Para ello se procede al remplazo de componentes que se encontraban en mal estado, en cada uno de sus sistemas (eléctrico, combustión y de control) hasta ponerle en funcionamiento. La cámara cuenta con un sistema de combustión, eléctrico y de control que son fundamentales en todo el proceso de trabajo. El equipo se alimenta con un voltaje de 110V el mismo que se encuentra protegido con protecciones eléctricas. La cámara funciona con un PLC (LOGO) que controla el accionamiento de las electroválvulas de paso de gas, (GLP) y un controlador que indica la temperatura del equipo. Este actúa de acuerdo al tipo de pintura al horno que se va a utilizar (electroestática, sintética, entre otros). Dependiendo del tipo de pintura se aplica una temperatura de curtido en la cámara, hasta alcanzar una máxima de 200 °C y obtener un acabado óptimo en la pieza metálica en el menor tiempo posible.

Palabras claves:

- **PINTURA ELECTROSTÁTICA – CÁMARA DE SECADO**
- **COMANDO LOGÍSTICO REINO DE QUITO**
- **CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**

ABSTRACT

The present monograph is carried out in the painting workshops of the Batallón de Mantenimiento "QUISQUIS" belonging to the Logistic Command No. 25 "Reino de Quito". The paint drying chamber is used in the sanblastin area, in the whole process of repowering metallic pieces of minor armament, where the need to paint them intervenes, complying with the time and temperature parameters indicated in the operation manual. To do this, components that were in poor condition are replaced in each of their systems (electrical, combustion and control) until they are put into operation. This chamber has a combustion, electrical and control system, which are fundamental in the whole work process, the equipment will be fed with a voltage of 110V, the same one that is protected with electrical protections. The chamber works with a PLC (LOGO) that controls the activation of the gas passage electrovalves (GLP), and a controller that will indicate the temperature of the equipment. This will act according to the type of over paint to be used type of (electrostatic, synthetic, among others). Depending on the paint, a tanning temperature will be applied in the chamber, which will reach a maximum of 200 °C until an optimum finish is obtained on the metal part in the shortest possible time.

Keywords:

- **ELECTROSTATIC PAINTING - DRYING CHAMBER**
- **LOGISTIC COMMAND KINGDOM OF QUITO**
- **PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

Actualmente el Comando Logístico Nro. 25 “REINO DE QUITO” dispone de un taller de mantenimiento, en donde se realizan trabajos de pintura para piezas sólidas, estos tipos de trabajos son desarrollados de acuerdo a la necesidad o a la demanda que tiene cada unidad. Por tal motivo es de suma importancia conservar las herramientas y equipos de trabajo en cada uno de los talleres para poder cumplir con los requerimientos del escalón superior, pero por negligencia y por el mismo uso de los equipos estos tienden a sufrir cualquier tipo de daño y es necesario solventar estas necesidades, en la actualidad existe un horno-cámara de secado pintura que se encuentra en mal estado por falta de presupuesto no se encuentra en condiciones de funcionamiento lo cual es necesario recuperarlo para que vuelva a satisfacer la demanda en el taller de pintura, con todos estos antecedentes surge la necesidad de la Repotenciación de la cámara de secado para materiales sólidos que se encuentra en los talleres de este Comando, y es de suma importancia volverle a ponerlo nuevamente en marcha y que se continúen realizando los trabajos con toda la normalidad.

1.2 Planteamiento del problema

El Comando Logístico Nro. 25 “REINO DE QUITO” es el ente encargado de proporcionar apoyo logístico integral a todas las unidades del Ejército Ecuatoriano, una de las tareas fundamentales de este reparto militar es el mantenimiento en todos los escalones y niveles del material asignado por el estado Ecuatoriano, tanto en material de

intendencia, de guerra y transporte. De acuerdo al requerimiento de la institución esta cuenta con talleres encargados de la conservación del material, pero debido al uso o mala manipulación por parte de los operarios, los equipos y maquinaria de los talleres tienden a sufrir daños lo que ocasiona la pérdida de los equipos y maquinaria.

Con el fin de solventar esta necesidad urge recuperar la cámara de secado de pintura para materiales sólidos la misma que se encuentra en mal estado y no cuenta con la seguridad adecuada para el operario, como consecuencia del mal estado de la cámara de secado se han suspendido trabajos de pintura en los talleres lo que genera una pérdida a la unidad ya que para solventar este problema se tiene que realizar los trabajos en empresas privadas. La recuperación de este horno de pintura es de gran utilidad en el taller de pintura ya que se puede realizar los trabajos que se realizan en esta unidad.

1.3 Justificación

El mejoramiento de la línea de acabado superficial de pintura en materiales sólidos en el taller de pintura del Comando Logístico Nro. 25 "REINO DE QUITO" permitirá optimizar los procesos y ello contribuirá a incrementar la velocidad de producción, a través de la reducción en tiempos de entrega, mejorando la calidad y como consecuencia de ello alcanzar niveles altos de credibilidad de parte de los beneficiarios finales.

Al contar con los equipos necesarios y en perfecto estado de funcionamiento lograremos satisfacer las necesidades a las que está expuesto este taller y poder cumplir con la misión que esta unidad está asignada.

El aporte industrial y tecnológico no está apartado de los estándares de calidad, y en la actualidad éstos deben responder no solo a las exigencias del mercado industrial sino de un programa de impacto ambiental. En la actualidad todo lo que se pueda aportar en el desarrollo industrial de un país en vías de desarrollo como el Ecuador, no puede estar exento de la calidad y de la protección del medio ambiente. Por este motivo, el proyecto de repotenciación de la cámara de secado de pintura con la utilización de un combustible no tradicional, en esta clase de servicio, como el gas comercial se logra disminuir costos de servicio y la contaminación del medio ambiente, además de aprovechar de mejor manera el tiempo de trabajo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Repotenciar la cámara de secado de pintura, mediante la utilización de un dispositivo lógico programable PLC (LOGO), para la optimización del proceso de secado y acabado de piezas metálicas, en el Comando Logístico Nro. 25 “Reino de Quito”

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar el principio de funcionamiento y como está constituida la cámara de secado de pintura de materiales sólidos.

- Dimensionar los diferentes elementos eléctricos, como los de control para la repotenciación de la cámara de secado de pintura.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la cámara de secado de pintura.

1.5 Alcance

Con la finalidad de optimizar los procesos de secado de pintura, es necesario e imprescindible conocer los procesos actuales que se llevan a cabo así como también las mejores prácticas técnicas que tienen lugar en los diferentes talleres (procesos base) para luego de un análisis exhaustivo poder redefinirlos y con ello alcanzar resultados de manera optimizada, teniendo presente siempre la calidad. Con la repotenciación de la cámara de secado de pintura se busca:

- Eliminación de los reprocesos (repintado) a lo largo de la línea de producción.
- Instrucción técnica a los operarios sobre la manera adecuada, al utilizar la cámara de secado.
- Optimización de materiales en toda la línea de procesos de producción.
- Mejora en acabado y la calidad del producto.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Cámara- horno de secado

Según (Santos, 2003) establece que: La cabina – horno es un componente fundamental en el taller de pintura en la que se produce el ambiente idóneo para un pintado de calidad. Pero no sólo aporta ventajas de cara a garantizar un acabado perfecto, sino también desde el punto de vista medio ambiental, ya que se retienen la mayoría de partículas de pintura y compuestos orgánicos volátiles (COV's), y desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, ya que permite al operario trabajar en unas condiciones controladas. Además, si se trata de una cabina-horno de pintura, reduce los tiempos de secado al trabajar a unas temperaturas de unos 60 - 80 °C, los hornos están formados por una cámara de trabajo y una cámara de combustión esta puede ser por gas (GLP) o también puede utilizar resistencias, este será distribuido a la cámara de trabajo por medio de difusores. Los difusores son ajustables lo que permite tener la misma temperatura en toda el área de trabajo, como se puede visualizar en la **Figura 1**. La homogeneidad de la temperatura se encargará de realizar el proceso de secado y curado.



Figura 1. Horno de secado.

Fuente: (Acatec, 2018).

2.1.1 Tipos de hornos de secado.

En la actualidad y gracias a la tecnología, se han ido mejorando las líneas de hornos de secado a través del tiempo y la demanda en los talleres de pintura, los productos y requerimientos de los usuarios para un buen acabado superficial en piezas metálicas.

a) Hornos de convección.

Son aquellos que tienen un sistema de calentamiento interno el aire caliente se mueve homogéneamente en su interior como muestra la **Figura 2**, con el fin de aportar una temperatura en todas las zonas. (Carbonell, 2009)



Figura 2. Horno convección.
Fuente: (Geinsa.com, 2019).

b) Hornos de túnel.

Para llegar a la temperatura de secado dentro de la cámara, esta cuenta con un túnel de calefacción interna, como muestra la **Figura 3**. En donde se eleva la temperatura hasta los 200 °C los materiales pintados absorberán el calor progresivamente obteniendo un acabado en los materiales pintados. (Carbonell, 2009)



Figura 3. Horno de túnel.

Fuente: (C.V., 2011).

2.2 Métodos de secado

El secado de pinturas y recubrimiento varía en función de la instalación y del producto a aplicar. Existen sistemas de curado por UV o por bombardeo de electrones, muy utilizados en la industria. (Carbonell, 2009)

- Secado a temperatura ambiente.
- Secado al horno o por aportación de calor.

2.3 Dispositivos eléctrico y de protección

Según (Mora Garcia, 2018) establece que:

En toda instalación eléctrica, ya sea de tipo industrial o domiciliaria existen elementos de protección eléctrica ubicados generalmente en el cuadro de distribución

como podemos ver en la **Figura 4**, en este se alojan todos los dispositivos de seguridad y de protección de la instalación, siendo este el comienzo de la instalación eléctrica y normalmente ubicado en la entrada de la máquina. Su funcionalidad es de minimizar los riesgos por sobrecargas o cortocircuitos a través de la integración de los componentes de protección y de seguridad.



Figura 4. Tablero eléctrico.
Fuente: (Mecafenix, 2019).

2.4 Dispositivos de control

2.4.1 Plc logo.

Según (Antunez Soria, 2016) indica que:

Para que el proceso de funcionamiento de una máquina, es indispensable que los autómatas programables necesitan de herramientas externas para transferir el programa de usuario a la memoria del usuario del PLC, con el objetivo de que el PLC pueda ejecutar el programa de usuario y realizar el proceso de automatización que debe controlar, la conexión de este dispositivo es muy sencillo y se utiliza un software de programación, ver **Figura 5**. Estas herramientas tienen la capacidad de introducir, modificar y verificar el código de instrucciones que forman el programa de usuario sobre la memoria autónoma, y que posteriormente, ejecutara la autónoma.

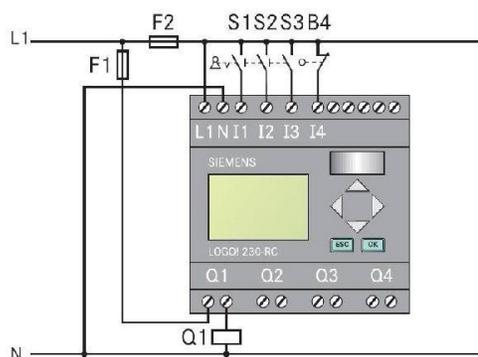


Figura 5. Plc logo.

Fuente: (Areatecnologia, s.f.).

2.4.2 Controlador de temperatura.

Según (Modera Sole, 1991) establece que:

El control de temperatura de los hornos se la realiza mediante termopares. Estos consisten en sendas de varillas metálicas que tienen un extremo soldado y el otro unido

a una unión fría conectada a un milivoltímetro. Se genera una fuerza electromotriz por efecto Peltier (unión de dos metales de distinta naturaleza) y por efecto Thomson (extremos de un alambre metálico expuestos a temperaturas distintas) como muestra la **Figura 6**. Dado que la potencial es función de la temperatura a que se encuentra la unión soldada, la lectura del potencial se traduce fácilmente en grados de temperatura.

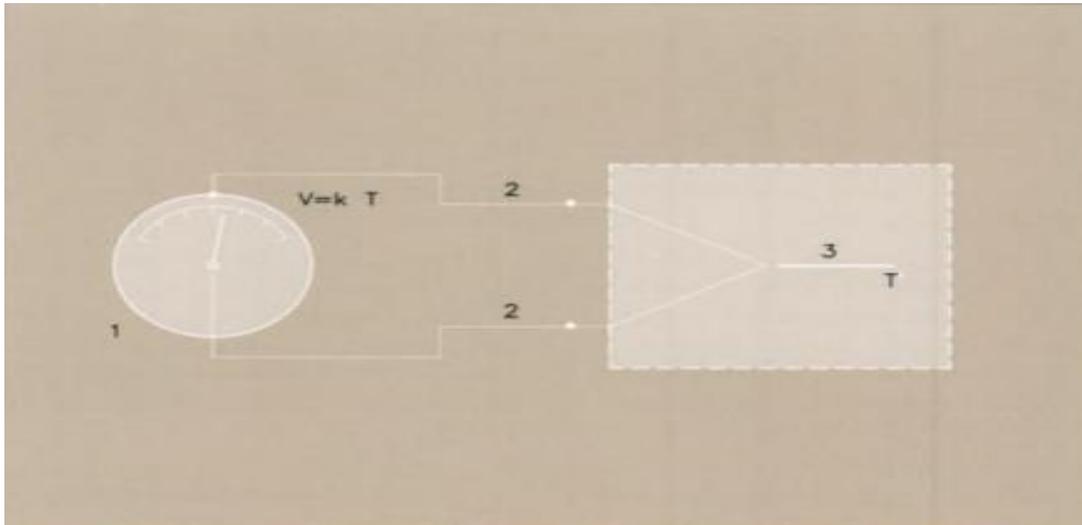


Figura 6. Esquema de un termopar.

Fuente: (Modera Sole, 1991).

2.5 Sistema de combustión

2.5.1 Gas licuado de petróleo (glp).

Según (Enriquez, 2003) afirma que:

Este sistema utiliza como fuente generadora de calor, la combustión de GLP es el único gas combustible que tiene la característica que cuando se somete a presiones mayores que la atmosfera y a la temperatura ambiente promedio ordinaria, se condensa y pasa al estado líquido está compuesto como lo detalla la siguiente **Tabla 1**, se obtiene directamente de los mantos petrolíferos mezclado con petróleo crudo, también se lo obtiene de la refinación de algunos derivados de petróleo.

Tabla 1

Composición del gas

Componentes	Formula	porcentaje
propano	C3H8	39%
butano	C4H10	61%

Fuente: (Enriquez, 2003).

2.5.2 Quemador de gas de potencia.

Los quemadores de gas de potencia están diseñados para ofrecer rendimiento, fiabilidad y ofrecen características tales como: capacidad estática que superará la mayoría de las condiciones adversas de tiro encontradas en la combustión, el cabezal de remezcla parcial para proporcionar excelentes características de combustión (8% a 10% de CO₂ en gas natural). Diseñado para una instalación flexible controlada por una válvula

de control de paso y encendido por chispa generado por un electrodo, como muestra la

Figura 7.

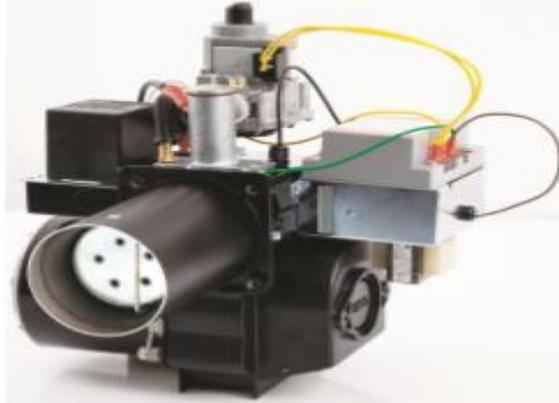


Figura 7. Quemador de gas.
Fuente: (WAYNE, 2007)

CAPITULO III

ANÁLISIS Y DIMENSIONAMIENTO

3.1 Inspección técnica de estado actual del horno de secado

Las maquinas debido a su uso y por una mala administración en su mantenimiento, estas son propensas a generar cualquier tipo de falla, anomalías en su sistema de funcionamiento. Mediante un análisis técnico sobre el estado actual del horno de secado de pintura, que se encuentran en los talleres del Comando Logístico Nro. 25 “Reino de Quito”. Se puede mencionar que se encuentran en malas condiciones tanto los sistemas de:

- a) Combustión.
- b) Eléctrico.
- c) Control.
- d) Señalización.

Debido a que no se llevaron a cabo los mantenimientos necesarios, en este tipo de equipos que son parte indispensable en un taller de pintura, en la **Figura 8** se puede visualizar el estado de los componentes principales, del horno de secado.

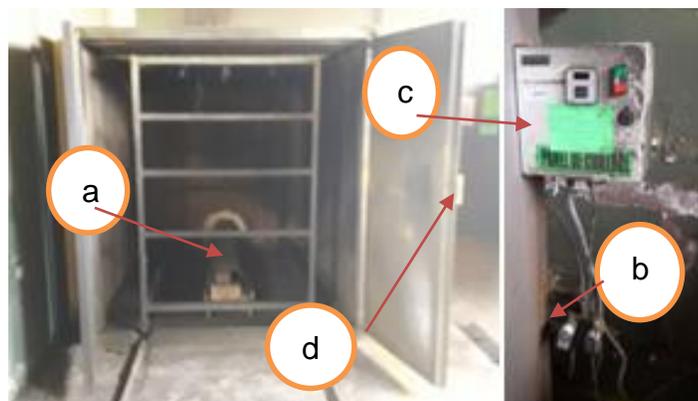


Figura 8. Estado en que se encuentra el equipo.

Para descartar otros posibles daños en el equipo, es necesario realizar una ficha técnica del estado actual del equipo ver **Figura 9**, basándonos a las razones principales que ocasionaron la pérdida de este elemento, que es pate de los talleres de pintura, del Comando Logístico Nro.25 “Reino de Quito”.

		FICHA TECNICA DE INSPECCION DEL ESTADO ACTUAL DEL HORNO DE SECADO DE PINTURA		
Elaborado por: Luis Chiguano	Ajustado por:	Aprobado por:	Fecha de elaboración: 01/11/2018	Actualización: 01/11/2018
DESCRIPCIÓN FÍSICA	Material: acero inoxidable Acabado: natural Alimentación: 110 v.c.a. Dimensiones: base 3*2m altura 2m			
MODELO	INDUSTRIAL	SERIAL	NO REGISTRA	
MARCA	NO REGISTRA			
ESTADO ACTUAL DE EQUIPO <ul style="list-style-type: none"> Sistema de combustión (en mal estado.) Sistema eléctrico (Inadecuado para el equipo no existe una conexión a tierra.) Sistema de control (en mal estado.) Cañerías de gas (existen fugas) Estado físico del horno (al momento se encuentra con óxido en las paredes.) Contaminación de polvo en el lugar del horno. 	EQUIPO VISTA FRONTAL 	EQUIPO VISTA LATERAL 		
FUNCIÓN Equipo para la optimización del proceso de secado de pintura.	PARTE: <ol style="list-style-type: none"> Cuerpos del horno Panel de control Quemador de gas Depósito de gas Caja térmica Enchufe 			
CARACTERÍSTICA DE USO <ul style="list-style-type: none"> -El equipo debe estar ubicado en una superficie o base plana. - Está diseñado para funcionar bajo un voltaje de 110 volt. - Verificar que el quemador de gas funcione de forma adecuada 				
OBSERVACIÓN El equipo se encuentra en malas condiciones para su uso				

Figura 9. Ficha técnica del estado del equipo

La falta de un manual de mantenimiento, la de un operario responsable del equipo y la correcta manipulación de personal capacitado en estos equipos son las causas principales de estos problemas.

Cabe recalcar el estado superficial del horno, se encuentra deteriorado por la corrosión y polvo, lo que genera una mala imagen y un desgaste prematuro del equipo como muestra la **Figura 10**.



Figura 10. Estado superficial del horno de secado.

A continuación describimos las fallas que tiene este equipo, y cuáles fueron las posibles causas que los ocasiono, hasta ponerlo en un estado ya no útil para el taller de pintura.

3.2 Fallas en el sistema de combustión.

Las fallas más comunes del sistema de combustión, en este tipo de hornos de secado se dan en los siguientes componentes:

- a) Quemador de gas.
- b) Electroválvulas.
- c) Conductos de conducción de gas.

Estas anomalías son ocasionadas, por el contacto directo con la pintura electrostática, ya que esta se encuentra compuesta por componentes químicos e

ingresan a las válvulas, obstruyendo el paso de gas y deteriorando el sistema como podemos ver la **Figura 11**.

La falta de limpieza en los filtros del sistema, ocasiona el paso de impurezas hasta los componentes del conjunto de quemador, el desgaste de componentes eléctrico, como electroválvulas del quemador, relé, conductores, entre otros. Son las principales causas que generan estas fallas en el sistema de combustión.

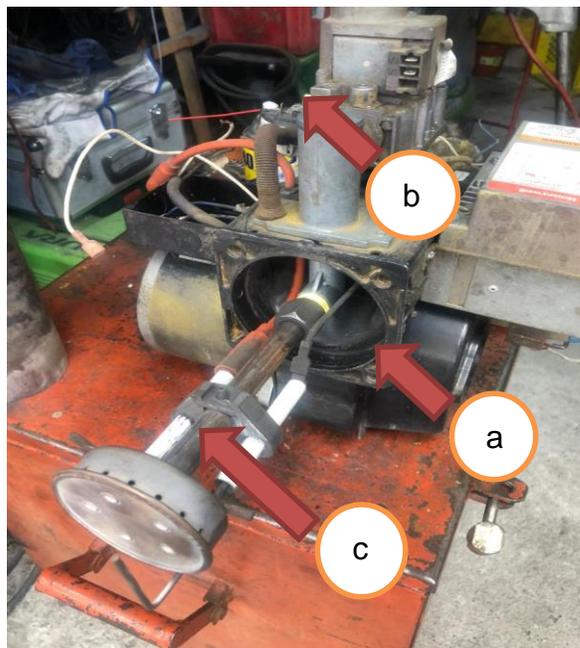


Figura 11. Componentes de combustión.

3.3 Falla en el sistema eléctrico

Cuando un sistema eléctrico tiende a sufrir algún tipo de anomalía, es debido a que no existe una correcta selección de las protecciones eléctricas, o por el tiempo que estas ya tienen funcionando, lo cual es necesario realizar una inspección, para conocer el estado de los componentes eléctricos, pero lo recomendable es reemplazar estos elementos, a fin de que el equipo funcione correctamente y cumpla con las normas de

seguridad. Observamos el consumo total de corriente lo cual será necesario para la selección de componentes.

En la **Figura 12** podemos ver el estado actual, en el que se encuentra las conexiones eléctricas que alimentan el horno de secado, lo cual es un peligro para su utilización, al estar expuesto al contacto directo con el ambiente, el aislamiento de los conductores tienden a perder sus propiedades de protección y se pueden recalentar.

Cuando un sistema eléctrico comparte la misma derivación, con otros equipos que consuman mayor amperaje, y la protección de la caja térmica no es la correcta, esta ocasionara inconvenientes para el funcionamiento del horno, ya que no está bien dimensionada la protección y el breaker no soportara tanto amperaje de consumo de los equipos conectados y abrirá el circuito eléctrico.



Figura 12. Estado eléctrico del circuito.

3.4 Falla en el sistema de control

La automatización es indispensable en un proceso industrial, pero cuando el circuito no está protegido, los elementos de maniobra y de control son propensos a sufrir

daños o des configuraciones en la programación del PLC. Debido a variaciones de voltaje, o no existe una puesta a tierra en el dispositivo de control.

Otra causa es la manipulación por personas que desconocen el funcionamiento del equipo y generan des configuración en la programación del PLC y deterioro del gabinete de control como se puede observar en la **Figura 13** .

Para comprobar la falla en la automatización, se energizo el sistema y se midió con el multímetro, para ver si existía voltaje en las salidas del dispositivo logo lo cual no enviaba ninguna señal de salida.

Para el control de la temperatura no existe los dispersivos de temperatura, (termocupla) y se encuentra desconectada el dispositivo de control de temperatura.



Figura 13. Gabinete en malas condiciones.

En la siguiente **Figura 14** se especifica de forma en general, cuáles son los sistemas que más tienden a sufrir daños, y ocasionar la pérdida del equipo, teniendo como resultado que el sistema de combustión, es el que más sufre averías.

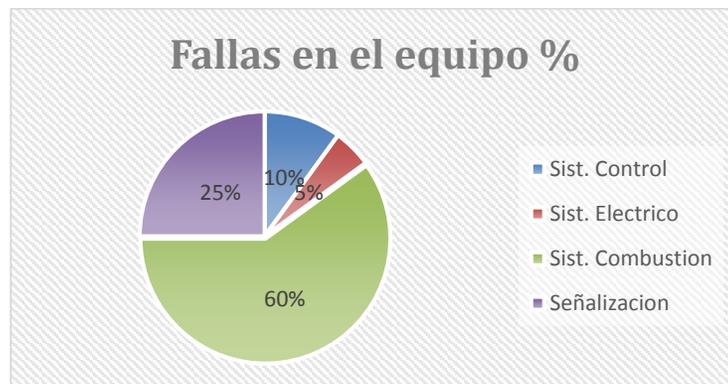


Figura 14. Diagrama de porcentaje de fallas.

3.5 Recuperación del sistema de combustión

3.5.1 Quemador de gas.

Al desconocer el estado en que se encuentra este componente, es necesario desinstalarlo del lugar de trabajo para desmontarlo y verificar los componentes del mismo uno por uno para poder descartar daños en el quemador como se observa en la **Figura 15**.

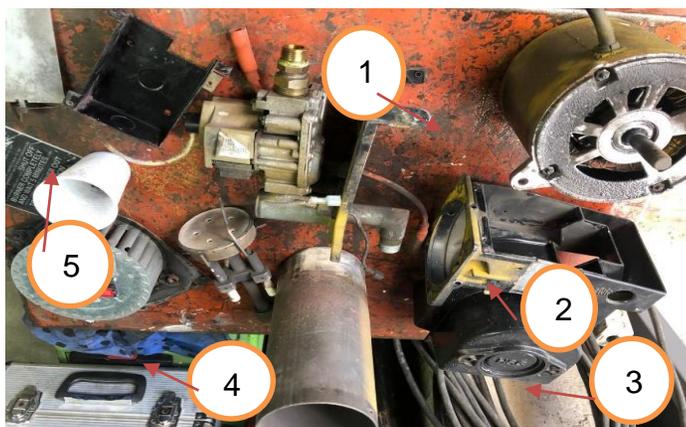


Figura 15. Componentes del quemador de gas.

Sistema eléctrico del quemador de gas.

- 1. Motor de ventilación:** se procede a desmontarlo y cambiar los rodamientos y escobillas.
- 2. Transformador de 110V a 24 V en ac:** con la ayuda del multímetro se verifica el correcto funcionamiento del transformador.
- 3. Relay del motor:** se comprobó el funcionamiento del relay, al momento de alimentarlo no reaccionaba a ningún impulso eléctrico lo que ocasionaba que el dispositivo no se enclave lo cual fue necesario reemplazarlo.
- 4. Electrodo generadores de la chispa de encendido:** se verifica el estado de los electrodos estos se encuentran con deformaciones y se los reemplazan.
- 5. Electroválvula del quemador:** al momento de la comprobación esta se encontró remordida lo cual fue necesario reemplazarlo.
- 6. Sistema de puesta a tierra:** no contaba con una conexión a tierra por lo que ocasionaba daños al relay del motor y fue necesario la implementación de puesta a tierra.
- 7. Termostato:** verificar las conexiones eléctricas sean las adecuadas, evitar el contacto con corrientes de aire del medio en donde se va a ubicar el quemador de gas.

Sistema de combustión del quemador de gas.

- 1. Válvula de paso de presión de gas:** al ser un componente de paso de presión de gas, esta válvula está constituida de un filtro, que retiene las impurezas del sistema, esta se encontraba obstruida la cual es necesario limpiarlo con diluyente y aire a presión.

2. Conjunto de cabeza de encendido: se realiza una limpieza, de concentración de hollín y corrosiones en componentes metálicos para volverlos a utilizar.

Una vez verificado los componentes, y reemplazados los que se encontraban en malas condiciones, se comprueba el funcionamiento en la mesa de trabajo, como se observa la **Figura 16**.



Figura 16. Funcionamiento del quemador de gas.

Posición del quemador de gas

En el manual para la instalación del quemador de gas, hace referencia a la ubicación adecuada de este elemento, este debe estar situado en una parte plana y debe estar bien nivelada como muestra la **Figura 17**, para que la llama no tienda a sufrir cualquier desvío y pueda ocasionar algún tipo de daño en otros componentes del horno.



Figura 17. Ubicación del quemador de gas.

3.5.2 Electroválvulas.

Al ser un componente eléctrico este tienden a sufrir daños, los cuales fueron comprobados alimentándoles directamente desde la fuente de 110V. Como resultado se presenció de ruidos extraños y recalentamiento, al momento de energizarlos, estos elementos se encuentran en malas condiciones y que es necesario el cambio de estos elementos como se muestra en la **Figura 18**, para que puedan activarse, éstos funcionan con una alimentación de 110V. Y la posición es N/C (normalmente cerrada)



Figura 18. Reemplazo de electroválvulas.

3.5.3 Conductores de gas.

Para chequear el estado de las tuberías de gas, se las desmonto del sitio de trabajo, y con la ayuda de un compresor se le suministro una presión de 200 PSI. La tubería es de material de cobre, soporta una presión de 4900 PSI. Según las características que vienen marcada en la misma tubería. Este ensayo se lo realiza, para comprobar que no existieran algún tipo de fugas o talvez tienen algún tipo de fisura ver **Figura 19**.

Es necesario sellar las uniones con teflón para asegurar, que no existan fugas de gas desde estas uniones.



Figura 19. Tuberías de gas.

Manómetro de presión

Para tener un control del estado de la presión de gas en el sistema, se instala un manómetro de presión de gas, para que pueda efectuar la combustión, la presión de trabajo es de 10 a 30 PSI, ver **Figura 20** en un rango normal de trabajo, la presión de sellado de gas es de 80 a 100 PSI.

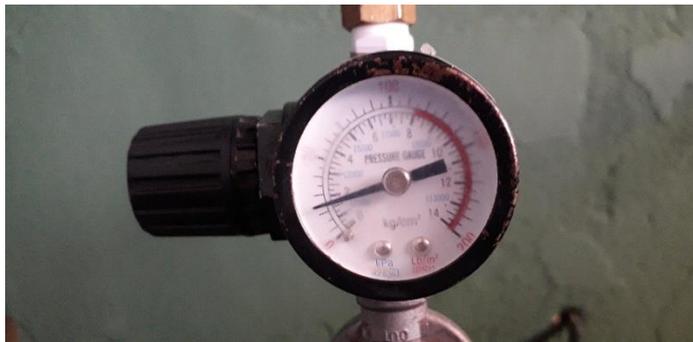


Figura 20. Manómetro de presión.

3.6 Recuperación del sistema eléctrico

Cuando se va a realizar un diseño de un sistema eléctrico es necesario conocer el consumo total de la corriente, así como la potencia del equipo para realizar una correcta

selección de los dispositivos de protección estos datos se puede ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, estos valores son tomados de las placas de datos de cada componente respectivamente.

Tabla 2

Consumo total de amperaje del equipo

Componente	Potencia	Amperaje	Voltaje
Logo	4.4w	40mA	110V
Luces piloto (x4)	1.54w	14mA	110V
Quemador de gas	117.000w	10A	110V
Total		10.096A	110V
	117.010.56w		

Fuente: Datos técnicos de la placa de los equipos.

Mediante un diagrama unifilar se representa la instalación eléctrica del horno de secado, se puede identificar el consumo de corriente en cada una de las cargas y sus respectivas protecciones a cuanto están dimensionadas ver **Figura 21**.

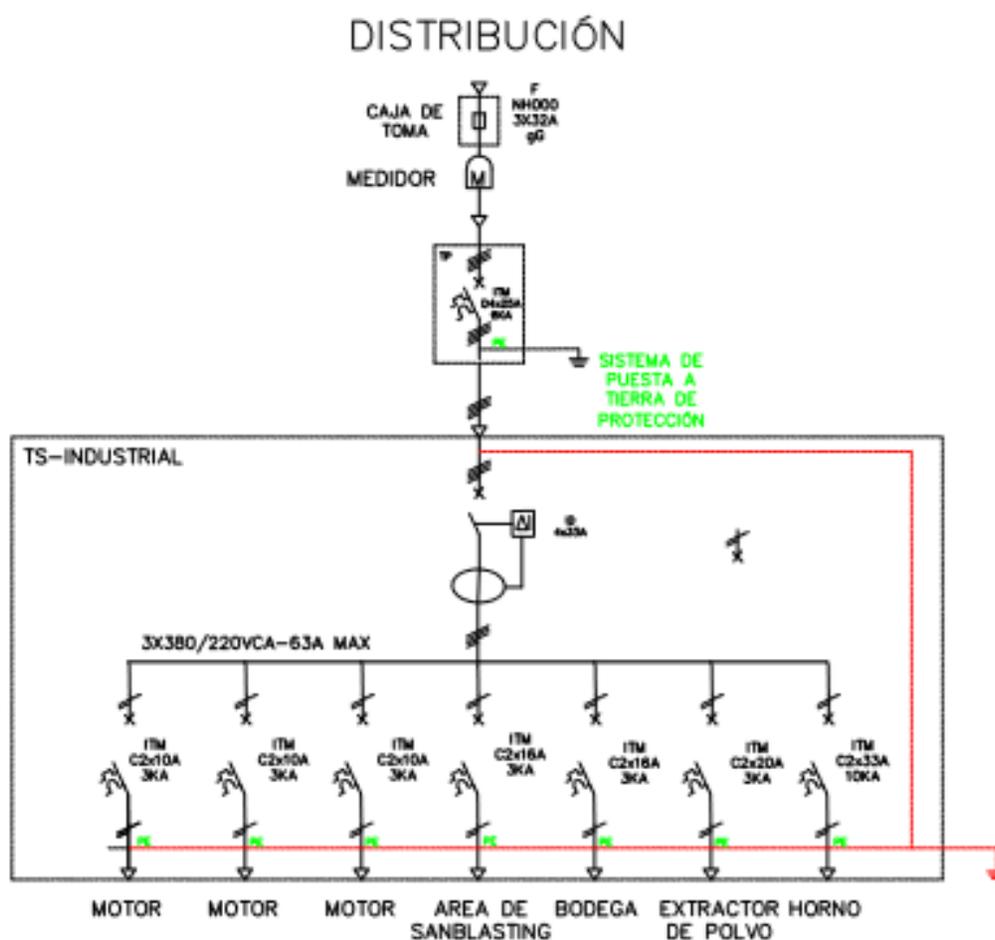


Figura 21. Diagrama unifilar del horno.

3.6.1 Selección del breaker principal.

Para la selección del breaker adecuado, es necesario realizar el cálculo basándonos en el consumo total de amperaje del equipo utilizando la **Ecuación 1**. A esto se le suma el 125% de la demanda de la instalación eléctrica lo que necesitaría el sistema es un breaker de 30 A, este se encuentra ubicado en la caja térmica principal

como podemos ver en la **Figura 22**. En una derivación individual, solo para el funcionamiento del equipo.

Datos:

$$I_{logo} = 40mA$$

$$I_{Luces\ piloto} = 14\ mA \times 4 = 56\ mA$$

$$I_{quemador\ de\ gas} = 10\ A$$

$$IP = 1.25 \times I_{nominal}$$

Ecuación 1

$$IP = 1.25 \times 10.096A$$

$$IP = 12.62A$$



Figura 22. Caja térmica.

3.6.2 Selección del breaker del gabinete de control

El breaker del panel control cumplirá la tarea de proteger los dispositivos de control, ante una sobre carga en estos. Para la selección del breaker necesitamos el amperaje del dispositivo LOGO y del consumo de las luces piloto.

Datos:

$$I_{logo} = 40mA$$

$$I_{Luces\ piloto} = 14\ mA \times 4 = 56\ mA$$

I_P = corriente de protección.

$$I_P = 1.25 \times I_{nominal}$$

$$I_P = 1.25 \times 0.096A$$

$$I_P = 0.12A$$

3.6.3 Selección de conductor.

Para la selección del color del conductor, se basa a la normativa vigente de la selección de conductores eléctricos (IEC) como muestra el [¡Error! No se encuentra el rígen de la referencia.](#), en este caso se utilizara el conductor blanco para neutro, el conductor de color negro para la fase, para la conexión a tierra se usara el conductor de color amarillo.

Mediante el amperaje total del equipo, se puede seleccionar el calibre de conductor que se va a utilizar en el circuito eléctrico, en el anexo C nos indica, cuando una corriente sobrepasa los 10 A hasta los 15 A, podemos utilizar un conductor de calibre Nro.16, que es el adecuado para este tipo de amperaje. Los circuitos que fueron necesario el reemplazo de conductores eléctricos se detallan a continuación:

- a) **Circuito del panel de control.** Se realiza el reemplazo de conductor eléctrico Nro 16 en todos los elementos que componen el panel de control ver **Figura 23.**



Figura 23. Cableado del panel de control.

- b) **Alimentación de electroválvulas.** Para la alimentación de las electroválvula se utiliza un conductor eléctrico calibre Nro.16 AWG, se toma el valor de la corriente máxima que va pasar por todo el circuito 10A, y se realiza la instalación eléctrica ver **Figura 24.**



Figura 24. Instalación de electroválvulas.

c) **Instalación de enchufe:** se toma los datos anteriores para la selección del calibre del conductor eléctrico, se debe utilizar un conductor a tierra para este sistema. Se utiliza protectores de cables tipo espiral ver **Figura 25**.



Figura 25. Instalación de enchufe.

d) **Instalación de tomacorriente:** se realiza el reemplazo de tomacorriente que se encuentran en malas condiciones y la respectiva conexión a tierra, para que el operario tenga conocimiento del voltaje que tiene el sistema se simboliza el voltaje de la fuente ver **Figura 26**.



Figura 26. Fuente de 110V.

e) **Instalación eléctrica del quemador de gas:** la instalación para el quemador de gas debe ser la adecuada para que pueda trabajar adecuadamente y debidamente aislada para evitar que se genere algún tipo de chispa ya que el equipo trabaja con gas ver **Figura 27.**



Figura 27. Conexión eléctrica del quemador.

3.6.4 Puesta a tierra.

Gracias a que existen diferentes equipos industriales en el taller de pintura, existe una puesta a tierra tipo mallado para la protección de los equipos, desde ahí se derriba una línea para la puesta a tierra del horno de pintura ver **Figura 28.**



Figura 28. Puesta a tierra.

3.7 Recuperación del sistema de control

Para ponerle nuevamente en marcha el sistema es necesario desmontar los componentes del gabinete y verificar el estado de estos.

3.7.1 Preparación del gabinete.

Primero se debe de ubicar todos los elementos que van a conformar el panel de control, luego se perfora con una broca 9/16 el gabinete con la ayuda de una fresadora, como se puede observar en la **Figura 29**.



Figura 29. Perforación del gabinete.

Luego de realizar las perforaciones se lija el gabinete para eliminar asperezas en el metal, con un paño humedecido con diluyente se limpia toda la superficie para eliminar residuos de grasa o aceite.

Se prepara la pintura con diluyente y se procese al pintado del gabinete como se observa en la **Figura 30**, y luego se deja secar al ambiente.



Figura 30. Gabinete pintado.

3.7.2 Dispositivos de maniobra.

Seleccionar la ubicación de los dispositivos que nos permitan abrir y/o cerrar el circuito, cuando lo necesitemos, ver **Figura 31** los dispositivos que forman parte del panel de control se detallan a continuación:

- a) Selector 2 posiciones.
- b) Pulsador N/A.
- c) Pulsador N/C.



Figura 31. Ubicación de dispositivos de maniobra.

3.7.3 Control de temperatura.

Este es un dispositivo que nos permite visualizar en el display, la temperatura que va alcanzando en el interior del horno, está conectada a una termocupla ver **Figura 32**, el funcionamiento de este dispositivo es de fácil comprensión, el controlador alcanza una cierta temperatura y cierra el circuito activando el relé para cerrar un contacto.

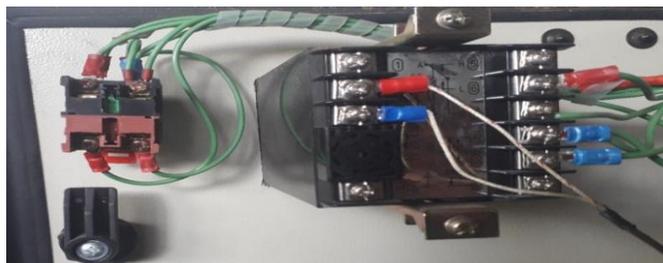
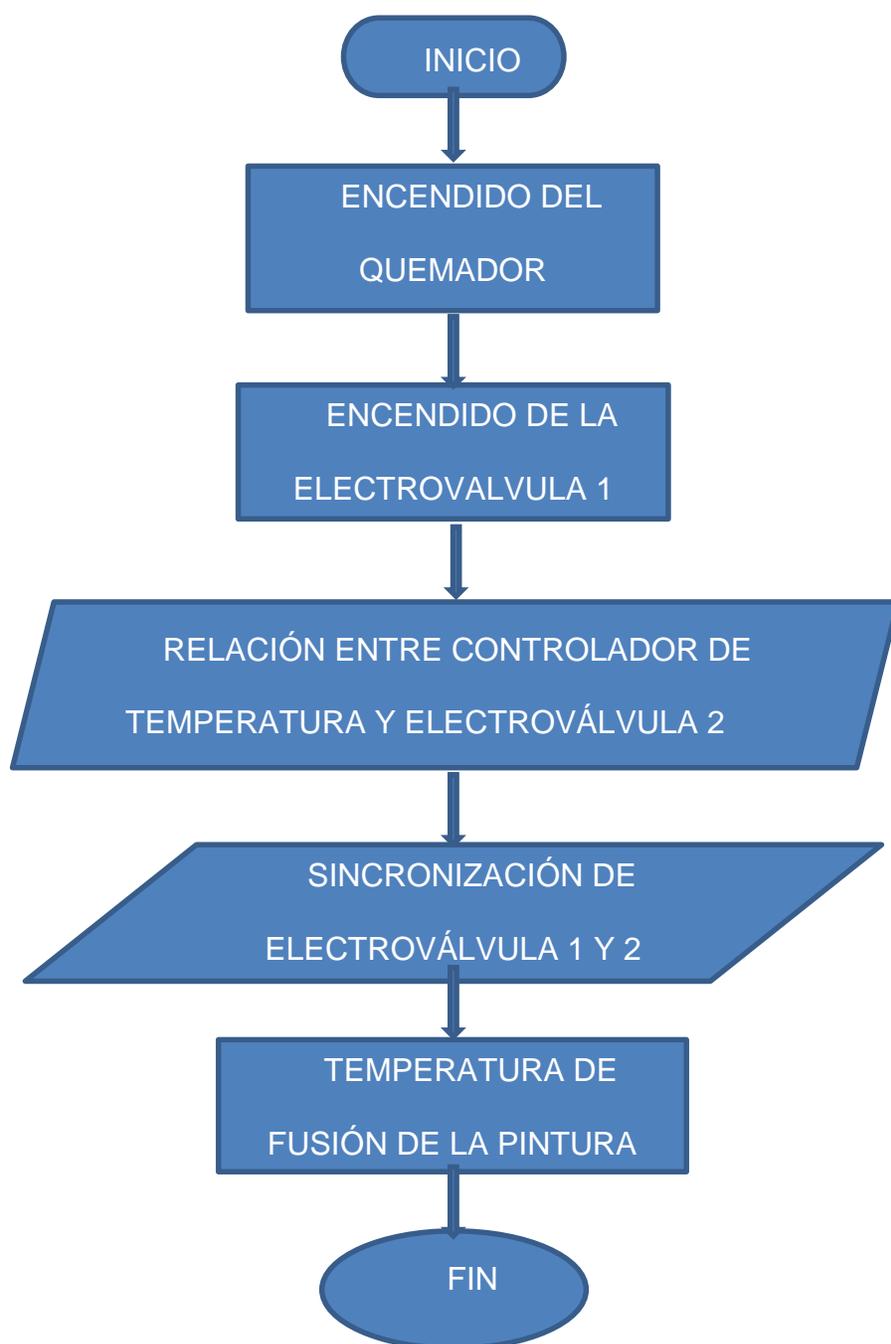


Figura 32. Conexión del control de temperatura.

3.7.4 Programación del PLC (LOGO)

Los dispositivos autómatas programables o más conocidos como PLC, son utilizados en circuitos de procesos industriales automatizados, para ponerle en marcha el equipo es necesario realizar la programación con la que va a cumplir su ciclo de trabajo, y según la función que este va a cumplir. A continuación se detalla los pasos que va a cumplir el dispositivo en la programación mediante un diagrama de bloques.



En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede visualizar como está realizado la programación del logo, en su respectivo software LOGO V 8, y poder simular el proceso

También se realiza un esquema eléctrico del panel de control, se realiza la simulación de la programación del LOGO, en CADSIMU como se puede observar en la

Figura 33.

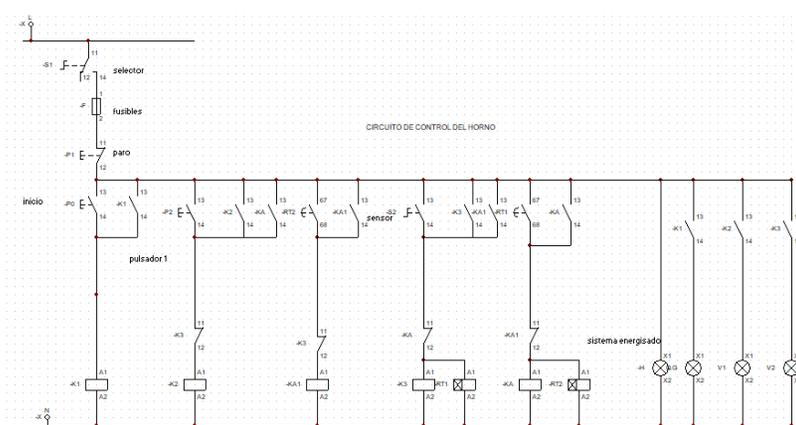


Figura 33. Diagrama en cadsimu.

3.8 Recuperación del cuerpo del horno de secado

En la actualidad el cuerpo del horno y/o la parte superficial se encuentra con corrosión, se procede a la preparación del cuerpo del horno, para poder pintarlo, se utiliza lija para eliminar el óxido existente en el horno de secado ver **Figura 34.**



Figura 34. Eliminación de óxido del horno.

Se prepara la pintura anticorrosiva con una mezcla de diluyente en un porcentaje de 50 - 50, ver **Figura 35** esta pintura es utilizada para evitar el óxido en los metales debido a la humedad del ambiente.



Figura 35. Preparación de pintura anticorrosiva.

Para darle una mejor estética al horno de secado, se realiza trabajos de pintura, y evitar la corrosión del metal que se compone el equipo ver **Figura 36** .



Figura 36. Proceso de pintado del horno.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Resultados obtenidos con el horno de secado de pintura

Una vez terminado con el proceso de recuperación del horno de secado, es necesario realizar pruebas de funcionamiento, acorde al trabajo que este va a desempeñar, y comprobar que la programación es la adecuada y de existir algún inconveniente realizar las correcciones necesarias.

Para la primera prueba de funcionamiento, se utiliza pintura electroestática o en polvo, este proceso necesita de los equipos adecuados para pintar, ya que no se puede utilizar un compresor para realizar este proceso, la característica de esta pintura es que para su fundición con el metal necesita de 150 °C de temperatura como muestra la **Figura 37**, mientras menor sea la temperatura necesitara mayor tiempo de fundición con el metal,



Figura 37. Prueba con pintura electroestática.

Los resultados que se obtuvieron en la primera prueba, son los siguientes datos como muestra la **Figura 38**, en donde podemos mencionar la relación entre la temperatura, tiempo y el acabado que vamos a obtener, del todo el proceso de pintado, todos estos resultados están basados a las características de la pintura electrostática.

El tiempo de secado puede variar dependiendo a las condiciones de presión o a la carga en que se encuentre el depósito de gas.

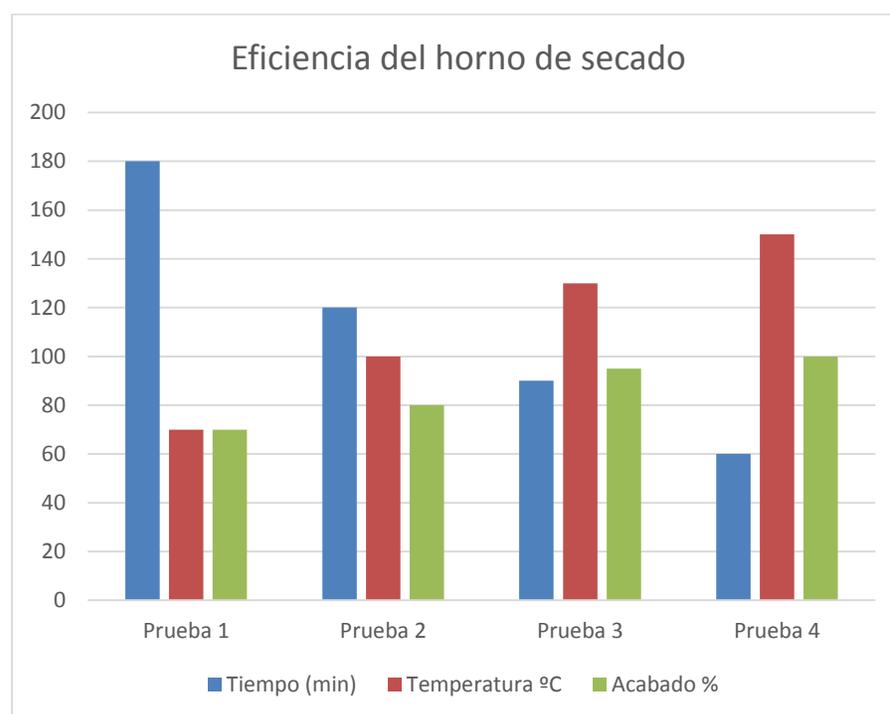


Figura 38. Resultados prueba 1.

Para la segunda prueba se utiliza pintura sintética al horno, esta pintura es en líquido lo que necesita de diluyente y de un compresor, para realizar el proceso de pintado, las características de esta pintura es que necesita hasta una temperatura de

80°C máximo para que pueda absorber el metal y realice el transcurso de secado como muestra en la **Figura 39**.



Figura 39. Prueba con pintura sintética.

Los resultados que se obtuvo en la siguiente prueba se muestra en la **Figura 40**, en donde se observa que a mayor temperatura de trabajo, menor será el tiempo de secado y por ende tendremos un mejor acabado.

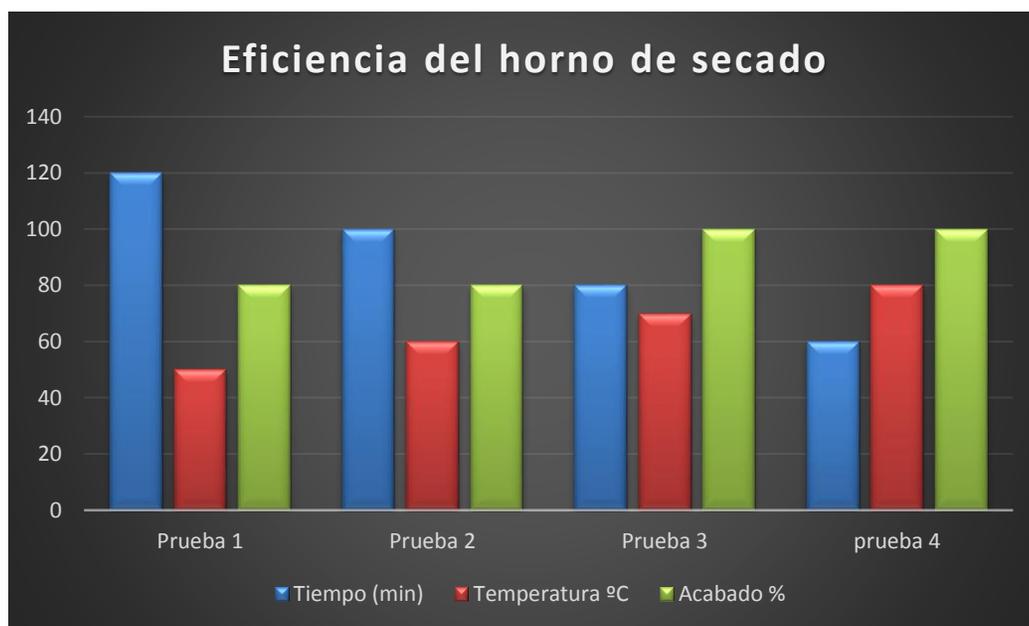


Figura 40. Resultados prueba 2.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se recuperó la cámara de secado, la cual estará controlada por un dispositivo lógico programable, en todo el proceso de secado cumpliendo con todos los parámetros adecuados de trabajo, y obtener un acabado en las piezas metálicas.
- La correcta selección de dispositivos de maniobra y de protección, garantiza al equipo el correcto funcionamiento, y seguridad tanto al operario como al sistema eléctrico, lo cual alargara el tiempo de vida útil del equipo, y se evita una perdida prematura del horno en los talleres de pintura del Comando Logístico Nro. 25 “Reino de Quito.”
- Mediante pruebas de funcionamiento del equipo, se obtuvieron los parámetros óptimos de funcionamiento y comprobación de posibles anomalías en el horno, para que puedan ser corregidas, también se comprobaran los resultados en el terminado del producto final, que es un acabado superficial en la pieza metálica, optimizando el menor tiempo posible.

5.2 Recomendaciones

- Es recomendable ubicar el quemador de gas, en un lugar independiente libre de la humedad, evitar el contacto directo con el agua y nivelado, para que el intercambiador de calor no sufra algún tipo de daño y se obstruya.
- La automatización en un equipo es fundamental, por ende es indispensable que el circuito eléctrico dispongan de todas las protecciones necesarias, para evitar posibles daños en los componentes de control del equipo.
- Es necesario acatar las disposiciones del manual de funcionamiento y de mantenimiento del equipo, para que pueda llevar un control adecuado del horno, de igual forma el operario deberá estar capacitado en el manejo del equipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acatec. (01 de enero de 2018). © Copyright 2018 Acatec - *Instalaciones de pintura - Cabinas de pintura*. Recuperado el 10 de octubre de 2019, de <https://www.acatec.net/horno-de-secado>
- Antunez Soria, F. (2016). *Puesta en marcha de sistemas de automatizacion industrial*. Antequera (Malaga): IC Editorial. Recuperado el 12 de octubre de 2019
- Areatecnologia. (s.f.). *plc logo*. Recuperado el 12 de octubre de 2019, de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/plc-logo.html>
- brockskes, S. (2018). *SAB special cables*. Recuperado el 12 de octubre de 2019, de SAB special cables: <https://www.sab-cables.eu/productos/datos-tecnicos/cables-electricos/construccionesdevenasamericanas.html>
- C.V., N. I. (2011). *hornos por radiacion*. Recuperado el 12 de octubre de 2019, de <https://norte-ii.com/service/hornos-de-curado-por-radiacion-yo-conveccion/>
</assets/images/latam/Ecuador/THHN-FLEX.pdf?ext=.pdf>
- Carbonell, J. (2009). Pinturas y recubrimientos. En J. Carbonell, *Pinturas y recubrimientos* (pág. 221). Madrid(España): Diaz de Santos S.A. Recuperado el 10 de octubre de 2019
- ELECTROCABLES. (s.f.). *Electrocables, listado de cables*. Recuperado el 12 de octubre de 2019, de <https://www.electrocable.com/index.php/es/categorias-productos/construccion/cobre/thhn.html>
- Enriquez, G. (2003). *Manual de instalaciones electromecanicas en casas y edificios*. Mexico D.F.: Limusa S.A. Recuperado el 13 de octubre de 2019

Geinsa.com. (2019). *horno por conveccion*. Recuperado el 12 de octubre de 2019, de <https://www.geinsa.com/es/hornos>

hornos para el curado de pintura electroestatica. (01 de enero de 2016). Recuperado el 12 de octubre de 2019, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97256/D-CD88221.pdf>

JMM. (2019). *hornos de resistencias*. Recuperado el 12 de octubre de 2019, de <http://productosjjm.com/producto/resistencias-para-horno/>

Mecafenix, F. (27 de Marzo de 2019). *tableros electricos*. Recuperado el 12 de octubre de 2019, de <https://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/tableros-electricos/>

Modera Sole, P. (1991). *Tratamiento termico de los metales*. Barcelona (España): Boxiareu. Recuperado el 12 de octubre de 2019

Mora Garcia, J. (2018). *montaje de los cuadros de control y dispositivos electricos y electronicos de los sistemas domoticos e inmotico*. Antequera (Malaga): IC editorial. Recuperado el 12 de octubre de 2019

NEMA. (2015). *Normalización: Colores de los cables eléctricos en las instalaciones eléctricas*. Recuperado el 10 de octubre de 2019, de <http://faradayos.blogspot.com/2014/01/colores-cables-electricos-normas.html>

powdertronic. (s.f.). *hornos de pintura*. Recuperado el 14 de octubre de 2019, de <http://powdertronic.com/horno-de-pintura/>

Santamaria, D. (01 de junio de 2012). *diseño y construcción cabina-h - El repositorio ESPE*. Recuperado el 10 de octubre de 2019, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5926/1/T-ESPEL-0971.pdf>

Santos, P. (15 de Enero de 2003). *cabinas de pintura centro zaragoza*. Recuperado el 10 de Octubre de 2019, de Carrocerría y pintura: http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R15_A3.pdf

steemit. (2017). *logo(plc)*. Recuperado el 13 de octubre de 2019, de <https://steemit.com/steemstem/@kay-khosa/brief-introduction-to-siemens-logo-plc>

TEI. (2010). *Igenieria-Soluciones-Tecnologia*. Recuperado el 13 de Octubre de 2019, de <http://www.teii.com.mx/controles-temperatura.html>

WAYNE. (06 de 11 de 2007). *Quemador de gas de potencia*. Recuperado el 13 de octubre de 2019, de <https://www.ontimemall.com/manuals/wayne-combustion-hsg200-owners-manual.pdf>

Yagual, f. (01 de enero de 2016). *hornos de curtido de pintura electroestatica*. Recuperado el 10 de octubre de 2019, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97256/D-CD88221.pdf>

ANEXOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor **CHIGUANO SANDOVAL, LUIS FERNANDO**.

En la ciudad de Latacunga, a 15 de enero del 2020

Aprobado por:

ING. FREDDY JULIÁN, CHIPUGSI CALERO
DIRECTOR DE PROYECTO



ING. CULQUI TIPÁN, JAVIER FERNANDO, MGS
DIRECTOR DE CARRERA



ABG. PLAZA CARRILLO, SÁRITA JOHANA
SECRETARIA ACADEMICO