



Implementar una cabina de laqueado automatizada a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para el mejorar la calidad, reducción de tiempo de secado y eliminación de gases nocivos en la carpintería “Muebles RC” ubicada en la ciudad de Quito

Cañizares Alvarado, Steven Rolando

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Trabajo de integración curricular, previ6 a la obtenci6n del t6tulo de Tecn6logo Superior en
Electromec6nica

Ing. Lara J6come, 6scar Rodrigo

agosto del 2023

Latacunga

Reporte de Verificación de contenido



Implementacion de cabina de laquea...

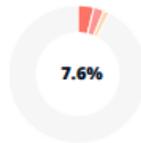
Scan details

Scan time:
August 15th, 2023 at 1:21 UTC

Total Pages:
71

Total Words:
17692

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
● Identical	3.8%	675
● Minor Changes	2.4%	423
● Paraphrased	1.4%	245
● Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature is stylized and appears to read "Lara Jácome".

Ing. Lara Jácome, Óscar Rodrigo

C.C.: 0502960594



Departamento de Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "Implementar una cabina de laqueado automatizada a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para el mejorar la calidad, reducción de tiempo de secado y eliminación de gases nocivos en la carpintería "Muebles RC", ubicada en la ciudad de Quito". Fue realizado por el señor Cañizares Alvarado, Steven Rolando el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 15 agosto del 2023



Ing. Lara Jácome, Óscar Rodrigo

C.C.: 0502960594



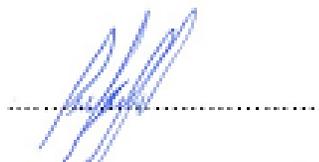
Departamento de Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Responsabilidad de autoría

Yo, Cañizares Alvarado, Steven Rolando, con cédula de ciudadanía N°. 17323019582 declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular. "Implementar una cabina de laqueado automatizada a través de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos para el mejorar la calidad, reducción de tiempo de secado y eliminación de gases nocivos en la carpintería "Muebles RC", ubicada en la ciudad de Quito" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 15 agosto del 2023



Cañizares Alvarado Steven Rolando

C.C.: 1723019582



Departamento de Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Autorización de Publicación

Yo Cañizares Alvarado, Steven Rolando, con cédula de ciudadanía N°.1723019582, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **'Implementar una cabina de laqueado automatizada a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para el mejorar la calidad, reducción de tiempo de secado y eliminación de gases nocivos en la carpintería "Muebles RC", ubicada en la ciudad de Quito.** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 15 agosto del 2023

Cañizares Alvarado, Steven Rolando

C.C.: 1723019582

Dedicatoria

La concepción de este proyecto está dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

Steven

Agradecimiento

Agradecido con mis padres, que siempre han estado cuando los he necesitado, en los buenos y en los malos momentos. El logro también es de ellos.

A mis abuelos que con su sabiduría me han enseñado a ser quien soy hoy, gracias por su paciencia, por enseñarme el camino de la vida, gracias por sus consejos, por el amor que me han dado y por su apoyo incondicional en mi vida, gracias por llevarme en sus oraciones.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento al Ing. Lara Oscar Rodrigo por haber confiado en mí y haberme animado a emprender la elaboración de esta tesis. A veces, en los proyectos interfieren factores que los dilatan en el tiempo y sin su apoyo incondicional y sus consejos este trabajo no habría podido hacerse realidad.

Por último, gracias a todas las personas que me han animado en este largo camino, soportando y comprendiendo con estoica paciencia la dedicación que requiere la realización de una tesis. Muchas gracias a todos.

Steven

ÍNDICE DE CONTENIDO

Caratula	1
Reporte de Verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenido	8
Índice de figura	12
Índice de tablas.....	15
Índice de ecuaciones.....	16
Resumen.....	17
Abstract	18
Capítulo I: Introducción	19
Antecedentes.....	19
Planteamiento del Problema.....	20
Justificación e importancia	22
Objetivos de la investigación	23
<i>Objetivo General</i>	23
<i>Objetivos Específicos</i>	23
Alcance	24
Capitulo II: Marco teórico.	25
Laqueado de muebles.....	25
Tipos de lacados.....	26

<i>Lacado de alto brillo</i>	26
<i>Laca satinada</i>	27
<i>Laca mate</i>	28
<i>Laca mate cero</i>	29
<i>Laca Natural</i>	30
Tipos de lacas	31
<i>Lacas nitrocelulosa</i>	31
<i>Laca Poliuretano</i>	32
<i>Laca a Base de agua</i>	33
Modelos de Cabina de pintura	34
<i>Cabinas murales presurizadas</i>	34
<i>Cabinas de acero inoxidable</i>	35
<i>Cabinas de cortina de agua</i>	36
Elementos eléctricos electrónicos mecánicos	39
<i>Fusibles</i>	39
<i>Disyuntores</i>	40
<i>Contactores</i>	41
<i>Relé térmico</i>	42
<i>Pulsadores</i>	43
<i>Selector eléctrico rotativo</i>	44
<i>Luces Piloto</i>	45
<i>Cable Conductor</i>	47
<i>Motores AC</i>	50
<i>Variadores de frecuencia</i>	59
<i>Gabinete de control eléctrico industrial</i>	60
<i>Lamina de tol galvanizada</i>	61

<i>Banda Industrial</i>	62
<i>Ventilador tubo axial</i>	64
Capitulo III: Desarrollo del tema.....	65
Criterio de selección de dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos	65
<i>Elementos eléctricos-electrónicos</i>	65
<i>Criterio de selección de Fusibles</i>	65
<i>Selección de Interruptor Termoeléctrico de ventilador</i>	67
<i>Selección de Interruptor Termoeléctrico de motor eléctrico bomba de agua</i>	68
<i>Criterio de selección de selector de encendido y apagado de variador de frecuencia</i>	69
<i>Criterio de selección de Cálculo y dimensionamiento del botón encendido y apagado de ventilador</i>	70
<i>Criterio de selección de Contactor de ventilador</i>	71
<i>Criterio de selección de un relé térmico</i>	73
<i>Criterio de selección del conductor</i>	75
<i>Criterio de selección de Variador de frecuencia (VFD)</i>	76
<i>Criterio de selección de motor de bomba de agua</i>	78
<i>Potencia</i>	78
<i>Selección de motor bomba eléctrico AC</i>	79
<i>Criterio de selección de motor de ventilador</i>	80
<i>Potencia</i>	80
<i>Selección de motor para ventilador</i>	81
<i>Criterio de selección de elementos mecánicos</i>	82
<i>Criterio de selección láminas de tol</i>	82
<i>Criterio de selección de banda industrial</i>	83
<i>Criterio de selección de Gabinete de control</i>	84

<i>Selección de ventilador</i>	84
Desarrollo de proyecto	85
<i>Dimensiones.....</i>	85
<i>Ensamblaje del Proyecto.....</i>	86
<i>Condiciones de funcionamiento del sistema eléctrico de la cabina.</i>	90
Inicio de conexión de sistema eléctrico	92
Programación de Variador de frecuencia (VFD).....	92
<i>Inicio de pruebas.....</i>	93
<i>Condiciones funcionamiento del sistema de recolección de gases</i>	95
<i>Resultados antes, después y durante de la implementación de la cabina.....</i>	97
Antes	97
Pruebas durante el proceso de laqueado se realizaron cuatro pruebas de concentración de gases.....	99
<i>Primera prueba, Todos los sistemas apagados.....</i>	99
<i>Segunda prueba, Sistema de cascada de agua encendido.....</i>	100
<i>Tercera Prueba. Sistema de succión de gases funcionando.....</i>	101
<i>Cuarta prueba, todos los sistemas encendidos.....</i>	102
<i>Análisis de resultados</i>	104
Presupuesto para la Cabina de laqueado	105
Capitulo IV: Conclusiones y recomendaciones	107
Conclusiones.....	107
Recomendaciones.....	109
Bibliografía	111
Anexos.....	115

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1 <i>Proceso de laqueado.</i>	25
Figura 2 <i>Laca de alto brillo</i>	27
Figura 3 <i>Silla con laca satinada</i>	28
Figura 4 <i>Laca mate</i>	29
Figura 5 <i>Laca mate cero</i>	30
Figura 6 <i>Laca natural</i>	31
Figura 7 <i>Valresa laca</i>	32
Figura 8 <i>Laca Poliuretano</i>	33
Figura 9 <i>Laca a base de agua para exteriores</i>	34
Figura 10 <i>Cabina mural presurizada</i>	35
Figura 11 <i>Cabina de acero inoxidable para sistema de pintura</i>	36
Figura 12 <i>Esquema de una cabina de cortina de agua</i>	37
Figura 13 <i>Cabina de cortina de agua</i>	39
Figura 14 <i>Fusible de 50A.</i>	40
Figura 15 <i>Disyuntores</i>	41
Figura 16 <i>Contactor</i>	42
Figura 17 <i>Relé de protección de sobre carga</i>	43
Figura 18. <i>Pulsador NA y NC</i>	43
Figura 19. <i>Características de pulsadores NA y NC</i>	44
Figura 20 <i>Forma y tabla de selector rotativo</i>	45
Figura 21 <i>Luces Piloto</i>	47
Figura 22 <i>Partes de un cable conductor</i>	48
Figura 23 <i>Diferencia entre Hilo y Cable</i>	49
Figura 24 <i>Colores de Cables eléctricos</i>	50
Figura 25 <i>Motor eléctrico</i>	51

Figura 26 <i>Estator</i>	51
Figura 27 <i>Rotor</i>	52
Figura 28 <i>Conmutador</i>	52
Figura 29 <i>Escobillas</i>	53
Figura 30 <i>Motores DC y motores AC</i>	54
Figura 31 <i>Motor Síncrono</i>	55
Figura 32 <i>Motor Asíncrono o Motor de Inducción</i>	55
Figura 33 <i>Motor Jaula de Ardilla</i>	56
Figura 34 <i>Partes de una electro bomba de agua</i>	58
Figura 35 <i>Variador de frecuencia marca Zoncn</i>	60
Figura 36 <i>Gabinete de control eléctrico</i>	60
Figura 37 <i>Planchas de acero Galvanizado</i>	61
Figura 38 <i>Aplicaciones de bandas industriales</i>	63
Figura 39 <i>Ventilador tubo axiales</i>	64
Figura 40 <i>Fusibles de 50 A marca Camasco</i>	66
Figura 41 <i>Termomagnético tipo C</i>	68
Figura 42. <i>Termomagnético de 20amp tipo c</i>	69
Figura 43. <i>Selector de arranque y parada</i>	70
Figura 44 <i>Pulsadores Start y Stop de marca AB</i>	71
Figura 45 <i>Contactador de marca CNC</i>	73
Figura 46. <i>Relé térmico SASSIN</i>	73
Figura 47 <i>Cable conductor AWG N°10</i>	76
Figura 48 <i>Variador de Frecuencia Zoncn</i>	77
Figura 49 <i>Placa de características de motor eléctrico para bomba de agua seleccionado</i>	79
Figura 50 <i>Placa de motor de ventilador</i>	82
Figura 51 <i>Lamina de tol ASTM A653/653M</i>	82

Figura 52 <i>Banda Industrial marca Dayco</i>	83
Figura 53 <i>Gabinete eléctrico</i>	84
Figura 54 <i>Ventilador tubo axial de sopladores de Nueva York</i>	85
Figura 55 <i>Turbina de succión instalada en la parte superior de la cabina</i>	87
Figura 56 <i>Unión de paneles metálicos con tornillos</i>	87
Figura 57 <i>Instalación de bomba de agua</i>	88
Figura 58 <i>Unión de tubería metálica con teflón y permatex</i>	88
Figura 59 <i>Rejas huecas para permitir paso de laca en forma de aerosol</i>	89
Figura 60 <i>Instalación de sistema eléctrico y de control</i>	90
Figura 61 <i>Pulsadores Instalados y listos para su operación</i>	91
Figura 62 <i>Inicio de pruebas sin conectar motores</i>	92
Figura 63 <i>Configuración de Frecuencia para la carga</i>	93
Figura 64 <i>Prueba de funcionamiento con todo el sistema implementado y funcionando</i>	94
Figura 65 <i>Telilla formada por el gas pulverizado y recogido por la cascada de agua</i>	95
Figura 66 <i>Ventilador tubo axial listo para funcionar</i>	96
Figura 67. <i>Concentración de gases antes de la implementación de la cabina</i>	98
Figura 68 <i>Detector multigases portátil PTM600</i>	98
Figura 69 <i>Tiempo de exposición de gases con todos los sistemas apagados</i>	99
Figura 70 <i>Tiempo de exposición a gases con cascada de agua funcionando</i>	100
Figura 71 <i>Tiempo de exposición de gases con ventilador encendido</i>	102
Figura 72 <i>Tiempo de eliminación de gases con todos los sistemas encendidos</i>	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Referencia de Interruptor termomagnético de ventilador</i>	68
Tabla 2 <i>Tabla de referencia de disyuntor de motor para bomba</i>	69
Tabla 3 <i>Tabla especificaciones técnicas de selector Chint</i>	70
Tabla 4. <i>Tablas de características de pulsadores marca ABB</i>	71
Tabla 5 <i>Contactores marca CNC para comando de motores</i>	72
Tabla 7 <i>Calibres de cable según American Wire Gauge (AWG)</i>	75
Tabla 8 <i>Características de motor bomba</i>	76
Tabla 9 <i>Características de Variador de Frecuencia</i>	77
Tabla 10 <i>Datos recolectados antes y después de la implementación</i>	97
Tabla 11 <i>Matriz de recolección de datos todos los sistemas apagados</i>	99
Tabla 12 <i>Recolección de datos de segunda prueba</i>	101
Tabla 13 <i>Tabulación de datos de cuarta prueba</i>	103
Tabla 14 <i>Tabla de presupuesto utilizado</i>	105

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Ecuación de corriente para fusible</i>	65
Ecuación 2 <i>Ecuación de potencia eléctrica</i>	67
Ecuación 3 <i>Ecuación de potencia nominal de un motor trifásico</i>	68
Ecuación 4 <i>Ecuación de un motor trifásico para definir el amperaje</i>	68
Ecuación 5 <i>Ecuación de potencia soportada para un selector</i>	70
Ecuación 6 <i>Ecuación de potencia para pulsadores</i>	71
Ecuación 7 <i>Ecuación de potencia para contactor</i>	72
Ecuación 8 <i>Ecuación de caída de tensión para conductor</i>	75
Ecuación 9 <i>Ecuación de Potencia Activa</i>	78
Ecuación 10 <i>Ecuación de Potencia aparente</i>	78
Ecuación 11 <i>Ecuación de Potencia reactiva</i>	78
Ecuación 12 <i>Ecuación de Potencia aparente para sistemas trifasicos</i>	79
Ecuación 13 <i>Ecuación de Intensidad eléctrica (A)</i>	79
Ecuación 14 <i>Ecuación de Potencia Activa</i>	80
Ecuación 15 <i>Ecuación de Potencia aparente</i>	80
Ecuación 16 <i>Ecuación de Potencia reactiva</i>	80
Ecuación 17 <i>Ecuación de volumen de la cabina</i>	95
Ecuación 18 <i>Ecuación de flujo de gas</i>	95

Resumen

El objetivo principal de este proyecto es implementar una cabina de laqueado automatizada en la carpintería "Muebles RC" con el propósito de mejorar significativamente la calidad de los muebles lacados, reducir el tiempo de secado y eliminar los gases nocivos asociados con el proceso de lacado tradicional. Para lograr este objetivo, se llevarán a cabo una serie de pasos y actividades. En primer lugar, se realizará una exhaustiva investigación sobre el proceso de lacado, con el fin de comprender a fondo sus principios y requisitos técnicos. Esto permitirá seleccionar los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos necesarios para la implementación de la cabina de laqueado automatizada. Una vez identificados los componentes necesarios, se procederá a la construcción de la cabina, teniendo en cuenta los estándares de seguridad y las necesidades específicas de "Muebles RC". Se fabricarán los componentes mecánicos, como sistemas de filtración y ventilación, para asegurar un funcionamiento óptimo de la cabina. Una vez finalizada la construcción y programación, se realizarán exhaustivas pruebas de funcionamiento de la cabina. Estas pruebas permitirán verificar que el sistema cumple con los requisitos establecidos y que proporciona los resultados deseados en términos de calidad de lacado, tiempo de secado reducido y eliminación efectiva de los gases nocivos. Se realizarán ajustes y optimizaciones si es necesario para garantizar un rendimiento óptimo. Este proyecto involucra la investigación del proceso de lacado, la selección de componentes, la construcción y programación de la cabina, y las pruebas de funcionamiento. Con la implementación exitosa de esta cabina, se espera lograr altos estándares de calidad, incrementar la eficiencia en el proceso de producción y asegurar un entorno de trabajo más seguro y saludable para "Muebles RC".

Palabras Clave: Cabina de laqueado automatizada, gases nocivos, carpintería "Muebles RC".

Abstract

The main objective of this project is to implement an automated lacquering booth in the "Muebles RC" carpentry with the purpose of significantly improving the quality of lacquered furniture, reducing drying time and eliminating harmful gases associated with the traditional lacquering process. . To achieve this goal, a series of steps and activities will be carried out. First of all, a thorough investigation will be carried out on the lacquering process, in order to fully understand its principles and technical requirements. This will allow selecting the electrical, electronic and mechanical elements necessary for the implementation of the automated lacquering booth. Once the necessary components have been identified, the cabin will be built, taking into account the safety standards and the specific needs of "RC Furniture". Mechanical components, such as filtration and ventilation systems, will be manufactured to ensure optimum function of the cabin. Once the construction and programming is finished, exhaustive functional tests of the cabin will be carried out. These tests will make it possible to verify that the system meets the established requirements and that it provides the desired results in terms of lacquer quality, reduced drying time and effective removal of harmful gases. Adjustments and optimizations will be made if necessary to ensure optimal performance. This project involves the investigation of the lacquering process, the selection of components, the construction and programming of the cabin, and the functional tests. With the successful implementation of this cabin, it is expected to achieve high quality standards, increase efficiency in the production process and ensure a safer and healthier working environment for "Muebles RC".

Keywords: Automated lacquering booth, noxious gases, "Muebles RC"
carpentry.

Capítulo I

Introducción

El presente trabajo de titulación tiene el objetivo de dar a conocer aspectos importantes de la automatización dentro de talleres de madera para mejorar la calidad de los acabados en lacas con la utilización de elementos electrónicos, eléctricos mecánicos, como variadores de frecuencia, relés, contactores, etc. De esta forma se incrementa y controla la absorción en la turbina minimizando las fallas por partículas en el proceso de laqueado teniendo como resultado un acabado ideal, además de una mejor adherencia en la madera prologando su vida útil.

Antecedentes

En el Ecuador las empresas madereras medianas y pequeñas se puede encontrar varios factores en la que su área de trabajo puede interactuar con elementos en lo que puede afectar a su acabado en laca, existen varios factores que pueden ser el polvo que con el viento se mueven y se adhieren a la estructura provocando que su acabado se vea imperfecto entre otros. Por esta razón se busca alternativas que nos permitan minimizar este tipo de problemas que pueden afectar al terminado, además que vamos a maximizar el tiempo de secado de las estructuras de madera por el motivo que dentro de la cabina mientras se realiza el laqueado la cantidad de material va a ser la justa y de esa manera se reduce el tiempo de secado va a disminuir y el nivel de acabado va a ser mejor.

Por lo cual se han revisado trabajos investigativos como los que se expone a continuación:

La fábrica AutoYas de la ciudad de Ambato llevó a cabo la implementación de una cabina de pintura para vehículos. Como resultado, se ha llegado a la conclusión de que ciertos parámetros, tales como el área utilizada para la aplicación de pintura y la capacidad de absorción de polvo y gases nocivos, han permitido aprovechar un área de absorción considerablemente mayor. Esto a su vez ha posibilitado un tiempo de secado reducido y una

disminución del 50% en enfermedades respiratorias. Por lo tanto, los resultados obtenidos mediante la implementación de este proyecto son satisfactorios, dado que se ha convertido en un activo importante para la empresa, generando un aumento en las ganancias. Estos hallazgos son el resultado de un trabajo investigativo realizado por Guevara (2015).

En la ciudad de Chiapas, México, se ha llevado a cabo la automatización del proceso de pintado industrial, específicamente en la etapa del secado. Se ha llegado a la conclusión de que este mecanismo resulta altamente eficiente, ya que solo requiere de una persona encargada de operar la cabina, sin necesidad de un mantenimiento constante. Además, su funcionamiento se basa únicamente en la utilización de energía eléctrica. Este sistema demuestra un desempeño de larga duración, pudiendo operar durante aproximadamente 8 horas diarias con un único operador.

Como resultado de la implementación de este sistema, se ha observado un gran impacto en la empresa donde fue desarrollado, logrando una disminución en los costos de mantenimiento y optimizando las operaciones llevadas a cabo en la cabina. Esto ha permitido mejorar los resultados en términos de secado y acabado, otorgando así un mayor prestigio a la empresa. Estos hallazgos se basan en un trabajo investigativo realizado por Ceballos (2017).

Por lo expuesto es trascendente que se implemente una cabina de laqueado mediante sistemas eléctricos mecánicos para el ahorro porcentual de varios materiales en los que benefician las empresa ya que de este modo se podrá disminuir el costo de materiales y se podrá maximizar el tiempo que se tomaba para la actividad de laqueado y el que nivel de acabado sea superior con respecto a otros talleres.

Planteamiento del Problema

Dentro del proceso constructivo y la implementación del acabado mate, semi-mate y brillante con respecto a la laca se ha vuelto un factor importante para el trabajo que se ejecuta en carpinterías y otras áreas de producción ya que eso da la impresión de que la empresa está enfocada en realizar un trabajo de primera calidad.

El problema se identificó dentro del taller en el año 2018 al momento donde se realiza la actividad de lacado se localizó una gran cantidad de polvo y otras partículas que afectan al acabado final dando como resultado que el laqueado no sea el ideal y tenga varias imperfecciones, así como rugosidades y chorros de material lo cual da a notar una falta de profesionalismo dentro de la empresa, adicional a eso se empezaron a identificar enfermedades de tipo respiratorias en las personas que estaban encargadas del proceso de laqueado .

Al no tener un espacio a cada proceso de creación y entrega de una estructura de madera se puede encontrar varios problemas como:

- Falta de homogeneidad en el acabado de laca lo que conlleva que la textura de la laca no esté bien proporcionada y que identifique grumos y excesos de laca lo que da a notar un mal acabado en la madera.
- Falta de ventilación y absorción de gases que son nocivos para la salud lo que lleva a enfermedades respiratorias.
- Falta de espacio físico para realizar esta actividad de laqueado se necesita que este separado del taller principal donde no exista contaminación por partículas de polvo.

Al no solucionar el problema el acabado con laca seguirá teniendo las mismas imperfecciones eso influye en la empresa ya que persiste en los mismos errores dando una mala imagen a los clientes así también a los empleados de la empresa que tiene complicaciones en las vías respiratorias

Por lo mencionado es fundamental que un taller posea una cabina de laqueado, que aumente la calidad de productos que entrega dicha empresa, pero sin duda el factor más importante es que puede salvaguardar la salud de los empleados a tener un contacto mínimo con gases nocivos para la salud y agilizar la mano de obra haciendo que el personal encargado del terminado tenga más tiempo para realizar más actividades que ahorran tiempo y dinero a la empresa a corto y largo plazo.

Justificación e importancia

En estos momentos el mundo está siendo bastante estricto con respecto a la naturaleza y al cuidado del medio ambiente estos factores que pueden causar una mala impresión dentro del área de carpintería y sobre todo en el área de laqueado de una estructura en madera, las carpinterías deben tener un excelente desempeño y un buen aspecto ante las personas defensoras del medio ambiente, además el proceso de laqueado involucra que las personas deben tener un área limpia y libre de polvo para realizar su actividad en la cual si se realiza sin ninguna cabina la persona encargada del laqueado va a desperdiciar un 20 % de material que se pulveriza y no entra en contacto con la estructura de madera además que puede tener problemas de salud sobre todo en las vías respiratorias todos estos factores son detonantes para que el acabado final no esté dentro de los estándares de calidad que clientes suelen exigir adicional el tiempo de secado suele ser más tiempo por la cantidad de laca que se encuentra en la estructura de madera teniendo en cuenta todo los problemas existentes una solución ingeniosa es la cabina de laqueado ya que con este dispositivo se puede solucionar varios de los problemas que posee la carpintería

Así como también:

- Permite al personal encargado maximizar el nivel de acabado así también las agilizar las actividades de la empresa, ya que con una cabina de laqueado se minimizan los malos acabados, y de esa manera se garantizará al cliente un producto de primera calidad.
- Se disminuye con respecto a los materiales ya que con esta cámara de laqueado el desperdicio de material se reduce en un 25% comparando el consumo de material sin una cabina el consumo de materiales es mucho más elevado lo que lleva a mayores costos de operación, disminuyendo el costo sobre la compra de materiales para los acabados.

- Los aprovechamientos del resultado de la aplicación de la cabina de laqueado se pueden apreciar a corto plazo evidenciando un aumento de clientes que desean estructuras de madera bien terminadas y duraderas aumentando el prestigio de la empresa y sus ingresos económicos se verán favorecidos.

Se beneficiarán del presente trabajo investigativo las carpinterías medianas y pequeñas que desean dar un mejor acabado en estructuras de madera, involucrando una inversión inicial la cual abastecerá por años a la economía y gastos que antes recurrían sobre los acabados de laca, además acelerar las actividades de la empresa que se realiza en una jornada laboral.

Los resultados permitirán satisfacer las necesidades de la empresa que quieran brindar un mejor desempeño dentro de la elaboración de estructuras de madera, aportando a la dicha empresa y de su acabado en la laca ya que los factores ambientales y humanos hacen disminuir la calidad que realiza al momento de la mano de obra en la que se está trabajando.

Por lo expuesto es importante que los talleres de madera, implementen una cabina de laqueado para el ahorro en gastos tanto en mano de obra como materiales, que pueden recurrir a dañar la reputación que da la empresa al público por el factor del terminado en barniz y laqueado.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Implementación de una cabina de laqueado automatizada a través de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos para mejorar la calidad, reducción de tiempo de secado y eliminación de gases nocivos en la carpintería “Muebles RC”. Ubicadas en la ciudad de Quito”.

Objetivos Específicos

- Investigar el proceso de lacado.
- Seleccionar los elementos necesarios para la implementación de la cabina.

- Realizar la construcción y la programación de la secuencia de operación del sistema
- Realizar pruebas de funcionamiento de la cabina para verificar que el trabajo sea el deseado.

Alcance

El alcance del presente trabajo consiste en la implementación de una cabina de laqueado en la carpintería "Muebles RC", utilizando sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos con el objetivo de mejorar la calidad, reducir el tiempo de secado y eliminar gases nocivos. Para lograrlo, se ha realizado una investigación exhaustiva sobre los procesos y equipos utilizados en el lacado de madera a lo largo del tiempo, incluyendo su aplicación en diferentes industrias que utilizan diversos tipos de lacas.

La investigación realizada en este proyecto es de carácter documental y experimental, y se utilizarán parámetros internacionales para la selección de los dispositivos eléctricos y electrónicos-mecánicos necesarios. La adquisición de estos dispositivos se llevará a cabo en un almacén ubicado en la ciudad de Quito.

El proceso de laqueado desempeña un papel vital en el área de producción de la carpintería, ya que permite aplicar un tratamiento químico a la madera, mejorando su durabilidad y garantizando un acabado impecable. Por lo tanto, la implementación de la cabina con los dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos no solo aumentará la calidad del acabado y reducirá los tiempos de entrega de los muebles, sino que también salvaguardará la salud del operador de la cabina, al minimizar su exposición a gases nocivos y reducir la incidencia de enfermedades respiratorias.

Capítulo II:

Marco teórico.

Laqueado de muebles.

El proceso de laqueado de muebles es una técnica de pintura decorativa que consiste en la aplicación de varias capas muy finas de barniz sobre un material previamente tratado (pulido y masilla), ya sea madera, MDF, etc. Este procedimiento da un acabado muy suave y brillante. Al pintar, el proceso debe ser a la temperatura perfecta, no se deben utilizar medios que puedan dañar la pintura, y además debe ser bajo presión para no contaminar los muebles a laquear. (Argüeso, 2009)

Figura 1

Proceso de laqueado.



Nota. La ilustración muestra el proceso de laqueado de dos puertas tomando de (MQMuebles interiores, 2021)

Debido a la naturaleza de la madera es propensa a sufrir daños por plagas, el paso del tiempo es un factor muy importante, para el tratamiento efectivo de la madera se debe hacer pasar por varios procesos y aéreas de las cuales la más fundamental es el área de laqueado estas han evolucionado eventualmente y progresivamente con la necesidad que requiere la producción y la calidad de terminado en cada artículo, estas han evolucionado en cabinas

herméticas y libres de polvo para maximizar el nivel de acabado mejorar la producción y disminuir la cantidad de material que se necesita, por lo que se utilizan en la actualidad controles eléctricos y electrónicos para tener un control total de la cabina. (Argüeso, 2009)

Las cabinas de laqueado han incrementado la factibilidad y productividad de una empresa sobre todo en las grandes industrias, reduciendo aspectos como la calidad de los productos, un incremento de reducción de tiempo en el proceso de secado, solucionando problemas del polvo que dañe su aspecto. (Argüeso, 2009)

El funcionamiento de la sala de pintura es principalmente para la ventilación y renovación del aire, el cual ocupa el volumen interior de la sala de pintura para hacer circular el aire a cierta velocidad, y utiliza un extractor o un ventilador de gran potencia según las características del sala de pintura sala de pintura sala de pintura Las dimensiones y operaciones realizadas en el proceso de pintado con entradas y salidas de aire diseñadas en diferentes configuraciones determinan la eficiencia que se puede alcanzar. En general, la cabina de pintura tiene dos configuraciones de ventilación con presión positiva y ventilación con presión negativa. (Argüeso, 2009)

Tipos de lacados

Lacado de alto brillo. Un brillo muy alto es la principal característica del barniz brillante, un acabado para muebles. Tiene un impacto sorprendente en la decoración y el efecto general porque refleja todo a su alrededor. Aunque hay un brillo vidriado en el producto terminado, no debe confundirse con el efecto espejo que producen otros acabados más brillantes. (Mesas, 1986)

Figura 2

Laca de alto brillo



Nota. La ilustración muestra el aspecto final de una cocina laqueada en laca brillante color cobrizo. (Mesas, 1986)

La pintura brillante generalmente tiene menor resistencia al impacto, al desgaste y al rayado. Mantener muebles lacados brillantes es simple; todo lo que se requiere es un secado de rutina con un paño ecológico, agua tibia y un paño diferente. (Mesas, 1986)

Son muy fáciles de reparar, a diferencia de los materiales sintéticos, ya que muchos golpes y rayones se pueden cubrir con una fina capa de cera incolora usando un paño suave. (Mesas, 1986)

Laca satinada. Este tipo de barniz, conocido como acabado satinado, se sitúa entre los barnices brillantes y mates; agrega brillo sin ser dominante y combina sus atributos positivos. El barniz satinado es excelente para ocultar defectos como rayones, manchas e irregularidades. El brillo del tiempo es muy intrigante. (Mesas, 1986)

Figura 3

Silla con laca satinada



Nota. La ilustración muestra el aspecto final de una silla con laca satinada tomando de (Muebles RC, 2019)

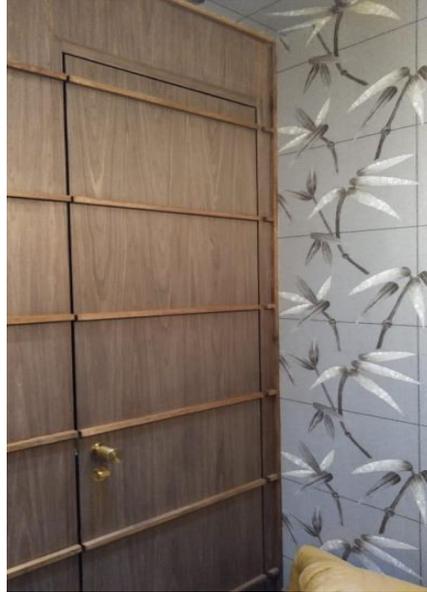
Los barnices brillantes y mates; agrega brillo sin ser dominante y combina sus atributos positivos. El barniz satinado es excelente para ocultar defectos como rayones, manchas e irregularidades. El brillo del tiempo es muy intrigante. (Mesas, 1986)

Laca mate. Para superficies de madera, es un acabado Mono componente transparente. Está basado en resina de micro celulosa, poliuretano, resina acrílica y agua. Por su sencillez de uso y secado rápido, se aconseja para la decoración y protección de muebles de interior, marcos, puertas, etc.. (Mesas, 1986)

Un barniz mate aplicado a la madera produce un efecto de color natural que muestra la veta de la madera, pero protege el barniz. Sus principales características incluyen una alta resistencia a los rayones, impactos y desgaste, así como una alta resistencia a la suciedad. (Mesas, 1986)

Figura 4

Laca mate



Nota. La ilustración muestra el aspecto final de una pared revestida en madera tomando de (Muebles RC, 2019)

Laca mate cero. Para un toque suave y la apariencia de la madera natural, cubra la madera con Zero Matte Lacquer, su nombre en inglés. brinda defensa a la madera contra abolladuras, muescas, raspaduras y suciedad, así como contra los estragos del tiempo. (Mesas, 1986)

Figura 5

Laca mate cero



Nota. La ilustración muestra el aspecto de un baño recubierto de laca mate cero tomando de (Mesas, 1986)

Laca Natural. Si desea mantener el color original de la madera al usar varios acabados, se requiere un proceso de acabado natural. Una variedad de productos se incluye en las diversas terminaciones que se enumeran a continuación. Según el uso y la ubicación, los muebles se recubren con poliuretano, acrílico o agua. (Mesas, 1986)

La limpieza del mueble con acabado al natural no difiere la de cualquier otra pieza de mobiliario, no hacen falta cuidados especiales ni productos especializados. (Mesas, 1986)

Figura 6

Laca natural



Nota. La ilustración muestra el aspecto de un techo decorado con madera y lacado al natural se puede apreciar la beta de la madera, tomando de (Muebles RC, 2011)

Tipos de lacas.

Lacas nitrocelulosa. Los barnices nitro, también conocidos como barnices nitro, destacan principalmente por su facilidad de aplicación: no necesitan mezclarse, son fáciles de lijar y se secan rápidamente. (VALRESA, 2021)

Figura 7

Valresa laca



Nota. La ilustración muestra cómo se observa un recipiente de laca nitrocelulosa satinado, tomando de (VALRESA, 2021)

La serie Nitro Varnish se compone de fondos y acabados con diferentes brillos y alto poder cubriente. Tienen una buena resistencia al alcohol y a los productos químicos suaves. El rendimiento de estos productos se puede mejorar mediante el uso de un solvente de alta calidad. (VALRESA, 2021)

Laca Poliuretano. El poliuretano es un polímero compuesto por polioles e isocianatos ampliamente utilizado en los procesos de fabricación industrial. Hoy en día, sus usos son variados y podemos encontrarlo en multitud de pinturas. (vermol, 2021)

Por ejemplo, se utiliza para crear revestimientos de alto rendimiento como los que se utilizan en automóviles e incluso en edificios debido a su resistencia a la intemperie. (vermol, 2021)

Figura 8

Laca Poliuretano



Nota. La ilustración muestra cómo se observa un frasco de laca poliuretano de marca Vermol, tomando de (vermol, 2021)

Su principal diferencia frente a otros tipos de recubrimientos es su mayor flexibilidad y alta resistencia a los efectos químicos y al desgaste físico. También proporciona un acabado no poroso para un aislamiento óptimo. (vermol, 2021)

Laca a Base de agua.

Si bien hemos logrado realzar las cualidades comunes de estos barnices con una excelente resistencia física y química, esto no excluye la posibilidad de lijar y terminar después de una semana de anclaje. (VALRESA, 2021)

Sin embargo, esto no excluye la posibilidad de lijar y terminar después de una semana de anclaje. A las características comunes de estos barnices hemos conseguido sumar una excelente resistencia física y química. (VALRESA, 2021)

Uno o dos componentes pueden formar un barniz a base de agua. Recomendamos el uso de una capa transparente a base de agua de dos partes si se desea una mayor resistencia química. Una vez terminado su uso, se puede limpiar con agua o disolventes. (VALRESA, 2021)

Figura 9

Laca a base de agua para exteriores



Nota. La ilustración muestra cómo se observa un envase de laca a base de agua “Montoxyl” para exteriores de marca MONTÓ, tomando de (MONTO PINTURAS, s.f.)

Modelos de Cabina de pintura

De acuerdo al funcionamiento y utilización de clasifican

Cabinas murales presurizadas

Estas cabinas son especializadas para el pintado de muebles y materiales de buenos acabados, actualmente puede estar implementado un sistema de calor incorporado. (elube, 2018)

Cabina de barnizado-presurizada está diseñada con el fin de eliminar la contaminación generada cuando se aplican pinturas, esmaltes, lacas, barnices, etc., mediante pistolas pulverizadoras, en los trabajos de tratamiento superficial. (elube, 2018)

Figura 10*Cabina mural presurizada*

Nota. La ilustración muestra una cabina presurizada de puertas corredizas, tomando de (Santiago Aldas Salazar Mg, 2015)

Cabinas de acero inoxidable

Cuando se instala un sistema de pintura automático en condiciones difíciles o con un presupuesto limitado, se utilizan cabinas de pintura de acero inoxidable. (elube, 2018)

La construcción es increíblemente robusta y fácil de mantener, lo que garantiza años de uso profesional. Existen sistemas de recuperación por filtro o ciclón disponibles para instalaciones con uno o más colores. (elube, 2018)

Figura 11

Cabina de acero inoxidable para sistema de pintura



Nota. La ilustración muestra una cabina de acero inoxidable tomado de (pinterest.com, 2020)

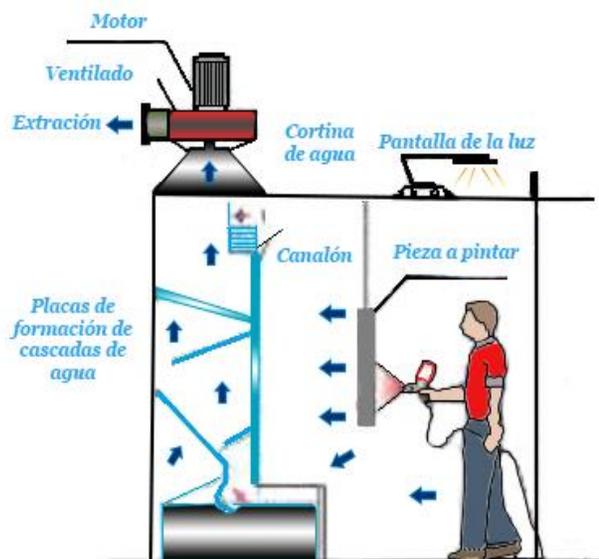
Cabinas de cortina de agua

Este tipo de cabina es necesaria para cualquier operación de pintura porque utiliza un sistema de aspiración y contención de partículas para garantizar que el trabajo se realice sin poner en peligro el medio ambiente o la salud humana. El dispositivo consta de un conjunto de placas, normalmente de acero galvanizado revestido, pero también hay disponibles diseños de acero inoxidable que destacan por su resistencia y calidad. Para garantizar la estabilidad durante todo el proceso, estos paneles se atornillan entre sí. (Gomez, 2019)

La arandela, que alberga el colector, es uno de los componentes más cruciales de la cabina de pintura porque permite que el aerosol se recoja en el tanque y que el solvente se dirija hacia la pintura. parte, que es un tubo de gran diámetro formado por una serie de atomizadores que dirigen el líquido bajo una intensa presión en conos que se cruzan entre sí. (Gomez, 2019)

Figura 12

Esquema de una cabina de cortina de agua



Nota. La ilustración muestra las partes de una cabina cortina de agua tomando de (Santiago Aldás Salazar Mg, 2015)

El tanque inferior contiene agua mezclada con floculantes, coagulantes y biocidas, sustancias que garantizan la desnaturalización del agua. La cascada es la encargada de atrapar la gran cantidad de sólidos que caen en este tanque. La vida útil más larga de la pintura y el agua en el tanque reduce la necesidad de una costosa gestión de aguas residuales. Con el fin de conservar adecuadamente la pintura, con frecuencia se instalan canaletas galvanizadas o de acero inoxidable. (Gomez, 2019)

Este componente, que se encuentra en el interior, consiste en un tubo colector de gran diámetro y una serie de aerosoles en forma de cono que trabajan juntos para impulsar el agua a alta presión. (Iacas, 2016)

Este tipo de rociado genera una niebla que cae en cascada por una serie de placas continuas que están inclinadas en varios ángulos en el espacio interior. (Iacas, 2016)

La mayoría de las partículas sólidas que caen en el tanque inferior son recolectadas por esta cascada porque el agua de todo el tanque se mezcla con coagulante y biocida, asegurando que la pintura se desnaturalice y forme grumos que son fáciles de quitar. (Iacas, 2016)

Al asegurar una mayor vida útil del agua del embalse mediante la formación de este cúmulo, se evitan los altos costes asociados a la gestión de aguas residuales. (Iacas, 2016)

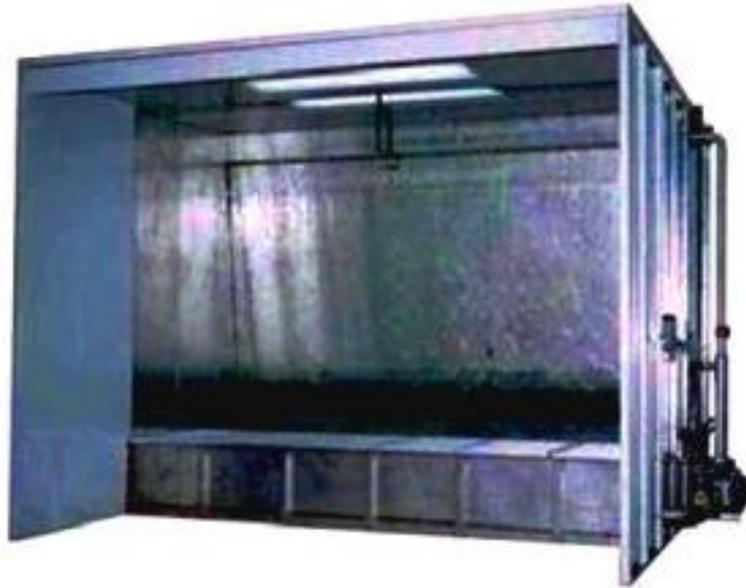
Las partes superiores de las cabinas de pintura están equipadas con canalones de acero inoxidable o galvanizado para asegurar que toda la pintura en aerosol esté completamente contenida. (Iacas, 2016)

La bajante está provista de una pendiente suficiente para que el agua pueda fluir bien sobre ella. El flujo laminar da como resultado que el desbordamiento caiga a través de la cortina de la cabina. (Iacas, 2016)

Estas cortinas de agua utilizan boquillas de tubería de gran diámetro con flujo de agua controlado por válvula. (Iacas, 2016)

Figura 13

Cabina de cortina de agua



Nota. La ilustración muestra las cómo es la estructura de una cabina de pintura con cortina de agua, tomado de (Iacac, 2016)

El tanque de agua ubicado en la base del stand recibe agua del sistema de cascada interna y cortina de agua. En este tanque se realiza el proceso de desnaturalización del tinte y se aspira el agua. A lo largo, hay cascadas y cortinas. Este tipo de cabina de pintura se puede utilizar por separado o como parte de una línea de pintura automatizada. (Iacac, 2016)

El uso de carcasas de filtros secos genera costos más altos porque los filtros deben reemplazarse con más frecuencia, lo que los hace más adecuados para plantas de alto o muy alto rendimiento. (Iacac, 2016)

Elementos eléctricos electrónicos mecánicos

Fusibles

Un fusible es un dispositivo eléctrico/electrónico o mecánico que se utiliza para proteger un circuito de sobre voltaje, sobrecarga y brindar protección al circuito. En 1890, Thomas Alva

Edison inventó el fusible eléctrico. Hay muchos tipos de fusibles, pero todos realizan la misma función. (Abala, 2018)

Figura 14

Fusible de 50A.



Nota. En la Ilustración se puede observar un fusible de 32A de 10 x 38 tomando de (Camsco, 2022)

Disyuntores.

Los disyuntores son herramientas que se utilizan para proteger los circuitos eléctricos de daños provocados por corrientes elevadas. El flujo de electrones excesivo puede dañar los componentes electrónicos y calentar los cables, lo que puede derretir el aislamiento y provocar incendios. Por lo tanto, está prohibido trabajar en la red sin un interruptor eléctrico de acuerdo con los requisitos del PUE (Reglamento de Instalaciones Eléctricas). La característica de tiempo-corriente del interruptor automático es uno de los muchos parámetros que componen AB. Explicaremos las diferencias entre los interruptores automáticos de clase A, B, C y D, así como las redes que cada uno se utiliza para salvaguardar en este artículo. (latecnicalf, 2018)

Figura 15*Disyuntores*

Nota. En la Ilustración se puede observar el disyuntor a implementar tomando de (blogspot 2020)

Contactores

Es un dispositivo electromecánico que puede abrir o cerrar remotamente un paso de corriente y tiene dos posiciones de funcionamiento, la primera de las cuales es de reposo y tiene lugar cuando el circuito de control no actúa sobre ella. La inestabilidad que resulta de la acción es la otra pieza del equipo. (electrico, 2018)

Figura 16*Contactor*

Nota. En la Ilustración se puede observar un contactor electromagnético tomando de (electriciamexp,2019)

Relé térmico

Un relé térmico es un dispositivo eléctrico básico que se utiliza para abrir o cerrar varios circuitos independientes. Esta acción se realiza utilizando un campo electromagnético generado por un devanado de bobina controlado por voltaje. Un dispositivo que hace que uno o más circuitos eléctricos de salida cambien cuando una entrada (o cantidad impulsada) cumple con ciertas condiciones específicas. (electrico, 2018)

Figura 17

Relé de protección de sobre carga



Nota. En la Ilustración se puede observar un relé de protección de sobre carga tomando de (electriciamexp,2019)

Pulsadores

Un botón pulsador, también conocido como botón eléctrico, es un dispositivo eléctrico que, cuando se presiona, permite o prohíbe el flujo de corriente eléctrica. (tecnologica, 2020)

Figura 18.

Pulsador NA y NC



Nota. En la Ilustración se puede observar un pulsador NA para arranque tomando de (areatecnologica,2019)

Vuelve a su posición inicial después de ser soltado. Hay dos posiciones, abierto y cerrado, disponibles para cada botón de contacto eléctrico (tecnologica, 2020)

- Cerrado: Los 2 bornes están juntos y el pulsador permite el paso de la corriente eléctrica. (tecnologica, 2020)
- Abierto: Los 2 bornes están separados y el pulsador corta o no permite el paso de la corriente eléctrica. (tecnologica, 2020).

Figura 19.

Características de pulsadores NA y NC



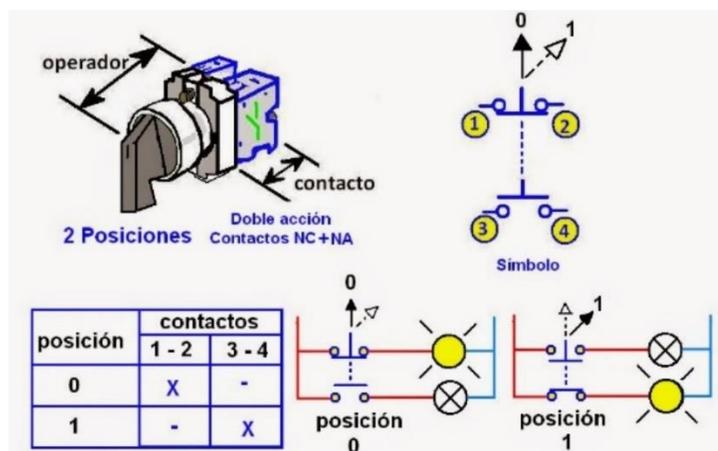
Nota. En la Ilustración se puede observar las características de un pulsador tomando de (areatecnologica,2019)

El propósito de los selectores eléctricos rotativos es abrir o cerrar contactos de acuerdo con una posición elegida manualmente. Es necesario contar o hacer una tabla para cada posición en un estado como el de los interruptores porque hay una infinidad de combinaciones posibles. Se recomienda asegurarse de que la funcionalidad de las tablas proporcionadas esté realmente implementada. (Coparoman, 2014)

Los selectores de dos posiciones tienen una manija o llave que debe girarse 45 grados en el sentido de las agujas del reloj para cambiar la posición. (Coparoman, 2014)

Figura 20

Forma y tabla de selector rotativo



Nota. En la Ilustración se puede observar las distintas posiciones de un selector tomando de (Coparoman, 2014)

Luces *Piloto*

Entendemos estos dispositivos por elementos de control y señalización (elementos de control), tales como botones: lámparas, pulsadores, selectores, etc., ubicados en el circuito de control de la máquina herramienta, permitiendo el control por operación manual, estos mecanismos de control deben ser fácilmente accesible y cerca del operador de la máquina.

Entendemos estos dispositivos por elementos de control y señalización (elementos de control), tales como botones: lámparas, pulsadores, selectores, etc., ubicados en el circuito de control de la máquina herramienta, permitiendo el control por operación manual, estos mecanismos de control deben ser fácilmente accesible y cerca del operador de la máquina. Los elementos de puesta en marcha "arranque" deben diseñarse de forma que se evite el riesgo de funcionamiento no previsto. (Rodríguez, 2021)

Código de color para pilotos led. Si bien estos elementos son muy básicos y solo actúan como identificadores, la forma en que se usan varía mucho según la ubicación. Por ejemplo, el rojo puede usarse para indicar que está deshabilitado en algunos lugares mientras que es normal en otros. El hecho de que existan varios estándares y que los colores puedan cambiar según el estándar que se utilice es la causa de estas diferencias de significado. (ingmecafenix, 2023)

- **Piloto luz roja**

Las alarmas, las fallas de los componentes y los problemas del sistema eléctrico son ejemplos de emergencias o condiciones peligrosas que se indican con este color. Presionar el botón de parada de emergencia en respuesta a un mal funcionamiento o circunstancia peligrosa es uno de los usos más frecuentes. También puede indicar que una función de protección, como una sobrecarga o el exceso de límites predeterminados, ha provocado que el sistema se apague. (ingmecafenix, 2023)

- **Piloto luz verde**

Debido a que se considera un signo positivo en muchas culturas, los pilotos usan el color verde para indicar que un sistema funciona correctamente, que una operación se llevó a cabo según lo previsto, que una misión se completó con éxito o incluso que el sistema está preparado para activación. (ingmecafenix, 2023)

- **Piloto luz Azul**

Este tipo de color se usa a menudo para indicar que el sistema eléctrico está encendido o activo. La activación de dispositivos de asistencia o de seguridad también se puede señalar mediante el uso de esta frase. Ocasionalmente se usa para indicar que el sistema está suspendido o en espera. (ingmecafenix, 2023)

- **Piloto luz Blanca**

Blanco generalmente significa que el dispositivo está encendido, ha alcanzado un estado operativo seguro o está configurando el sistema. (ingmecafenix, 2023)

Figura 21

Luces Piloto



Nota. En la Ilustración se puede observar los distintos colores bajo la norma IEC 60947-5-1 tomando de (ingmecafenix, 2023)

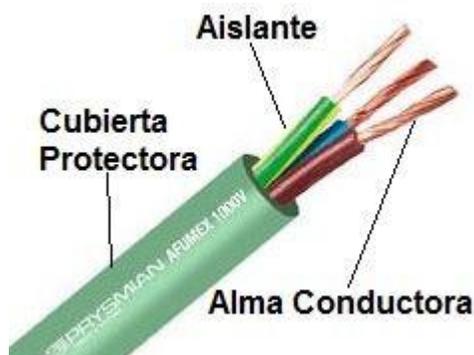
Cable Conductor

Se debe usar un material de baja resistencia y alta conductividad con átomos con electrones externos que puedan transferir electrones de un átomo a otro para crear el cable. Estos materiales son los metales (Cobre "Cu" y Hierro "Fe") se los utiliza por sus propiedades físicas, por su abundancia en el planeta y por precio. (Villasuso, 2017)

Ya sean alambres o cables, los conductores eléctricos de baja tensión tienen esencialmente tres componentes (Villasuso, 2017)

Figura 22

Partes de un cable conductor



Nota. En la Ilustración se puede observar las partes de un cable conductor tomando de (areatecnologica,2019)

- Construcción de cobre; el cobre es un conductor de electricidad. (tecnologica, 2020)
- Aislante o Aislamiento: Un material no conductor que rodea un núcleo conductor para evitar que la corriente fluya hacia el exterior se denomina aislante o aislamiento. (tecnologica, 2020)

Un material no conductor que rodea un núcleo conductor para evitar que la corriente fluya hacia el exterior se denomina aislante o aislamiento. (tecnologica, 2020)

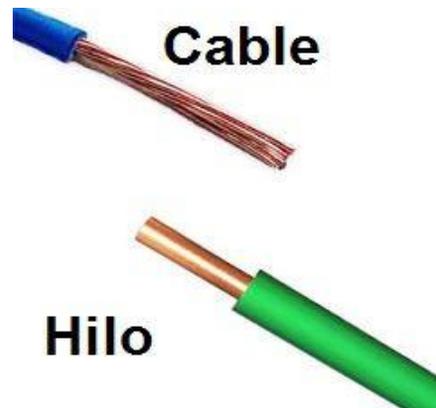
Los tres que se utilizan con mayor frecuencia son el polietileno reticulado (XLPE), el caucho de etileno propileno y el cloruro de polivinilo (PVC). (tecnologica, 2020)

- Cubierta protectora: Se emplea para proteger mecánicamente cables o alambres. Aunque no todos los conductores tienen este revestimiento, normalmente están hechos de nailon. En algunos casos, el aislador en sí mismo sirve como aislante y como cubierta protectora. La cubierta protectora puede estar hecha de acero, latón u otro material que sea resistente al desgaste si los conductores estarán sujetos a un desgaste externo significativo. (tecnologica,2020)

Diferencia entre Hilo y Cable. Si hay un solo conductor, se llama alambre, y si consta de varios alambres, se llama cable. Ambos tienen cubiertas aislantes o protectoras. (tecnologica, 2020)

Figura 23

Diferencia entre Hilo y Cable



Nota. En la Ilustración se puede observar las diferencias de un cable conductor tomando de (areatecnologica,2019)

Nombre y Colores de los Cables Eléctricos. Podemos reconocer los cables más fácilmente gracias a sus varios colores. (tecnologica, 2020)

- Conductores de fase gris, negro y marrón. (tecnologica, 2020)

Por este cable es por el que entra la corriente eléctrica. (tecnologica, 2020)

Conductor Neutro: azul claro. (tecnologica, 2020)

Este cable es por el que sale la corriente eléctrica en el circuito. (tecnologica, 2020)

Conductor de Protección o T.T (toma de tierra): verde-amarillo. (tecnologica, 2020)

Es el cable de toma de tierra y sirve para proteger la instalación y a las personas. (tecnologica, 2020).

Figura 24

Colores de Cables eléctricos



Nota. En la Ilustración se puede observar las diferencias de color de un cable conductor tomando de (areatecnologica,2019)

Motores AC

Los motores eléctricos son un reemplazo confiable y ecológico para los motores de combustión interna de hoy en día. (transelec, 2021)

Los ventiladores industriales y las bombas para piscinas son solo algunas de las aplicaciones en las que los motores eléctricos se han utilizado durante un tiempo. (transelec, 2021)

La capacidad de estos motores eléctricos para conducir vehículos a altas velocidades es, sin duda, el mayor desafío al que se enfrenta la tecnología actual, aunque existen innumerables ejemplos en todo el mundo que demuestran que esto es factible. (transelec, 2021)

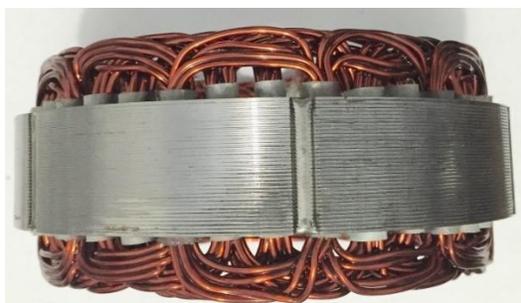
Para empezar, hay que reconocer que un motor eléctrico es un dispositivo que puede transformar energía eléctrica en energía mecánica. El campo magnético producido por las bobinas internas del motor permite que los motores logren esto. (transelec, 2021)

Figura 25*Motor eléctrico*

Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto de motores eléctrico, tomando de (electriciamexp,2019)

Los motores eléctricos cuentan con componentes primordiales

Estator: Es la parte de la parte giratoria que está estacionaria. Es uno de los componentes fundamentales de un generador que transmite corriente alterna o un motor eléctrico que transmite corriente continua. (transelec, 2021)

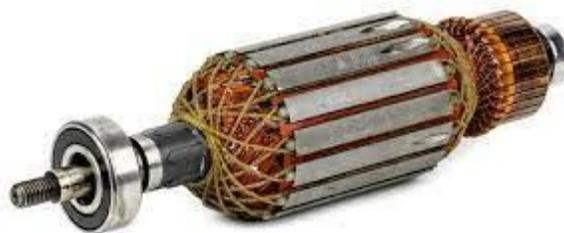
Figura 26*Estator*

Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto del estator, tomando de (nitro.pe,2019)

Rotor: Es un componente giratorio o giratorio de una máquina eléctrica, como un motor o un generador. (transelec, 2021)

Figura 27

Rotor

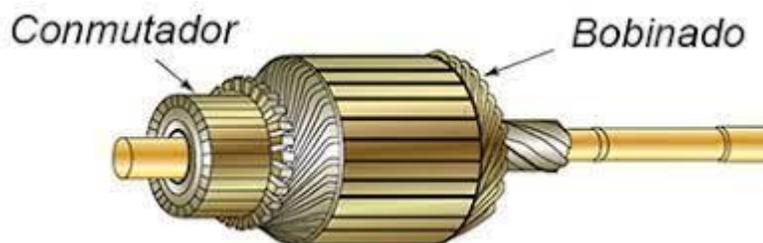


Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto del estator, tomando de (nitro.pe,2019)

Conmutador: El trabajo del interruptor es cambiar el flujo de corriente entre el rotor y el circuito externo, y se encuentra con frecuencia en algunos generadores y motores. (transelec, 2021)

Figura 28

Conmutador

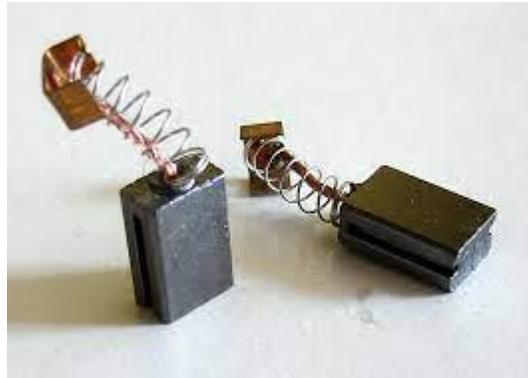


Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto del conmutador, tomando de (sapiensman.com,2019)

Escobillas: Es necesario crear una conexión fija entre la máquina y las bobinas del rotor en un motor o generador eléctrico. Para lograr esto, se utilizan dos anillos que están unidos al eje principal, eléctricamente aislados de él y conectados a la bobina giratoria por sus terminales. Luego están los bloques de carbón que usan resortes para aplicar presión para que se pueda hacer el contacto eléctrico. Estos son cepillos, no bloques. (transelec, 2021)

Figura 29

Escobillas



Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto de las escobillas de carbón, tomando de (sapiensman.com,2019)

Es crucial comprender cómo funciona un motor eléctrico. La fuerza física generada por el magnetismo hace que los objetos se muevan. De hecho, los polos de un imán pueden atraerse o repelerse dependiendo de cómo estén dispuestos. (transelec, 2021)

Un componente giratorio, el rotor, es impulsado por campos magnéticos que se repelen y se oponen mutuamente en un motor eléctrico. (transelec, 2021)

El estator, el componente estático del motor, tiene un campo magnético opuesto al rotor, que está enrollado en cables conocidos como bobinas. El rotor comienza a girar en este punto. El motor, sin embargo, se detiene cuando los polos están alineados. Debido a esto, la corriente alterna (CA) se usa para alimentar la mayoría de los motores eléctricos. (transelec, 2021)

Tipos de motores eléctricos

Hay dos tipos principales de motores: motores de CC y motores de CA. Cada una de estas dos ramas se subdivide en secciones, sobre las cuales entraremos en más detalle a continuación. (industriasgsl, 2020)

Figura 30.

Motores DC y motores AC

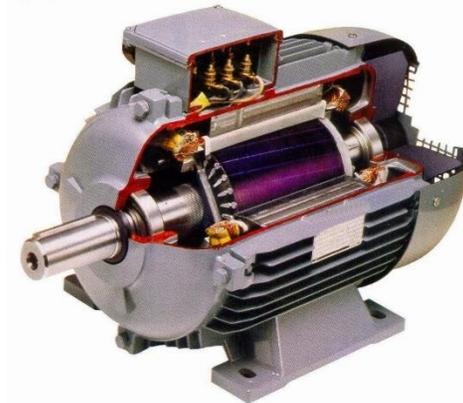


Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto de un motor DC y un motor AC, tomando de (industriasgsl, 2020)

Motores eléctricos de corriente alterna: Estos aparatos funcionan con la idea de un campo magnético giratorio, donde se produce corriente alterna en tres fases. (industriasgsl, 2020).

Motor de corriente alterna síncrono: El número de pares de polos del motor y la frecuencia de la tensión de red a la que está conectado determinan la velocidad de rotación constante del dispositivo. Este tipo de motores AC son considerados para arranque trifásico como motores de inducción, motores de inducción, pero con funcionamiento síncrono y motores auxiliares de arranque. (industriasgsl, 2020)

En nombre de síncronos se debe a la velocidad del rotor y la del campo magnético del estator que son iguales. Estos equipos son usados en máquinas grandes que ameritan una carga variable con una velocidad constante. (industriasgsl, 2020)

Figura 31*Motor Síncrono*

Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto externo e interno de un motor AC, tomando de (hmong, 2016)

Motor de corriente alterna asíncrono o motor de inducción: Los motores asíncronos son motores de corriente alterna en los que el campo magnético de la bobina del estator se induce electromagnéticamente para producir la corriente necesaria para producir el par del rotor. Los motores asíncronos, a diferencia de los motores síncronos y los motores de corriente

Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto externo e interno de un motor AC, tomando de (hmong, 2016)

Motor Asíncrono o Motor de Inducción

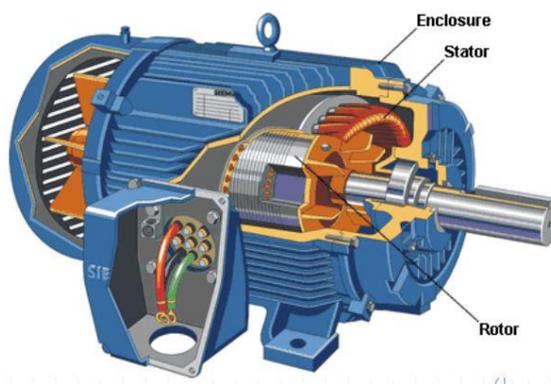
Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto externo e interno de un motor AC, tomando de (industriasgsl, 2020)

Motor de jaula de ardilla: Un conjunto de varillas guía orientadas hacia ambos extremos del eje y dispuestas cilíndricamente alrededor del eje constituyen la parte giratoria de este aparato. Funciona creando un campo magnético giratorio en el centro del motor que se activa mediante devanados que reciben corriente alterna. (Solutions, 2018)

Las barras que forman el cuerpo del rotor producen una corriente como resultado de este campo magnético giratorio. Se produce un momento de rotor, o par, cuando estas corrientes hacen que el campo magnético secundario se active e interactúe con el campo magnético primario. (Solutions, 2018)

Figura 33

Motor Jaula de Ardilla



Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto externo e interno de un motor Jaula de ardilla, tomando de (industriasgsl, 2020)

Motor eléctrico para bomba de agua

Cualquier líquido puede ser movido por una bomba de agua, que es un dispositivo que normalmente se usa para bombear agua de un lugar a otro. Los usos más comunes son en agricultura y horticultura, suministro de agua potable, drenaje de piscinas y pozos, tratamiento de aguas residuales y suministro de calderas, aunque se puede utilizar en una amplia gama de campos e industrias. (JAVEA, 2020)

Una bomba de agua está compuesta por las siguientes partes que hacen que permiten su funcionamiento:

Carcasa o Armazón La mayoría de los mecanismos de conducción de fluidos transferibles están simplemente encerrados dentro de una carcasa. En general, debe estar hecho de acero inoxidable, hierro fundido o metales resistentes a la corrosión si es sumergible. (JAVEA, 2020)

Entrada y Salida: es el hueco o entrada por donde pase el fluido, y la salida del mismo. (JAVEA, 2020)

Impulsor, Rotor o Rodetes: Es el dispositivo que se usa para poder impulsar el fluido contenido en la carcasa. Pueden ser de tipo aspas, álabes, etc. (JAVEA, 2020)

Sellos, Retenedores y Anillos: Es todo lo que hace que la Bomba selle de manera correcta consiguiendo cierta compresión interna. (JAVEA, 2020)

Eje Impulsor: es un eje que sostiene el impulsor para que gire sobre él. (JAVEA, 2020)

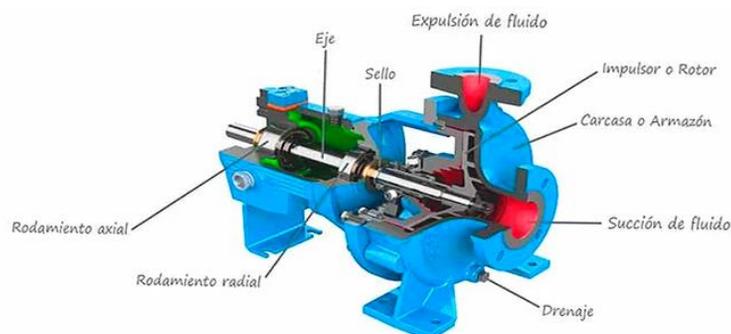
Cojinetes o Rodamientos: sirven para sostener adecuadamente el Eje Impulsor. (JAVEA, 2020)

Panel de Control: su función es accionar la Bomba de Agua, puede contener switches o botones para realizar su encendido o parada. (JAVEA, 2020)

Motor: Esto permite que el impulsor se mueva, lo que a su vez hace que el eje se mueva y permite que el fluido fluya de un lado al otro. Será capaz de movilizar la mayor cantidad de agua en el menor tiempo posible dependiendo de su potencia. Otros componentes únicos para motores podrían incluir ventiladores, bobinas, imanes, etc.. (JAVEA, 2020)

Figura 34

Partes de una electro bomba de agua



Nota. En la Ilustración se puede observar las partes de una electrobomba de agua, tomando de (Nuevo, 2023)

El agua se extrae a través de la tubería de entrada de la bomba y luego es impulsada por un motor que usa una bobina y un imán para crear un campo magnético que mantiene el impulsor girando continuamente. La función de estas palas del impulsor es permitir que el agua ingrese al centro del rotor, donde se comprimirá y ejercerá una poderosa fuerza centrífuga. Esta presión permitirá que el fluido fluya rápidamente y en grandes cantidades, que es la clave. Elevar el líquido de un área de baja presión o baja altura a un área de alta presión o altura puede ahorrar tiempo y esfuerzo, además de desviar el agua de un lado al otro. (JAVEA, 2020)

Las bombas eléctricas se pueden utilizar en una amplia gama de industrias y campos, incluida la agricultura, el suministro de agua potable, la ventilación y el drenaje de pozos, la alimentación de calderas, la purificación de agua, el tratamiento de aguas residuales y las piscinas, que es uno de sus muchos beneficios. La simplicidad operativa es otro beneficio de las bombas eléctricas porque, cuando funcionan con un sistema eléctrico, son más fáciles de usar que otras variedades de bombas hidráulicas. (JAVEA, 2020)

Variadores de frecuencia

El aparato colocado entre la fuente de alimentación y el motor eléctrico se conoce como transmisión o convertidor de frecuencia. Se emplean para controlar la velocidad a la que giran los motores de corriente alterna (CA). (S&P, 2020)

Variable Frequency Drive, que literalmente se traduce como "controlador/regulador de frecuencia variable", es la abreviatura que normalmente usamos para referirnos a un variador de frecuencia en inglés. Otras definiciones, como VSD (accionamiento de velocidad variable o controlador de velocidad variable) o ASD (accionamiento de velocidad ajustable, español para "accionamiento de velocidad variable", están disponibles en el mercado. (S&P, 2020)

El convertidor de frecuencia es capaz de suministrar al motor la potencia que requiere controlando la frecuencia de la potencia que recibe, evitando pérdidas de energía y, en otras palabras, optimizando el consumo. (S&P, 2020)

El propósito de un convertidor de frecuencia en un ventilador es controlar la velocidad del motor, lo que altera el flujo de aire, la presión y la potencia. La llamada "ley de proporcionalidad" nos permite alterar el flujo cambiando la velocidad del motor (medida en revoluciones por minuto): Es interesante notar que cuando la velocidad se reduce en un 20%, el flujo también disminuye. Se puede lograr una reducción de hasta el 50 % en el uso de energía con un 20 % adicional. (S&P, 2020)

Figura 35

Variador de frecuencia marca Zoncn



Nota. En la Ilustración se puede observar un variador de frecuencia tomando de (whzoncn, 2020)

Gabinete de control eléctrico industrial

El cuadro eléctrico de mando es uno de los elementos clave de cualquier tipo de sistema industrial automatizado. La mayoría de los componentes de la interfaz humana se encuentran en el panel de control. En otras palabras, aquí es donde los técnicos y operadores de la empresa pueden operar la maquinaria pesada. (sicma21, 2019)

Figura 36

Gabinete de control eléctrico



Nota. En la Ilustración se puede observar el aspecto interno de un gabinete de control eléctrico, tomando de (sicma21, 2019)

Lamina de tol galvanizada.

El acero que ha recibido varias capas de recubrimiento de zinc se llama acero galvanizado. El revestimiento de zinc fortalece y aumenta la resistencia del acero a la corrosión al protegerlo de la oxidación. (Curiosoando, 2020)

Figura 37

Planchas de acero Galvanizado



Nota. En la Ilustración se puede observar varias planchas de tol galvanizado listas para ser utilizadas, tomando de (Curiosoando, 2020)

Numerosas industrias, incluidas la construcción y la producción de componentes industriales, utilizan acero galvanizado. (Curiosoando, 2020)

- Ventajas del acero galvanizado

El zinc protege el acero y lo fortalece de dos maneras. Por un lado, el zinc es muy resistente a la oxidación, mientras que el hierro (uno de los principales componentes del acero) se oxida fácilmente cuando se expone al oxígeno del aire, especialmente cuando se expone al agua y la humedad. (Curiosoando, 2020)

La formación de una capa de zinc sobre el acero impide que el oxígeno llegue al hierro, o al menos ralentiza significativamente el proceso. Esta protección se ve reforzada por la formación gradual de pátina, capa de óxido y otros compuestos de zinc. (Curiosoando, 2020)

El zinc también es un metal muy duradero que resiste los rayones y brinda un acabado suave que puede hacer que las superficies de acero galvanizado sean más atractivas para muchos consumidores. (Curiosoando, 2020)

La vida útil del acero galvanizado depende de varios factores. Una pieza de acero galvanizado industrial con un espesor de capa de zinc de tan solo 0,1 mm puede utilizarse hasta 70 años en condiciones normales sin un mantenimiento especial. (Curiosoando, 2020)

Además de ser fuerte y duradero, el acero galvanizado es económico y reutilizable, lo que lo hace útil para una variedad de propósitos: componentes de automóviles, marinos y otros vehículos, estructuras de edificios o piezas mecánicas. (Curiosoando, 2020)

Las desventajas

Las desventajas del acero galvanizado son pocas y no suelen ser muy graves. Un inconveniente importante es que algunas piezas de acero no pueden sumergirse en zinc fundido debido a su forma o tamaño y, aunque pueden galvanizarse por otros métodos, no brindan la misma protección contra el galvanizado. (Curiosoando, 2020)

Además, la protección proporcionada por el zinc no es perfecta y la exposición regular a elementos externos como la lluvia y el agua de mar puede corroer el zinc y acortar la vida útil de la pieza de trabajo. Sin embargo, durará más que el acero inoxidable. (Curiosoando, 2020)

El proceso de galvanizado tampoco es perfecto, ya que el acero galvanizado se enfría lentamente y las piezas pueden adherirse antes de que se enfríen por completo. (Curiosoando, 2020)

Para solventar estos inconvenientes se puede recurrir a otras aleaciones como el acero inoxidable que se fabrica con una aleación de cromo. (Curiosoando, 2020)

Banda Industrial.

Las bandas industriales, también conocidas como bandas industriales, son bandas grandes y gruesas que se utilizan en una variedad de operaciones industriales. Estos

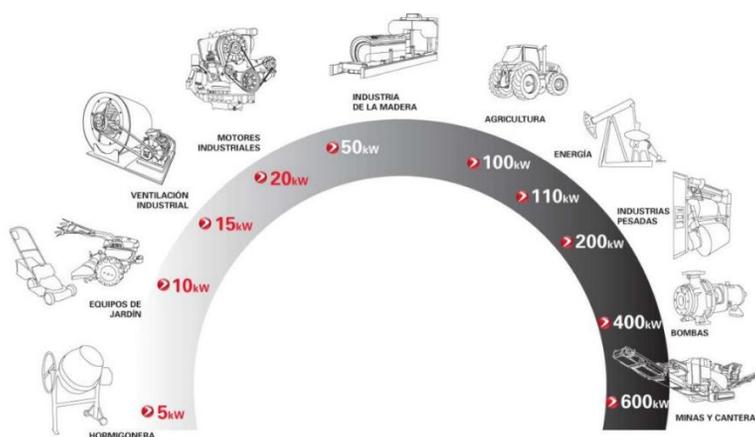
cinturones están hechos de material de caucho de alta resistencia, lo que los hace perfectos para cualquier aplicación industrial de servicio pesado. (Brr, 2020)

Funciones y Aplicaciones de las Bandas Industriales

Las bandas industriales, también conocidas como bandas industriales, son bandas grandes y gruesas que se utilizan en una variedad de operaciones industriales. Fabricadas con material de caucho de alta calidad, estas bandas están abiertas y se utilizan como transportadores lineales, elevadores de materiales y transportadores. (Brr, 2020)

Figura 38

Aplicaciones de bandas industriales



Nota. En la Ilustración se puede observar las distintas aplicaciones de las bandas industriales dentro de la industria minera, maderera y domestica tomado de (Brr, 2020)

- Bandas Grado Alimenticio

Se utilizan para transportar alimentos, lo que los hace ideales para cualquier uso industrial pesado. (Brr, 2020)

- Bandas Trapezoidales

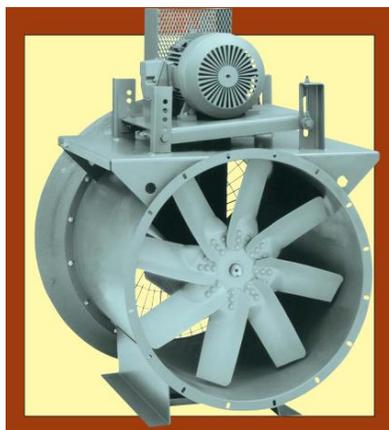
Según el tipo de correa trapezoidal, se utilizan comúnmente en hormigoneras, equipos de jardinería, ventilación industrial, motores industriales, carpintería, agricultura, energía, industria pesada, bombas y minas y canteras. (Brr, 2020)

Ventilador tubo axial

La eliminación de los vapores de pintura y el exceso de pintura de las áreas de producción es una aplicación especializada de ventilación. El flujo de aire debe ser lo suficientemente bajo como para no interferir con la aplicación del material en el sistema de acabado, pero lo suficientemente alto como para eliminar el exceso de rocío o los humos tóxicos del área de trabajo. Esto se logra aspirando aire con precisión en la cabina de pintura y pasándolo a través de un receptor de pintura o sistema de limpieza. Los ventiladores deben tener suficiente presión para hacer frente a las pérdidas por filtración y cabina de pintura. Al mismo tiempo, los ventiladores deben ser lo suficientemente silenciosos para no molestar a los trabajadores durante la producción. Las regulaciones locales a veces requieren sistemas ambientales adicionales, como la recuperación de solventes o la eliminación de vapores. Estos sistemas requieren ventiladores adicionales, y estos ventiladores también deben estar diseñados para ser silenciosos durante el proceso de fabricación. (the new york blower company, 2020)

Figura 39

Ventilador tubo axiales



Nota. En la Ilustración se puede observar el ventilador de succión tubo axial conformado por un ventilador una estructura de metal y un motor, tomado de (the new york blower company, 2020)

Capítulo III

Desarrollo del tema

Criterio de selección de dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos

Elementos eléctricos-electrónicos

Criterio de selección de Fusibles. *Para la selección de los fusibles se ha tomado en cuenta dos factores determinantes los cuales son: la corriente nominal del circuito y la capacidad de interrupción del fusible.*

Para el cálculo de corriente nominal del fusible, se toma en cuenta la corriente de carga nominal del circuito y el factor de corrección que depende de la naturaleza y el tipo de fusible.

donde:

Ecuación 1 *Ecuación de corriente para fusible*

I_n : corriente nominal del fusible

I_c : corriente de carga nominal del circuito

K : factor de corrección del fusible

$$K = I_n / I_c$$

$$I_n = I_c * k = 30 * 1.25 = 37.5 \text{ Amp}$$

Por tanto, el fusible seleccionado está dentro de los parámetros del fabricante por lo tanto se ha escogido un fusible cilíndrico de 14.3x51 de 50 amperios.

Figura 40

Fusibles de 50 A marca Camsco



Nota. (Camsco, 2022)

Figura 41

Tabla de referencias de fusibles de marca camsco

FUSIBLES CILÍNDRICOS DE CERÁMICA 14.3 X 51MM

Poder de corte: 100 KA

Imagen	Referencia	Amperaje	Tipo: gG		Medidas	Empaque
				Normal		
	R14-32-4A	4 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-6A	6 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-8A	8 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-10A	10 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-16A	16 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-20A	20 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-25A	25 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-32A	32 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-40A	40 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
	R14-32-50A	50 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800
R14-32-63A	63 A.		500V	14.3 x 51 mm	10/800	

Nota. Esta tabla representa las tolerancias máximas de fusibles de la marca camsco, Tomado de (Camsco, 2022).

Selección de Interruptor Termoeléctrico de ventilador.

Para la selección del Disyuntor termoeléctrico del motor que mueve el ventilador se ha seleccionado un disyuntor bipolar se tuvo en consideración varios factores como la corriente nominal del circuito el nivel de sobretensión esperado el tiempo de operación deseado, entre los cálculos más necesarios se pueden mencionar:

Cálculo de corriente nominal de un motor monofásico:

1. transformar: 1hp- 746W
2. 1hp= 746w
3. Calcular el amperaje que tendrá un motor monofásico de 3hp, que opera a 220v, tiene un FP= 0.87 y una eficiencia del 85%
4. $P=746*3= 2238W$
5. Potencia: 2238W
6. factor de seguridad: 1,75%

Voltaje de alimentación: 220 VAC

Ecuación 2 Ecuación de potencia eléctrica

$$P = V * I$$

$$I = \frac{2238}{220} = 10,17 * 1,75 = 17,80 \text{ amp}$$

Por lo tanto, se ha escogido el Interruptor Termomagnético de 20Amp el cual cumple con las funciones y las especificaciones que se va a realizar en la cabina.

Figura 42*Termomagnético tipo C***Tabla 1***Referencia de Interruptor termomagnético de ventilador*

Referencia	Corriente nominal	Capacidad de ruptura en cortocircuito
EBS6BN 2P 20A	BREAKER 20 AMP	6 KA

Nota. Esta tabla representa las tolerancias máximas de el interruptor termomagnético.

Selección de Interruptor Termoeléctrico de motor eléctrico bomba de agua.

Para la selección del Disyuntor termoeléctrico del motor bomba de agua se ha seleccionado un disyuntos bipolar se tuvo en consideración varios factores como la corriente nominal del circuito el nivel de sobretensión esperado el tiempo de operación deseado, entre los cálculos más necesarios se pueden mencionar:

Ecuación 3 *Ecuación de potencia nominal de un motor trifásico*

$$P_{nominal} = \frac{3hp * 0,746}{0.85}$$

$$P_{nominal} = 2,6429 kW$$

Calcular el amperaje que tendrá un motor trifásico de 3hp, que opera a 380v, tiene un FP= 0.88 y una eficiencia del 85%, y un factor de seguridad de 1,75%

Ecuación 4 *Ecuación de un motor trifásico para definir el amperaje*

$$I = \frac{2,6329kW}{\sqrt{3} * 380v * 0,88}$$

$$I = 9.2 * 1,75 = 15,75$$

Figura 43

Termomagnético de 20amp tipo c

**Tabla 2**

Tabla de referencia de disyuntor de motor para bomba

Referencia	Corriente nominal	Cap. Ruptura en cortocircuito
MCCB BF 52 ^a	BREAKER 20 AMP 120/240v	10 KA

Nota. Esta tabla representa las tolerancias máximas de el interruptor termomagnético.

Criterio de selección de selector de encendido y apagado de variador de frecuencia

Para este caso se utilizarán un selector de dos posiciones uno de encendido NA y otro de apagado NC por lo tanto se tiene que escoger un selector que funcione de una forma correcta bajo los parámetros de voltaje y amperaje con los que funciona el variador de frecuencia que son los siguientes 10v Dc y 20mA, por lo tanto, el selector debe trabajar bajo estos dos principales parámetros

Cálculo de selector de encendido y apagado y el factor de seguridad de 1,75%

Ecuación 5 *Ecuación de potencia soportada para un selector*

$$P = V * I \rightarrow P = 10V * 20mA = 2W * 1,75 = 3.5W$$

La potencia es de 3,5w por lo que se debe escoger un selector que funcione con la potencia determinada

Por tanto, se eligió el selector de marca CHINT que satisface nuestras necesidades eléctricas y económicas.

Figura 44

Selector de arranque y parada



Nota. (Chint, 2022)

Tabla 3

Tabla especificaciones técnicas de selector Chint

Nombre comercial del producto	Chint control unit
Designación del producto	Selector
Tipo de corriente para el pulsador	DC
Contacto	NA
Grado de protección	IP 69
Tipo de tensión de alimentación de la fuente luminosa	3,5

Nota. Esta tabla representa las tolerancias máximas de un selector de dos posiciones

Criterio de selección de Cálculo y dimensionamiento del botón encendido y apagado de ventilador . Para este caso se utilizarán dos pulsadores uno de encendido NA y otro de apagado NC por lo tanto se tienen que realizar cálculos para que los pulsadores no se quemen porque se está trabajando con voltajes de 110V

Cálculo de los botones encendido y apagado

Ecuación 6 *Ecuación de potencia para pulsadores*

$$P = V * I \rightarrow P = 110V * 1A = 110W * 1,75 = 195,5W$$

La corriente máxima permitida en la botonera con señalización es 440W

Figura 45

Pulsadores Start y Stop de marca AB



Por tanto, se eligió dos pulsadores de marca AB que satisface nuestras necesidades eléctricas y económicas.

Tabla 4.

Tablas de características de pulsadores marca ABB

Nombre comercial del producto	Pulsador ABB control
Designación del producto	Pulsador
Tipo de corriente para el pulsador	AC
Contacto	NA-NC
Grado de protección	IP 70
Tipo de tensión de alimentación de la fuente luminosa	110 VAC

Criterio de selección de Contactador de ventilador.

Para la selección del contactor y la categoría de empleo según la norma IEC: 60947-4-1, la potencia de carga del motor y la tensión de alimentación de la bobina. Categorías de empleo para contactores según IEC 60947-4-1.

Figura 46

Categorías de empleo para contactores según IEC 60947-4-1

Código	Potencia 380/660v		Contact. (2ud)		Contact. (1ud)		Relé Térmico	Temporiz. 0,1-30seg.	Contactos Auxiliares	Tabaquera	Fusible	Dimensiones de BANDEJA
	KW	HP	Línea/Triang.	Estrella								
3SET-7	7.5	10	3SCJ8-09	3SCJ8-09	3SJR8-13-8	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	400x120x13mm		
3SET-11	11	15	3SCJ8-18	3SCJ8-09	3SJR8-13-13	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	400x120x13mm		
3SET-15	15	20	3SCJ8-18	3SCJ8-12	3SJR8-13-18	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	400x120x13mm		
3SET-18	18.5	25	3SCJ8-25	3SCJ8-12	3SJR8-13-25	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	400x120x13mm		
3SET-22	22	30	3SCJ8-25	3SCJ8-18	3SJR8-13-25	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	400x120x13mm		
3SET-25	25	35	3SCJ8-32	3SCJ8-18	3SJR8-23-32	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	400x120x13mm		
3SET-30	30	40	3SCJ8-40	3SCJ8-25	3SJR8-33-40	3SCA2-2	3SCA1-11 (1)	RT18-32X	FC-06	400x280x13mm		
3SET-37	37	50	3SCJ8-50	3SCJ8-25	3SJR8-33-50	3SCA2-2	3SCA1-11 (1)	RT18-32X	FC-06	400x280x13mm		
3SET-45	45	60	3SCJ8-50	3SCJ8-32	3SJR8-33-50	3SCA2-2	3SCA1-11 (1)	RT18-32X	FC-06	400x280x13mm		
3SET-55	55	75	3SCJ8-65	3SCJ8-40	3SJR8-33-65	3SCA2-2	NO	RT18-32X	FC-06	400x280x13mm		
3SET-75	75	100	3SCJ8-95	3SCJ8-50	3SJR8-33-80	3SCA2-2	NO	RT18-32X	FC-06	400x280x13mm		
3SET-90	90	125	3SCJ8-115	3SCJ8-65	3SJR8-43-120	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	500x400x13mm		
3SET-110	110	150	3SCJ8-150	3SCJ8-80	3SJR8-43-135	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	500x400x13mm		
3SET-132	132	180	3SCJ8-150	3SCJ8-95	3SJR8-43-150	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	500x400x13mm		
3SET-160	160	220	3SCJ8-185	3SCJ8-115	3SJR8-53-200	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	500x400x13mm		
3SET-200	200	270	3SCJ8-225	3SCJ8-150	3SJR8-53-250	3SCA2-2	3SCA1-11 (2)	RT18-32X	FC-06	500x400x13mm		

Nota. IEC 2021

Selección de categoría para contactor AC-3

Cálculos de potencia de carga del motor los datos se obtienen de la placa del motor.

Ecuación 7 Ecuación de potencia para contactor

$$P_m = 3H_p$$

$$P_m = 3H_p * 746 = 2238W$$

$$n = 84,5\%$$

$$V = 220V$$

$$P_e = \frac{P_m}{n} \rightarrow P_e = \frac{2238}{0,845} = 2648,5 W$$

Tabla 5

Contactores marca CNC para comando de motores

Tabla	Amperios		Contactos		Precio
	HP220V	HP380V	AC3	AC1	
Referencia				auxiliares	

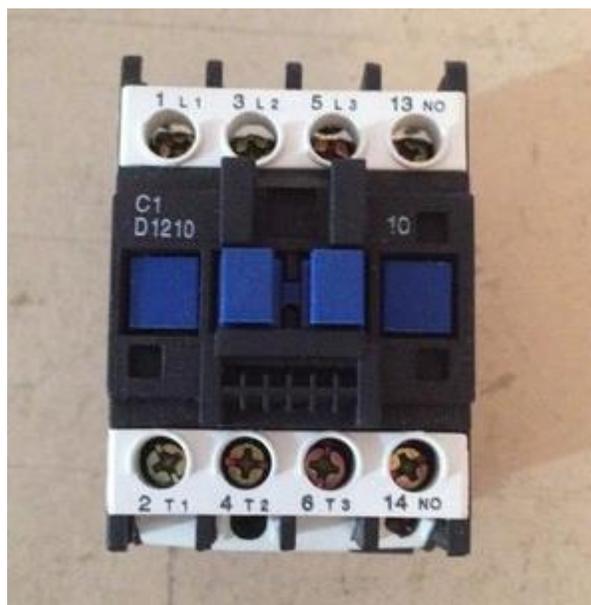
C1- D1210	2	3	6	-	1NA	40,00
------------------	---	---	---	---	-----	-------

Nota. CNC 2021

Ya seleccionado el contactor bien dimensionado el código del contactor es: **C1 D1210** el cual satisface nuestras necesidades.

Figura 47

Contactor de marca CNC



Criterio de selección de un relé térmico

Para la selección de un relé térmico ideal es necesario tener en cuenta varios parámetros del motor y del relé térmico para ellos necesitamos la corriente del motor en funcionamiento que es de 25,95amp el voltaje de alimentación del motor es de 220v y el rango de protección de relé térmico que va desde los 23-32amp, por lo tanto se puede decir que el relé térmico SASSIN 3SR8-36 está dentro de los parámetros de protección del motor del ventilador por lo tanto se debe ajustar la perilla del relé ligeramente sobre los 25,95amp para que la protección sea la ideal en el caso de alguna sobrecarga.

Figura 48.

Relé térmico SASSIN



Nota. La imagen fue tomada de SASSIN, (2023)

Figura 49

Tabla de referencia de relé térmico SASSIN

Intens Máxim	Rango Intensidad (A)	aM(A)	gG(A)	Referencia	Embalaje	Precio unidad
25	0.1-0.16	0.25	2	R8 25/0.16	1	36.65 €
	0.16-0.25	0.25	2	R8 25/0.25	1	36.65 €
	0.25-0.4	1	2	R8 25/0.40	1	36.65 €
	0.4-0.63	1	2	R8 25/0.63	1	36.65 €
	0.63-1	2	4	R8 25/1	1	36.65 €
	1-1.6	2	4	R8 25/1.6	1	36.65 €
	1.25-2	4	6	R8 25/2	1	36.65 €
	1.6-2.5	4	6	R8 25/2.5	1	36.65 €
	2.5-4	6	10	R8 25/4	1	36.65 €
	4-6	8	16	R8 25/6	1	37.70 €
	5.5-8	12	20	R8 25/8	1	37.70 €
	7-10	12	20	R8 25/10	1	37.70 €
	9-13	16	25	R8 25/13	1	37.70 €
12-18	20	35	R8 25/18	1	42.79 €	
17-25	25	50	R8 25/25	1	42.79 €	
23-32	40	63	R8 36/32	1	49.25 €	

Nota.

Criterio de selección del conductor

Para la selección del conductor ideal es necesario realizar varios cálculos y los datos se encuentran en la placa del motor a utilizar.

Ecuación 8 Ecuación de caída de tensión para conductor

$$P = 2.6429kW$$

$$V = 380V$$

$$\cos\varphi = 0,88$$

$$L = 5m$$

$$pcu = 0,0172\Omega mm^2/m$$

Caída de tensión: 5%

$$P = v * i * \cos\varphi \rightarrow I = \frac{P}{V * \cos\varphi} \rightarrow I = \frac{2,64kW}{380 * 0,88} = 7,89A$$

$$u = 5\% * (440v) = 19V$$

$$s = p \frac{2 * L * I}{u} \rightarrow S = 0,01786 \frac{2 * 5 * 7,89}{19} = 5,16mm^2$$

selección de cable según calibre de cables AWG

Tabla 6

Calibres de cable según American Wire Gauge (AWG)

Calibre AWG	Número de hilos	Sección (mm ²)	Diámetro nominal (mm)	Capacidad de corriente en amperios (A)	
				60°C	75°C
Cables tipo THW					
10	19	5.26	2.60	30	35

Nota. AWG (2019)

El calibre de cable que nos da los cálculos realizados es el cable AWG= Nro.10 el cual se elegio para realizar todas las conexiones de potencia.

Figura 50*Cable conductor AWG N°10**Nota. Electro cables S.A (2023)***Criterio de selección de Variador de frecuencia (VFD)**

Hay algunos criterios importantes a tener en cuenta al elegir un convertidor de frecuencia adecuado:

1. Tipo de carga: Es importante considerar si la carga es constante o variable. Una carga variable requiere un variador de velocidad que pueda ajustar la velocidad del motor según las condiciones cambiantes.

2. Potencia del motor: el VFD debe poder manejar la potencia del motor para poder utilizar el motor del tamaño correcto.

3. Frecuencia de entrada: El convertidor de frecuencia debe ser compatible con la frecuencia de entrada disponible en el sitio. Frecuencia de salida: el VFD debe poder producir la frecuencia de salida correcta para el motor que utiliza.

Datos del motor y del variador.**Tabla 7***Características de motor bomba*

SAER ELECTROPOMPE "Motor bomba"	
Type	32-1257B

Voltage	220/360
Amperage	9,7 – 5,6
Hp	3
Kw	2,2
Lt	3400 l/min
$Q = m^3/h$	6 -20

Nota. Características eléctricas y mecánicas de electrobomba de agua

Tabla 8

Características de Variador de Frecuencia

NZ100-3R7G-2 “Variador de frecuencia”	
INPUT	1PH 220V 50Hz/60Hz
OUTPUT	3PH 380v 16.5A 150% 60s
FREQ RANGE	0.1-400Hz 3.7Kw
GW	1.5Kg

Nota. Características eléctricas del variador de frecuencia

Ya expuestas las características y necesidades que tenemos se procede a seleccionar el variador de frecuencia de marca Zoncn el cual cumple con las necesidades y aplicaciones que se va a implementar en la cabina de laqueado.

Figura 51

Variador de Frecuencia Zoncn



Criterio de selección de motor de bomba de agua

Potencia

Al elegir un motor adecuado, se deben tener en cuenta los siguientes datos: carga de trabajo (potencia), clase de servicio, proceso del ciclo de trabajo

Ecuación 9 Ecuación de Potencia Activa

$$P_w = \frac{P * 100}{n} = \frac{2,2 * 100}{85} = 2,58Kw$$

Ecuación 10 Ecuación de Potencia aparente

$$P_s = \frac{P * 100}{n * \cos\phi} = \frac{2,2 * 100}{85 * \cos 83,5} = 22.86KVA$$

Ecuación 11 Ecuación de Potencia reactiva

$$P_b = \frac{P * \operatorname{tg}\phi * 100}{n} = \frac{2,2 * \operatorname{tg} 83.5 * 100}{85} = 22,716KVA_r$$

Siendo

P = potencia suministrada en el eje (kW)

P_w = potencia activa (kW) absorbida de la red

U = Tensión de servicio (V)

I = intensidad en el estator (A)

η = rendimiento (%)

$\cos \phi$ = factor de potencia

Ecuación 12 Ecuación de Potencia aparente para sistemas trifasicos

$$P_s = \frac{U * I * 1,73}{1000} = \frac{360 * 5,6 * 1,73}{1000} = 3,487$$

Ecuación 13 Ecuación de Intensidad eléctrica (A)

$$I = \frac{P * 1000 * 100}{u * n * \cos\phi * 1,73} = \frac{2,2 * 1000 * 100}{360 * 85 * \cos(83,5) * 1,73} = 36,71A$$

Selección de motor bomba eléctrico AC

Ya expuestas las características del motor que necesitamos, se ha seleccionado un motor bomba eléctrico AC marca SAER el cual satisface las necesidades eléctricas y mecánicas que se van a detallar a continuación.

El motor posee una potencia de 2,2Kw o 3 HP lo cual es suficiente para el trabajo que va a desarrollar posee un aislamiento térmico interno de clase F lo que nos indica que este motor puede soportar temperaturas de hasta 125° C y el motor tiene una temperatura nominal de 90°C con arranque en caliente posee una eficiencia del 84,5% lo que es un rendimiento alto en esta clase de motores tiene una velocidad 1700 RPM que es suficiente para el trabajo que va a ser sometido posee un factor de potencia de $\cos \phi$ 0,83, tiene un grado de protección externa IP 55 lo cual está diseñado para ambientes salinos y húmedos en el cual va a estar sometida la bomba, posee dos conexiones estrella triangulo de 220V y 360V el tamaño del motor está bajo el estándar IMB3 que son las dimensiones del motor, está configurado que funcione a 60Hz.

Figura 52

Placa de características de motor eléctrico para bomba de agua seleccionado



Criterio de selección de motor de ventilador

Potencia

Para elegir un motor adecuado, se tendrán en cuenta los datos siguientes: la carga de trabajo (potencia), la clase de servicio, el curso de ciclo de trabajo

Ecuación 14 Ecuación de Potencia Activa

$$P_w = \frac{P * 100}{n} = \frac{2,2 * 100}{80} = 2,75Kw$$

Ecuación 15 Ecuación de Potencia aparente

$$P_s = \frac{P * 100}{n * \cos\phi} = \frac{2,2 * 100}{80 * \cos 82} = 19,75KWA$$

Ecuación 16 Ecuación de Potencia reactiva

$$P_b = \frac{P * \operatorname{tg}\phi * 100}{n} = \frac{2,2 * \operatorname{tg}82 * 100}{80} = 19,567KVA_r$$

Siendo

P = potencia suministrada en el eje (kW)

P_w = potencia activa (kW) absorbida de la red

P_s = potencia aparente (kVA)

P_b = Potencia reactiva (kVAr)

U = Tensión de servicio (V)

I = intensidad en el estator (A)

η = rendimiento (%)

$\cos \phi$ = factor de potencia

Para sistemas bifásicos

Potencia aparente

$$P_s = \frac{U * I * 1,73}{1000} = \frac{220 * 16 * 1,73}{1000} = 6,08$$

Intensidad (A)

$$I = \frac{P * 1000 * 100}{u * n * \cos\phi * 1,73} = \frac{2,2 * 1000 * 100}{220 * 80 * \cos(82) * 1,73} = 51,91A$$

Selección de motor para ventilador

Ya expuestas las características del motor que necesitamos, se ha seleccionado un motor eléctrico AC para el ventilador marca WEG el cual satisface las necesidades eléctricas y mecánicas que se van a detallar a continuación.

El motor posee una potencia de 2,2Kw o 3 HP lo cual es suficiente para el trabajo que va a desarrollar posee un aislamiento térmico interno de clase B lo que nos indica que este motor puede soportar temperaturas de hasta 130° C y el motor tiene una temperatura nominal de 40°C con arranque en caliente posee una eficiencia del 80% lo que es un rendimiento alto en esta clase de motores tiene una velocidad 1750 RPM que es suficiente para el trabajo que va a ser sometido posee un factor de potencia de $\cos \phi$ 0,82, tiene un grado de protección alto IP 55 lo cual está diseñado para ambientes llenos de polvo y corrosivos de gases de ventilador, posee una conexión de 220V, está configurado que funcione a 60Hz.

Figura 53*Placa de motor de ventilador**Nota. (WEG,2022)***Criterio de selección de elementos mecánicos****Criterio de selección láminas de tol.**

Para la selección de las láminas de tol se tuvo en cuenta las condiciones en las cuales va a estar sometida a varios elementos de stress químico y físico como son gases inertes, variaciones de presión y la humedad que va a generar la cascada de agua de la cabina teniendo esto en cuenta se ha escogido una lámina de acero galvanizado ASTM A653 / 653M las cual satisface las necesidades que se requiere dentro de la cabina de laqueado.

Figura 54*Lamina de tol ASTM A653/653M*



Criterio de selección de banda industrial

Para la selección de la banda industrial depende de varios factores como la aplicación la cual es transmitir del motor hacia el ventilador, la velocidad de transmisión es de 1600 RPM, con una potencia de 2,2 KW o 3Hp, la temperatura ambiental es de 20°C teniendo en cuenta los factores a la cual va a estar sometida, la banda es de la marca Dayco, tiene clasificación C de 5cm de ancho de la serie 5V y correa fraccional de potencia media 4L, la geometría de la banda es V es una correa no dentada, con una diferencia que le permite trabajar con menores niveles de calentamiento.

Figura 55

Banda Industrial marca Dayco



Nota. (Dayco,2022)

Criterio de selección de Gabinete de control

Para la selección del gabinete de control debemos tener en cuenta todos los elementos eléctricos y electrónicos y de maniobra, estos elementos deben tener su espacio idóneo en el cual estar instalado, se debe evaluar el ambiente al que va a estar sometido, teniendo en cuenta todo estos elementos se procede a realizar la selección del gabinete de marca SEAON con las siguientes dimensiones: 400mm de alto por 200mm de ancho por 40mm de profundo, lo cual satisface las necesidades físicas de los elementos eléctricos y electrónicos el nivel de protección de brinda este gabinete es IP30 el cual es resistente a gases y polvo.

Figura 56

Gabinete eléctrico



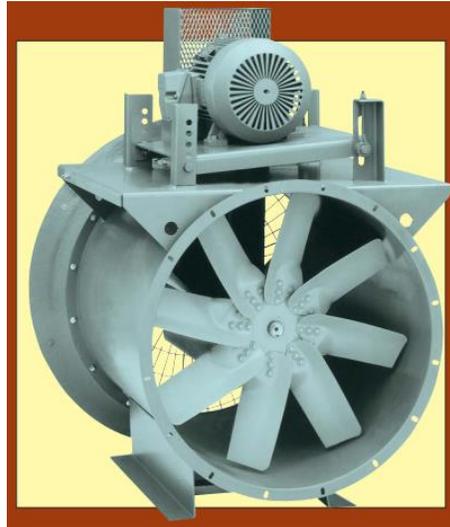
Selección de ventilador

La selección del ventilador con conducto debe ser diseñado y construido para la ventilación de baja presión y aplicaciones de extracción industrial que requiera un ventilador axial, esta debe de tener la capacidad de absorción indicada de 2WG la cual es más que suficiente para el trabajo necesario, posee 8 aspas la por tanto esta tiene 50,000 CFM que es más que suficiente para la absorción de gases producidos por tratamientos de madera, la

marca del ventilador tubo axiales es de the new york blower company que cumple con todos los requisitos antes mencionados.

Figura 57

Ventilador tubo axial de sopladores de Nueva York



Nota. (nyb,2022)

Desarrollo de proyecto

Para que el proyecto pueda proporcionar todas las ventajas de calidad, funcionalidad y seguridad requeridas, es necesario que la cabina de laqueado cumpla con las dimensiones establecidas en el diseño, la caída del agua debe ser precisa para que no exista salpicaduras de agua en los muebles, y por último debe tener una capacidad de absorción de gases alta para que la cabina cumpla con su objetivo de mantener un área limpia de toda impureza.

Dimensiones

Debido a que todo el sistema automático de laqueado de muebles de madera debe caber en el interior de la cabina, es necesario que la misma tenga las siguientes dimensiones principales: Largo = 4.40 m Ancho = 3.20 m Altura =2.40 m

Ensamblaje del Proyecto

Para la realización de ensamblaje de la cabina de laqueado se debe tener a la mano todas las herramientas necesarias para el ensamble de la maquina la cual se detalla a continuación

- Taladro
- Pernos autoperforantes
- Desarmadores
- Flexómetro
- Multímetro
- Llave de tubo
- Dremel

El presente proyecto se ha desarrollado de la siguiente manera:

El proyecto se inició aplanado el terreno y poniendo los cimientos de la estructura y colocando la tubería de la piscina, posterior a que fragüe el cemento se inició con la ubicación de la estructura metálica y del recolector de agua para la piscina para esta iniciativa se ideó un recolector de agua lluvia que abastecerá la piscina y el sistema de bombeo de agua para la cascada de agua atrapando los gases nocivos funcionando como filtro.

Luego de esto se inició con la colocación de los paneles de acero fijando los cimientos y uniéndolos con silicón y tornillos autoperforantes, además se realizó la instalación de la puerta fijándola con espuma de poliuretano para evitar fugas de gases.

Con la instalación de todos los componentes mecánicos bien unidos e interiormente sellados para que la cabina no presente fugas se puede realizar una prueba de succión en la cual se proba únicamente con el motor del ventilador la cual probaremos si el motor está girando correctamente y otro verificar si en algún punto de la unión de los paneles existe fugas

por lo tanto más ineficaces la cabina. verificado y completado la prueba que duro 5 min se considera un éxito de las uniones y de la capacidad de succión.

Figura 58

Turbina de succión instalada en la parte superior de la cabina



Figura 59

Unión de paneles metálicos con tornillos



Con la conclusión de la unión de los paneles se dio inicio a la instalación del sistema hidráulico que consta de tubos de acero, bridas, válvula, y tubo de llenado, piscina inferior, tubería de conducción de agua, motor bomba, y tubo de llenado con un pequeño reservorio de agua para controlar el flujo de agua y los paneles de acero que sirven de guía para volver a caer a la piscina e iniciado y verificado el ciclo de agua que va a cumplir dentro de la cabina que sería piscina inferior, tubería de canalización de agua, motor bomba, tubería de transporte

de agua hasta llegar al tubo de llenado en el cual la bomba se enciende se empieza a llenar el reservorio superior y la caída de agua se inicia. Se debe realizar la instalación de la bomba en una zona donde no haya riesgo de polvo o agua.

Figura 60

Instalación de bomba de agua



Figura 61

Unión de tubería metálica con teflón y permatex.



Luego de instalado el sistema de bombeo se dio inicio a colocar el piso de la cabina las cuales consisten en unas rejillas rectangulares huecas donde la laca expulsada en forma de aerosol es atrapada por el agua que se encuentra en la parte inferior de la cabina y por la cascada de agua todo esto hace que el sistema tenga un elevado margen de captura de gases que lo hace segura para su uso diario y el mantenimiento también lo facilita mucho ya que se puede retirar varias rejillas y su limpieza la hacen más fácil.

Figura 62

Rejas huecas para permitir paso de laca en forma de aerosol



Concluida con la instalación del sistema de bombeo se dio inicio a la implementación de los equipos de automatización y control y seguridad los cuales son fusibles, interruptores termoeléctricos, contactores, relé térmico, pulsadores, selector y el variador de frecuencia los cuales me permitirán realizar varias maniobras en los motores y proteger de una manera eficiente todo el sistema

Figura 63

Instalación de sistema eléctrico y de control

***Condiciones de funcionamiento del sistema eléctrico de la cabina.***

Para que la cabina opere de una forma correcta se ha realizado una interfaz muy sencilla para que el operador de la cabina no se confunda ni haga maniobras que no están permitidas dentro de la cabina de laqueado.

Figura 64

Pulsadores Instalados y listos para su operación



Modo de Operación. El sistema cuenta con 2 pulsadores, un selector y un interruptor para la iluminación, uno de inicio y otro de paro es para el ventilador, el selector es para la cascada de agua el modo de encender la maquina va de la siguiente manera: Se enciende la cabina activando el pulsador verde del ventilador 10 segundos después se acciona el selector de la cascada de agua. Se mantiene en funcionamiento sin expulsar ningún tipo de gas para que la cabina limpie el área de trabajo por un tiempo de un 50 segundos posterior se ingresa el mueble para realizar una última limpieza de polvo y algún otro agente que dañe el acabado, luego de realizar todas las acciones anteriores se puede iniciar el proceso de laqueado, el tiempo depende del operador, del tamaño o de la complejidad del mueble, luego de terminar el laqueado se debe dejar de igual manera encendida la cabina por un tiempo de 15 seg para que absorba los gases y quede el acabado impecable. Posterior a concluir el laqueado y absorber los gases residuales puede apagar el ventilador presionando el pulsador rojo de parada y volviendo el selector s su posición inicial terminando con el proceso de laqueado y reduciendo significativamente el tiempo de secado de cada mueble.

Inicio de conexión de sistema eléctrico

Ya completada la construcción de la cabina e instalados todos los elementos mecánicos, se inicia las pruebas de funcionamiento Iniciando con la verificación del cableado para que no exista fallas, se procedió a encender, sin embargo, para una mayor seguridad no se conectó el motor con el variador, y el ventilador tampoco se conectó al relé térmico.

Figura 65

Inicio de pruebas sin conectar motores



Programación de Variador de frecuencia (VFD)

Se inicia la programación del variador de frecuencia NL100-1R5G-2 y se procede a programar en el parámetro P210 hasta el parámetro P230 los cuales se ingresa valores como, Corriente nominal del motor, tiempo de encendido y tiempo de apagado del motor en el variador de frecuencia y prueba inicial se realizó sin conectar la carga verificando que no haya alarma en el variador con este proceso se verifica que no haya errores de programación en el variador como se muestra en la figura. 58, posterior se conectó la carga el motor y se procedió a configurar la frecuencia deseada para que exista una caída de agua optima y sea capaz de

capturar las partículas del gas llevándolas a la piscina y el gas restante ser eliminado por el tubo de escape del ventilador

Figura 66

Configuración de Frecuencia para la carga



Inicio de pruebas

Ya programado el (VFD) se inician las pruebas de funcionamiento de todo el sistema y se inicia encendiendo el ventilador, verificando que tenga el giro correcto y que la succión que produce sea la deseada posterior al encendido del ventilador se inició con el arranque del motor de bomba de agua y se determinó que la frecuencia antes ajustada es muy poco para las necesidades por lo que se procedió a ingresar el nuevo valor de frecuencia que es de 50,5 Hz en la cual la caída de agua sea la deseada ya con los dos motores en funcionamiento se inició la prueba real de eliminación de gas por tanto se colocó un marco de puerta de 25cm x 110cm como se muestra en la figura 64.

Figura 67

Prueba de funcionamiento con todo el sistema implementado y funcionando



En la cual se procedió a dar laca poliuretano, esta prueba resulto en un rotundo éxito el gas fue eliminado en un tiempo estimado de 35segundos y los residuos y agentes extraños que dañan el acabado también han sido eliminados, luego de realizar el apagado de la maquina se ha creado una especie de telilla en la superficie de la piscina dando como resultado que el 90% del total de laca fue capturado por la cascada de agua esto nos indica su alta eficiencia al realizar el trabajo y la apreciación del gases dentro de la cabina es nula.

Figura 68

Telilla formada por el gas pulverizado y recogido por la cascada de agua



Condiciones funcionamiento del sistema de recolección de gases

Para que el sistema funcione de una forma correcta y no ocurra fallas la cabina tiene dos motores cada de uno de 3Hp de potencia el primero es para realizar la succión de gases y polvo dentro de la cabina de laqueado y el segundo motor sirve para realizar la captación y posterior caída de agua en forma de cascada. Con este sistema se prevé que la cantidad de gases residuales sea el mínimo posible por tanto se ha realizado los siguientes cálculos para definir un número exacto de gases absorbido y residual, hay que tener en cuenta que la cascada de agua también recolecta un alto número de gases por lo tanto la mayor parte de estos se queda en el agua atrapado para su posterior limpieza.

Ecuación 17 Ecuación de volumen de la cabina

$$V = 4,40 * 3,20 * 2,40 = 33,792 \text{ m}^3$$

Ecuación 18 Ecuación de flujo de gas

$$Fg = \text{Area del Orificio} * \text{Velocidad de gas}$$

$$Fg = 0,003\text{mm} * 10\text{ms}$$

$$Fg = 0,003\text{m} * 10\text{ms} = 0,03\text{m}^3\text{s}$$

Por lo tanto, la cabina totalmente pagada se llena en aproximadamente 120 segundos ahora se va a poner a prueba la capacidad de absorción del ventilador tubo axial

Velocidad de absorción la capacidad del ventilador tubo axial es de 100,000 CFM “Pies cúbicos por minuto” y transformando los valores métricos es de 169,9 metros cúbicos por hora. por lo tanto, la capacidad de absorción es la ideal ya que al poner en funcionamiento la saturación de gases es mínima lo que garantiza su correcto funcionamiento.

Figura 69

Ventilador tubo axial listo para funcionar



Por lo tanto y sin acción de la cascada de agua el sistema recolecta parcialmente el gas en un tiempo estimado de 45s desde que se inició a expulsar el gas.

Para que el sistema sea completo se pone en funcionamiento la cascada de agua por lo tanto el gas impacta con el agua y la lámina de tol aumentado aún más la recolección de gases por lo que los gases ya no se van a enviar al tubo de escape si no se va a quedar atrapado en

el agua que circula entonces la capacidad de absorber los gases aumenta y se reduce el tiempo donde el gas está en contacto con el operador siendo el tiempo estimado de 10 segundos para que la cabina quede sin gases residuales y la laca utilizada que quede atrapada en la piscina que está debajo del piso formando una especie de película en la superficie del agua facilitando su limpieza.

Resultados antes, después y durante de la implementación de la cabina

Antes

Antes de la implementación de la cabina de laqueado este proceso se realizaba en una zona donde el espacio era reducido y no existía la eliminación de gases por lo cual este proceso debía repetirse varias veces por fallas en el acabado, por tanto, el operador debe estar más tiempo en contacto directo con los gases expulsados por la pistola pulverizadora lo cual lleva a ser más propenso a sufrir enfermedades respiratorias.

A continuación, se va a realizar la medición de concentración de gases que existen antes de la implementación de la cabina y durante la implementación en el proceso de laqueado, se va a medir el tiempo de dispersión de gases y la concentración de gases que se mantiene en el lugar, para la realización de estas mediciones se va a utilizar el siguiente dispositivo Analizador Portátil de Análisis de gases PTM600 J&G SCIENTIFIC. A continuación, se va a presentar una tabla donde se puede evidenciar una clara concentración de gases muy alta de 5001 ppm (partes por millón) del gas benceno antes de la implementación de la cabina lo que conlleva a un mal acabado y al operador a que esté en contacto con los gases lo que aumenta la incidencia de enfermedades respiratorias.

Tabla 9

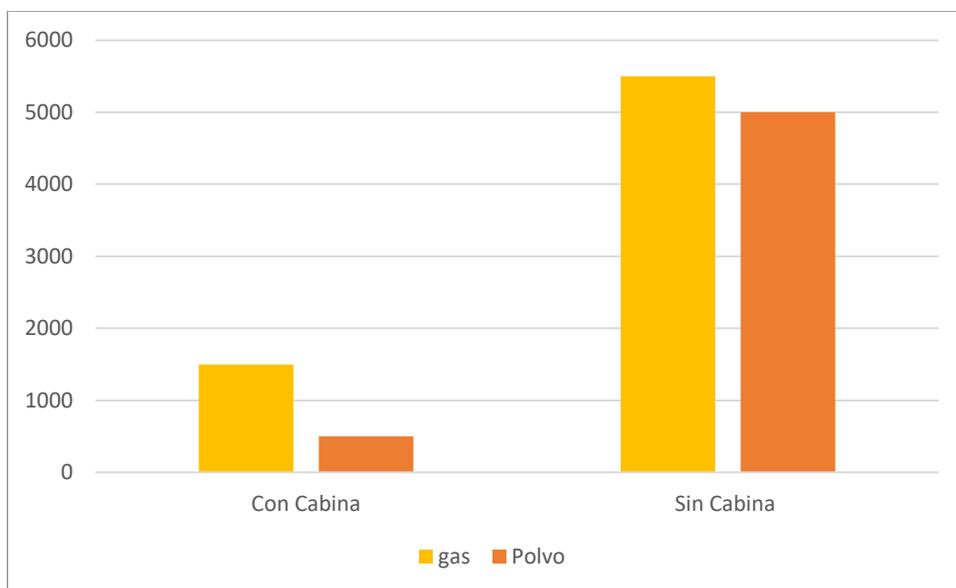
Datos recolectados antes y después de la implementación

Datos	gas	Polvo
Con	1500	400
Cabina		

Sin	5500	5000
Cabina		

Figura 70

Concentración de gases antes de la implementación de la cabina

**Figura 71**

Detector multigases portátil PTM600



Nota. (Taitati, 2020)

Pruebas durante el proceso de laqueado se realizaron cuatro pruebas de concentración de gases.

Primera prueba, Todos los sistemas apagados

Se la realizo con todos los sistemas de eliminación de gases totalmente apagados y se procedió a expulsar los gases del proceso de laqueado durante 5 minutos para que la cabina se sature de gases y realizar la medición de gases, la cabina es un excelente aislador del medio ambiente por lo que el gas se queda concentrado en toda el área de trabajo de la cabina por lo tanto la concentración de gases es exponencialmente creciente y los gases más peligrosos que detecto el equipo son el butanol, benceno y etanol, estos son censados por partículas por millón como se puede observar en la figura 69. Los datos que me muestran en las tablas fueron extraídos del analizador multigas como se observa en la tabla 12.

Figura 72

Tiempo de exposición de gases con todos los sistemas apagados

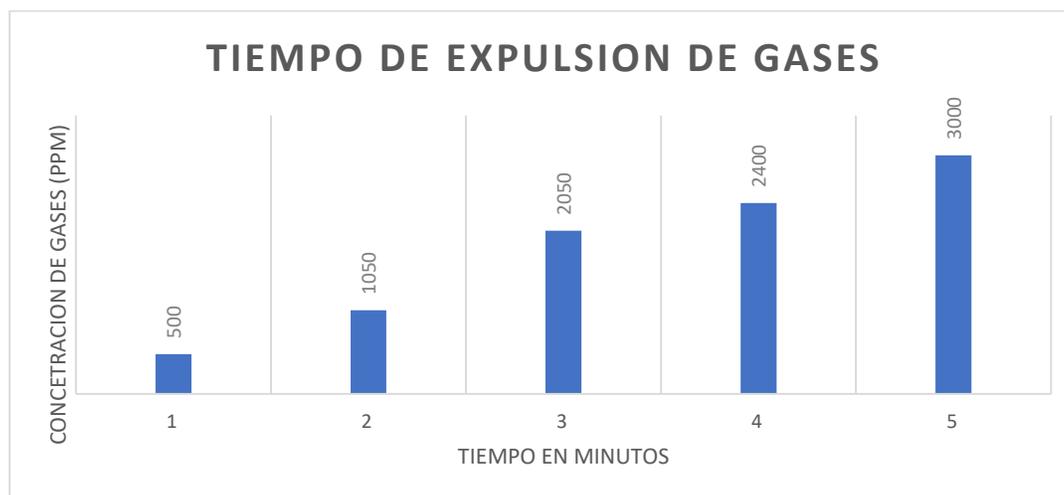


Tabla 10

Matriz de recolección de datos todos los sistemas apagados.

Tiempo	Concentración de gases
1	500
2	1050
3	2050

4	2400
5	3000

Segunda prueba, Sistema de cascada de agua encendido

Para la realización de la segunda prueba se procedió a encender el sistema de cascada de agua la cual ayuda mucho a una eliminación eficiente de gases, pero solo con este método es muy ineficiente y la carga de gases peligrosos sigue siendo muy alta dentro de la cabina de laqueado, la prueba se la realizo en el mismo tiempo y únicamente estaba funcionando la cascada de agua como se puede observar en la figura 69.y la tabla 13 demuestra el recolección de datos y se llegó a la conclusión en esta prueba que con la cascada es insuficiente la eliminación de gases peligrosos.

Figura 73

Tiempo de exposición a gases con cascada de agua funcionando

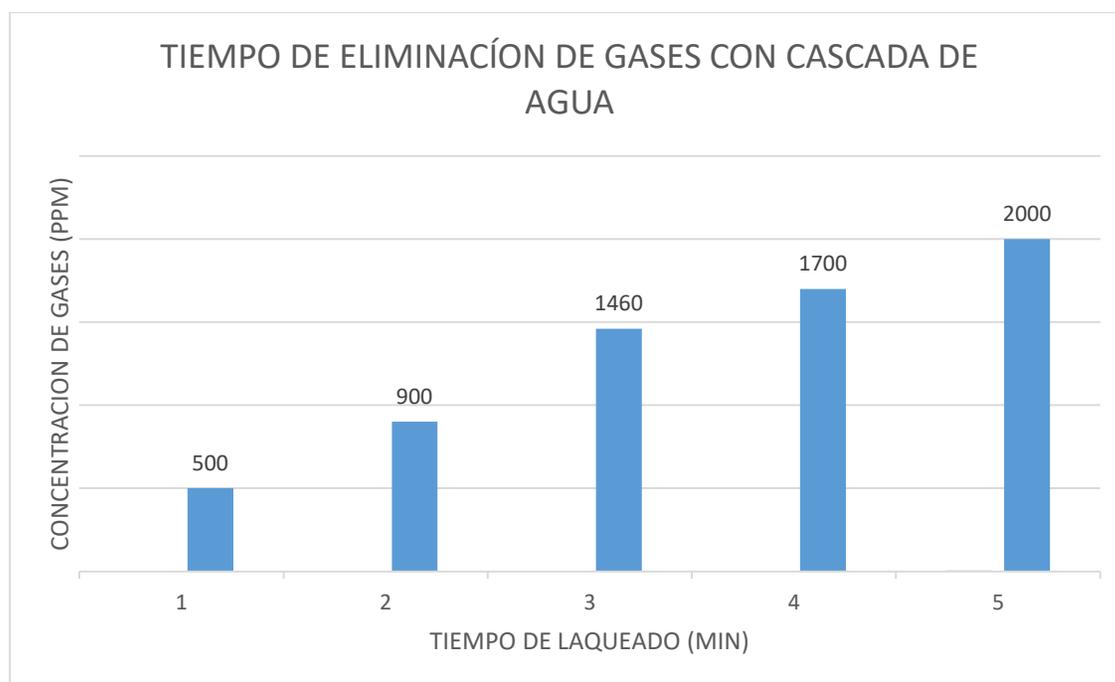


Tabla 11*Recolección de datos de segunda prueba*

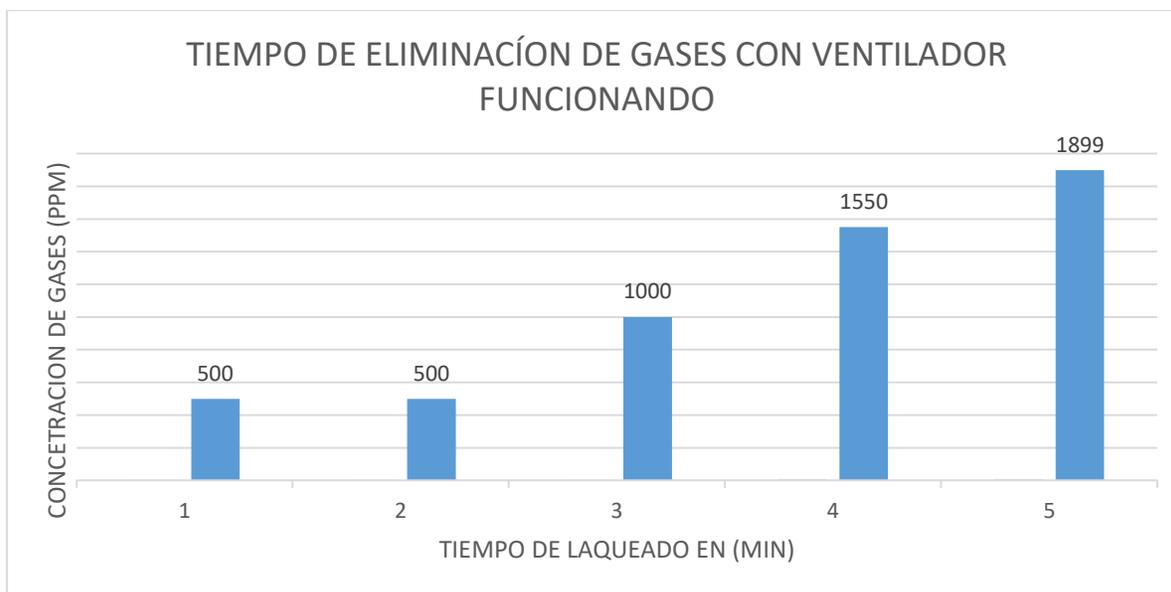
Tiempo	Concentración de gases
1	500
2	900
3	1460
4	1700
5	2000

Tercera Prueba. Sistema de succión de gases funcionando

Para la realización de esta prueba se encendió el ventilador y se apagó la cascada de agua y se procedió a realizar la expulsión de gases del proceso de laqueado durante 5 minutos con lo cual se pudo evidenciar que la carga había disminuido drásticamente pero seguía existiendo gases en el área de trabajo, existe una particularidad en esta prueba ya que como se muestra en la figura 70 y en la tabla 14, la absorción de gases es óptima durante los 2 primeros minutos pero a partir de ese tiempo la concentración de gases empezó a aumentar con el ventilador encendido lo que indica que el ventilador no hace todo el trabajo de eliminación de gases y es necesario que también funcione la cascada de agua.

Figura 74

Tiempo de exposición de gases con ventilador encendido

**Tabla 14**

Recolección de datos de tercera prueba

Tiempo	Concentración de gases
1	500
2	500
3	1000
4	1550
5	1899

Cuarta prueba, todos los sistemas encendidos.

Para la realización de esta prueba se tomó en cuenta todos los sistemas de eliminación de gases como lo son el ventilador y la cascada de agua, para esta prueba se hizo una excepción y se la realizó en un tiempo 10 min para así tener valores más exactos por lo que se procedió primero a realizar el proceso de encendido de la cabina de laqueado para posteriormente empezar con la prueba de expulsión de gases. Concluida la prueba se realiza con la toma de datos del detector multigas y se realiza la tabulación como se puede ver en la figura 71 y en la tabla 15, la concentración de gases peligroso sigue en tendencia de aumento pero

tabulando todos los datos extraídos del detector multigas se puede observar que se llega a la 1000 partículas por millón al cabo de 9 minutos por lo que la eliminación es la deseada ya que en el proceso de laqueado no se demora mas de 10 minutos por lo que estos resultados son satisfactorios y cumple con su cometido de eliminar los gases peligrosos dentro del área de trabajo.

Figura 75

Tiempo de eliminación de gases con todos los sistemas encendidos

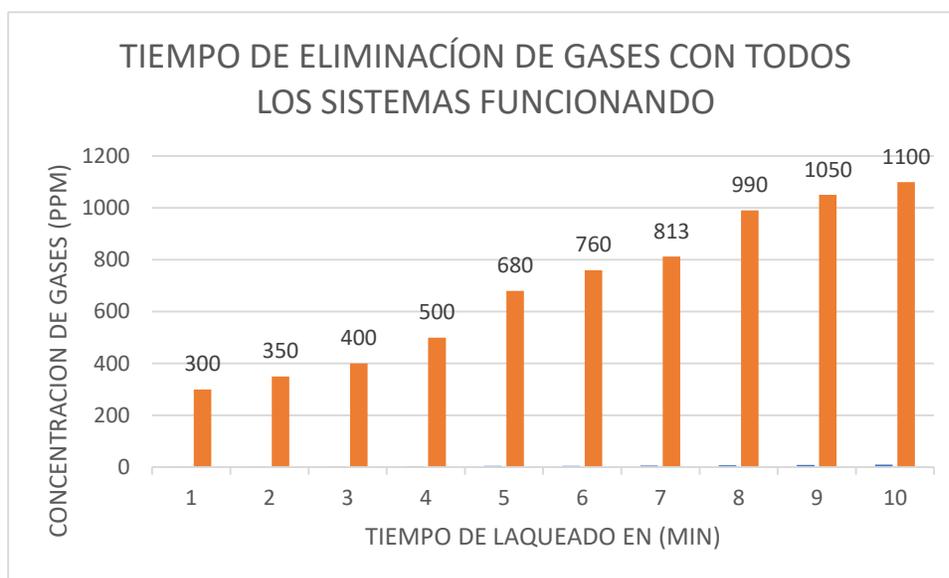


Tabla 12

Tabulación de datos de cuarta prueba

Tiempo	Concentración de gases
1	300
2	350
3	400
4	500
5	680
6	760

7	813
8	990
9	1050
10	1100

Análisis de resultados

El análisis de resultados tomando los datos del Analizador Portátil de Análisis de gases PTM600 J&G SCIENTIFIC en el cual se pueden notar que los valores antes y después de la implementación de la cabina de laqueado son totalmente optimistas ya que la concentración de gases y polvo es muy baja comparada cuando no había la cabina de laqueado por lo tanto se tomaron datos antes, durante y después del proceso de laqueado

La condición de inicio se realizó la medición de concentración de gas y polvo en la cabina y donde antes se realizaba esta actividad como se muestra en la figura 66 se puede apreciar que la cantidad de polvo y gas antes de la cabina era muy elevada y que al momento de dar laca se contamina el mueble provocando que se repita el proceso lo que sería pérdidas para la empresa.

La concentración de gas y polvo durante el proceso de laqueado en la cabina como se muestra en la figura 68 se puede apreciar que la absorción y filtración de gases satisface las necesidades que tiene la carpintería ya que al realizar en la cabina ya no se encontraron partículas que polvo y gas o exceso de material en el mueble de madera

Por lo tanto se concluye que la implementación de la cabina en términos de acabado, ahorro de material y la eliminación de gases y polvo es un total éxito ya que absorbe y filtra todo tipo de gas y polvo que pueda afectar con el acabado como se muestra en la figura 66 se puede apreciar que la absorción y filtración de gases satisface las necesidades que tienen en la carpintería

Presupuesto para la Cabina de laqueado

El presupuesto utilizado para la realización e implementación de la cabina de laqueado se lo resume en la siguiente tabla.

Tabla 13

Tabla de presupuesto utilizado

Rubro	Unidad	cantidad	Precio unitario	Costo total
Obra civil	Cemento (50Kg)	50	7,63	381,50
	bloques	900	0,37	333,00
	Columnas de acero	25	17,70	442,50
	Material pétreo (Volquetas)	6	2,75	16,50
	Tubería de desagüe	7	1,05	7,35
	Láminas de tol	18	45,00	810
Elementos mecánicos	Rejillas de acero	6	19,95	119,70
	Vigas metálicas	4	2,17	8,68
	Tubería de acero	8	16,42	131,36
	Gabinete de control	1	45,00	45,00
	Cables conductores (metros)	1	45,50	45,50
	Fusilera	2	3,50	7,00
	Fusibles	2	1,50	3,00
	Disyuntores	6	4,50	27
	Termoeléctricos			
Elementos eléctricos	Contactor	1	25,50	25,50
	Relé térmico	1	20,45	20,45
	Pulsadores	2	3,50	7,00
	Luces piloto	2	2,30	4,60
	Motores eléctricos	2	439	878
	Variador de frecuencia	1	350	350
	Proyector Led SMD	2	20,50	41,00
Transporte de diferentes artículos	Transporte de Bloques	1	25	25,00
	Transporte de cemento	1	10,00	10,00
	Transporte de columnas de acero	1	20,00	20,00
	Transporte de material pétreo	1	20,00	20,00
	Transporte de tubería	1	20,00	20,00

	Transporte de Laminas de tol	1	25,00	25,00
	Transporte de Elementos mecánicos	1	25,00	25,00
	Transporte elementos eléctricos	1	10,00	10,00
	Servicio de internet	1	30,00	30,00
Servicios	Servicio de medición de gases	1	35.00	35.00
			Subtotal	3992,59
			Imprevistos	2000,00
			Total	5992,59

En el resumen presentado se puede ver la cantidad de materiales y dinero que se ha utilizado para la realización de la cabina de laqueado y esta pueda quedar 100% funcional y lista para cualquier trabajo.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones.

- En este proyecto técnico, se logró implementar con éxito una cabina de laqueado automatizada en la carpintería "Muebles RC". A través de una investigación exhaustiva del proceso de lacado, se seleccionaron cuidadosamente los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos necesarios para la implementación de la cabina. Esto ha permitido mejorar significativamente la calidad de los muebles lacados, reducir el tiempo de secado y eliminar los gases nocivos asociados con el proceso de lacado tradicional.
- La construcción y programación de la secuencia de operaciones del sistema de automatización se realiza con precisión y detalle. Se han diseñado y fabricado los componentes mecánicos necesarios para el óptimo funcionamiento de la cabina, mientras que la programación electrónica permite un control eficaz de los parámetros de laqueado. Esto hace que el proceso de producción de "Muebles RC" sea más eficiente y brinda más capacidad para satisfacer la demanda del mercado.
- Las pruebas funcionales realizadas en la cabina demostraron que los trabajos realizados corresponden a las expectativas y requerimientos. Los muebles laqueados proporcionan un acabado de alta calidad, acortan el tiempo de secado y eliminan eficazmente los gases nocivos. Esto ha permitido a Muebles RC entregar productos de alta calidad en menos tiempo, al mismo tiempo que proporciona un entorno de trabajo más seguro y saludable, lo que se traduce en una mayor satisfacción del cliente.
- La implementación de una cabina de laqueado automatizada ha brindado a "Muebles RC" una ventaja competitiva significativa en el mercado de la carpintería. La mejora en la calidad de los productos, la reducción en el tiempo de secado y la

eliminación de gases nocivos han permitido a la empresa posicionarse como líder en su sector. Además, la eficiencia y precisión del sistema automatizado han contribuido a optimizar los recursos y aumentar la productividad en general. En conclusión, este proyecto ha sido exitoso en alcanzar sus objetivos específicos y ha brindado beneficios tangibles a "Muebles RC".

Recomendaciones

- Mantener un monitoreo regular, es importante establecer un programa de monitoreo regular para garantizar que la cabina de laqueado automática funcione de la mejor manera. Las inspecciones periódicas de los componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos, así como las pruebas de rendimiento, pueden detectar y resolver cualquier problema o desgaste antes de que afecte la calidad del lacado.
- Capacitación y entrenamiento del personal, es fundamental capacitar al personal de "Muebles RC" en el uso y mantenimiento adecuado de la cabina de laqueado automatizada. Proporcionar entrenamiento sobre la operación del sistema, la programación y el manejo de emergencias garantizará un funcionamiento eficiente y seguro de la cabina. Además, el personal debe estar al tanto de las medidas de seguridad necesarias para trabajar con sustancias químicas y gases nocivos.
- Implementación de un sistema de gestión de residuos: Para asegurar una operación sostenible y respetuosa con el medio ambiente, se recomienda implementar un adecuado sistema de gestión de residuos. Esto incluye el manejo y la eliminación adecuados de los materiales utilizados en el proceso de pintura, como pinturas y solventes. Los contenedores apropiados y el establecimiento de procedimientos para la clasificación y eliminación segura de estos desechos ayudarán a mantener un ambiente de trabajo saludable y cumplir con las reglamentaciones ambientales.
- Investigación continua, aunque se haya implementado con éxito la cabina de laqueado automatizada, es importante mantenerse actualizado sobre los avances tecnológicos y las mejores prácticas en el campo del lacado. La investigación continua permitirá identificar oportunidades de mejora, como la

incorporación de tecnologías más eficientes o el uso de materiales más respetuosos con el medio ambiente. Mantenerse informado sobre las tendencias y novedades en el sector garantizará que "Muebles RC" siga siendo competitivo y a la vanguardia de la industria.

Bibliografía

- Abala, e. (06 de abril de 2018). *www.edu.xunta.gal*. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/315_elementos_de_proteccion.html
- Argüeso, B. (2009). El proceso de transformación de la madera. *maderea*, 1-5.
- Brr. (09 de 10 de 2020). <https://brr.mx>. Obtenido de <https://brr.mx/bandas-industriales/>
- Camsco. (06 de 11 de 2022). Obtenido de <https://www.camsco.com.tw>:
<https://www.camsco.com.tw/spa/fuse-link-base/cylindrical-contact-caps-fuse.html>
- Chint. (02 de 11 de 2022). <https://www.chint.eu>. Obtenido de <https://www.chint.eu/es/material-electrico/soluciones-para-la-industria/auxiliares-de-mando/serie-np2>
- Coparoman. (9 de agosto de 2014). <https://coparoman.blogspot.com>. Obtenido de <https://coparoman.blogspot.com/2014/08/selector-electrico-rotativo.html#:~:text=Un%20selector%20el%C3%A9ctrico%20rotativo%20tiene,pueden%20existir%20infinidad%20de%20combinaciones>.
- Curiosoando. (13 de 02 de 2020). <https://curiosoando.com>. Obtenido de <https://curiosoando.com/que-es-el-acero-galvanizado>
- electrico, c. (02 de 05 de 2018). *www.controleselectricos.weebly.com*. Obtenido de <http://controleselectricos.weebly.com/contactores.html>
- elube. (30 de Septiembre de 2018). *elube.es*. Obtenido de elube filtracion:
<https://www.elube.es/cabina-pintura-mural-aspiracion-frontal/>
- Gomez, m. (01 de agosto de 2019). *powdertronic.com*. Obtenido de <https://powdertronic.com/como-funcionan-las-cabinas-de-cortina-de-agua/>
- hmong. (10 de 04 de 2016). *www.wikipedia*. Obtenido de https://hmong.es/wiki/Pilot_light
- industriasgsl. (16 de 05 de 2020). *www.industriasgsl.com*. Obtenido de <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/tipos-de-motores-electricos>

ingmecafenix. (6 de abril de 2023). <https://www.ingmecafenix.com>. Obtenido de

<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/control/pilotos-led/>

JAVEA. (15 de 06 de 2020). <https://electrobombasjavea.com>. Obtenido de

<https://electrobombasjavea.com/blog/que-es-una-bomba-de-agua-y-como-funciona-una-electrobomba>

lacas, D. p. (06 de diciembre de 2016). *Blog de Dalmar. "Protecciones y Pinturas "*. Obtenido de

<http://blog.proteccionesy pinturas.com/cabinas-de-pintura-liquido/>

latecnicalf. (29 de 12 de 2018). <https://latecnicalf.com.ar>. Obtenido de

<https://latecnicalf.com.ar/descargas/material/higieneyseguridad/Riesgos%20El%C3%A9ctricos%20y%20Mec%C3%A1nicos%20-%20Fernando%20Henao%20Robledo.pdf>

Maderame. (10 de Octubre de 2022). *Acabados para Madera: Tipos, Características y Usos*.

Obtenido de <https://maderame.com/acabados-madera>

mediatrader. (7 de abril de 2022). La técnica del laqueado. *La técnica del laqueado*.

Mesas, D. (06 de Abril de 1986). *LACADO Y RESTAURACIÓN*. Obtenido de

<http://domingomesas.com/>

MONTO PINTURAS. (s.f.). <https://www.pintulac.com.ec>. Obtenido de

<https://www.pintulac.com.ec/montopinturas>

Muebles RC. (5 de septiembre de 2019). www.facebook.com. Obtenido de

<https://www.facebook.com/profile.php?id=100068006154731>

Nuevo, D. (11 de 03 de 2023). <https://www.tecpa.es>. Obtenido de TECPA:

<https://www.tecpa.es/curva-caracteristica-de-una-bomba-hidraulica/>

Ordetec. (18 de 09 de 2020). www.ordetec.com. Obtenido de

<https://www.ordetec.com/blog/arrancador-suave/>

Rodriguez, G. y. (12 de 04 de 2021). Obtenido de <https://electricoindustrial.com.ec>:

<https://electricoindustrial.com.ec/2021/03/15/elementos-de-control-y-senalizacion/>

- S&P. (07 de 01 de 2020). *www.solerpalau.com*. Obtenido de [https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/#:~:text=Los%20variadores%20o%20convertidores%20de%20frecuencia%20son%20sistemas%20que%20se,de%20corriente%20alterna%20\(AC\).](https://www.solerpalau.com/es-es/blog/variador-de-frecuencia/#:~:text=Los%20variadores%20o%20convertidores%20de%20frecuencia%20son%20sistemas%20que%20se,de%20corriente%20alterna%20(AC).)
- sicma21. (12 de 05 de 2019). *www.sicma21.com*. Obtenido de <https://www.sicma21.com/que-es-un-panel-de-control-electrico-industrial/#:~:text=En%20cualquier%20tipo%20de%20sistema,elementos%20de%20la%20interfaz%20humana.>
- Solutions, A. E. (10 de 05 de 2018). *ww.autosolar.es*. Obtenido de <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-es-un-motor-asincrono#:~:text=Los%20motores%20as%C3%ADncronos%20o%20de,de%20la%20bobina%20del%20estator.>
- Tailtati. (10 de septiembre de 2020). <https://www.myminstrumentostecnicos.com>. Obtenido de <https://www.myminstrumentostecnicos.com/producto/analizador-portatil-de-analisis-de-gases-ptm600-jg-scientific/>
- tecnologica, A. (07 de marzo de 2020). <https://www.areatecnologia.com/>. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/electricidad/pulsador.html>
- the new york blower company. (05 de 10 de 2020). <https://www.nyb.com>. Obtenido de <https://www.nyb.com/es/spray-booth-exhaust/>
- transelec. (29 de 12 de 2021). Obtenido de www.transelec.com.ar: <https://www.transelec.com.ar/soporte/18450/que-es-un-motor-electrico-y-como-funciona/>
- VALRESA. (02 de 03 de 2021). Obtenido de <https://valresa.com>: <https://valresa.com/acabado-nitrocelulosa/>
- vermol. (12 de 03 de 2021). <https://vermol.com>. Obtenido de <https://vermol.com/productos/maderas/laca-poliuretana-con-filtro-solar/>

Villasuso, J. (13 de 05 de 2017). <https://intef.es/>. Obtenido de Instituto Nacional de tecnologías

Educativas y de formación del profesorado:

http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/electricidad3E/tipo.htm

whzoncn. (01 de 10 de 2020). <http://whzoncn.com>. Obtenido de

<http://whzoncn.com/uploads/soft/CATALOG%20En.pdf>

Anexos