



Implementación de una máquina deshidratadora de frutos y vegetales con una capacidad de 10kg a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar la conservación de alimentos en el sector agroindustrial de la ciudad de Latacunga.

Castro Lumbi, Luis Fernando

Departamento de Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electromecánica

Ing. Lara Jácome, Óscar Rodrigo

14 de agosto del 2023

Latacunga

Reporte de Verificación de Contenido



Plagiarism report

Implementación de una máquina des...

Scan details

Scan time:
August 14th, 2023 at 14:53 UTC

Total Pages:
53

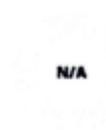
Total Words:
13245

Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
● Identical	1.9%	257
● Minor Changes	1.4%	189
● Paraphrased	3.9%	518
○ Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



Text coverage
● AI text
○ Human text

Firma

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: “Implementación de una máquina deshidratadora de frutos y vegetales con una capacidad de 10kg a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar la conservación de alimentos en el sector agroindustrial de la ciudad de Latacunga” fue realizado por el señor **Castro Lumbi, Luis Fernando**; 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, 14 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, **Castro Lumbi Luis Fernando**, con cédula de ciudadanía N° 2300098817, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Implementación de una máquina deshidratadora de frutos y vegetales con una capacidad de 10kg a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar la conservación de alimentos en el sector agroindustrial de la ciudad de Latacunga"** 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, 14 agosto del 2023

Castro Lumbi Luis Fernando

C.C.: 2300098817



Departamento de Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Autorización de Publicación

Yo **Castro Lumbi Luis Fernando**, con cédula de ciudadanía N° 2300098817, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: "Implementación de una máquina deshidratadora de frutos y vegetales con una capacidad de 10kg a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar la conservación de alimentos en el sector agroindustrial de la ciudad de Latacunga." en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 14 agosto del 2023

Castro Lumbi Luis Fernando

C.C.: 2300098817

Dedicatoria

Primero ante todo a Dios por brindarme conocimiento y fortaleza en mi vida para poder cumplir mi propósito final, porque él siempre ha estado presente en cada logro o derrota que he tenido y frente al fracaso nunca me ha dejado sucumbir ante tantas dificultades.

A mis padres Alicia y Mario, que me ayudan incondicionalmente y más que un sustento económico su amor incondicional hacia mí es lo que me ha forjado, sus consejos de vida, el trabajo duro y la perseverancia es el ejemplo que me ha inspirado de ellos para sentar las bases de lo que hoy en día soy para poder cumplir mis metas.

A mis queridos abuelitos que siempre han estado conmigo enseñándome valores como la humildad y solidaridad hacia el prójimo.

A mi Hija Fernanda, ella es la luz de mis días y la razón por la cual nunca me rendiré y mis sueños serán los suyos y los de mis padres bajo la bendición de DIOS y su inconmensurable amor por nosotros, amen.

L. Fernando

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa en la realización de este proyecto. Su apoyo, aliento y contribuciones han sido fundamentales para llevar este trabajo a su culminación.

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a Dios, quien me ha guiado a lo largo de este camino con su sabiduría y fuerza inspiradora para superar diversas dificultades y pruebas que se han presentado a lo largo del trayecto universitario.

A mis queridos padres, mi gratitud es profunda y eterna. Su dedicación incansable, su aliento constante y su apoyo financiero han sido el cimiento sobre el cual he construido este logro, sin su guía y amor incondicional, este camino habría sido mucho más difícil.

A mis adorados abuelitos, les debo un agradecimiento especial, sus historias de vida, sus valores arraigados y su apoyo incondicional han sido un faro en mi vida. Las lecciones que he aprendido de ustedes han sido un regalo duradero y han influido en cada aspecto de mi desarrollo.

A mi amada hija, quiero dedicarte un agradecimiento especial. Tu presencia en mi vida ha sido mi fuente constante de inspiración y motivación, cada paso que he dado en esta travesía ha estado guiado por el deseo de construir un futuro mejor para ti.

L. Fernando

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de Verificación de Contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de figuras	13
Índice de tablas.....	16
Índice de ecuaciones	17
Resumen.....	18
Abstract.....	19
Capítulo I: Introducción	20
Antecedentes	21
Planteamiento del problema.....	22
Justificación e importancia	23
Objetivos de la investigación	24
<i>Objetivo General.....</i>	<i>24</i>
<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>24</i>
Alcance	24
Capítulo II: Marco teórico.....	26
Deshidratación.....	26
Actividades previas a la deshidratación.....	26

<i>Recepción</i>	26
<i>Determinación del peso</i>	26
<i>Selección</i>	26
<i>Lavado</i>	26
<i>Corte en rodajas</i>	26
<i>Acondicionado</i>	27
<i>Escaldado</i>	27
Procesos posteriores a la deshidratación	29
<i>Etapa de enfriamiento</i>	29
<i>Clasificación y envasado</i>	29
Mecanismos de transferencia de calor	29
<i>Conducción</i>	29
<i>Convección</i>	31
<i>Convección forzada</i>	31
<i>Convección natural</i>	32
<i>Radiación</i>	33
Curvas de secado	34
<i>Curva de humedad vs tiempo</i>	34
<i>Curva de velocidad de secado</i>	35
<i>Contenido de humedad crítica</i>	36
Parámetros de secado	36
<i>Tiempo de secado</i>	36
<i>Temperatura de deshidratación</i>	36
Tipos de deshidratadores mecánicos	37
<i>Deshidratador de horno o estufa</i>	37
<i>Deshidratador de bandejas</i>	37

<i>Deshidratadores eléctricos</i>	38
Componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos de una deshidratadora	39
<i>Gabinete eléctrico</i>	39
<i>Resistencia eléctrica tubular</i>	39
<i>Ventiladores centrífugos</i>	39
<i>Ventiladores axiales</i>	40
<i>Relé de estado sólido</i>	40
<i>Contactador</i>	41
<i>Interruptor termo magnético</i>	42
<i>Control Termostato</i>	42
<i>Cable conductor</i>	43
<i>Pulsadores</i>	44
<i>Luces piloto</i>	45
<i>Lana de fibra de vidrio</i>	45
<i>Malla de acero inoxidable</i>	46
Láminas de acero inoxidable	47
<i>Acero Inoxidable Austenítico</i>	47
Soldadura en acero inoxidable	48
<i>Soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)</i>	48
<i>Tipo de electrodo</i>	49
Capítulo III: Desarrollo del tema	50
Criterio de elección de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos	50
Criterio de selección de elementos eléctricos	50
<i>Caja de paso rápido INEN IEC 62208</i>	50
<i>Térmico bipolar</i>	51
<i>Relay MK2P-I 220 VAC</i>	53

<i>Criterio de selección de fusibles seccionador STI</i>	54
<i>Riel Din</i>	56
<i>Borneras para riel din</i>	56
<i>Selección del botón de encendido y apagado</i>	58
<i>Selector camscro 2 posiciones</i>	58
<i>Luces piloto</i>	59
<i>Ventiladores</i>	60
<i>Enchufe Cooper P/Gallina</i>	61
<i>Resistencias eléctricas</i>	63
<i>Selección del conductor</i>	64
Consumo energético de la máquina deshidratadora	65
Criterio de selección de elementos electrónicos	66
<i>Microcontrolador MT-512E 2HP</i>	66
<i>Diagrama Esquemático</i>	66
<i>Sensores de temperatura SB-59</i>	67
Criterio de selección de elementos mecánicos	68
<i>Diseño de la cámara de secado en SolidWorks</i>	68
<i>Dimensionamiento de cámara deshidratadora</i>	68
<i>Diseño de Bandejas en SolidWorks</i>	69
<i>Diseño de soporte de máquina deshidratadora en SolidWorks</i>	70
Selección de láminas de Acero inoxidable	71
<i>Acero brillante inoxidable 430</i>	71
<i>Acero inoxidable mate 304</i>	72
<i>Perfil ángulo laminado</i>	73
<i>Ruedas giratorias</i>	73
Programación de funciones de calefacción del controlador MT-512E 2HP	73

<i>Panel de control</i>	73
<i>Ajustes de funciones y parámetros del microcontrolador</i>	73
<i>Configuración del set point</i>	74
Análisis de resultados	74
Análisis de costos	78
<i>Construcción de cámara de secado del deshidratador</i>	78
<i>Construcción de bandejas</i>	78
<i>Construcción de Cámara de calentamiento</i>	79
<i>Componentes y equipos eléctricos</i>	80
<i>Costo total de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos</i>	81
Ensamblaje máquina deshidratadora	81
Capítulo IV: Conclusiones y Recomendaciones.....	93
Conclusiones	93
Recomendaciones	94
Bibliografía.....	95
Anexos	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Preparación de hortalizas previo a la deshidratación</i>	27
Figura 2 <i>Tiempos y temperatura de secado típicas en frutas</i>	28
Figura 3 <i>Conducción de calor</i>	29
Figura 4 <i>Conductividad térmica del cobre</i>	30
Figura 5 <i>Conductividad térmica de materiales a temperatura ambiente</i>	31
Figura 6 <i>Convección forzada</i>	32
Figura 7 <i>Convección natural</i>	33
Figura 8 <i>Transferencia de calor por radiación</i>	33
Figura 9 <i>Curva de humedad vs tiempo</i>	34
Figura 10 <i>Curva velocidad vs humedad en el material</i>	35
Figura 11 <i>Deshidratador de estufa</i>	37
Figura 12 <i>Deshidratador de bandejas</i>	38
Figura 13 <i>Deshidratador eléctrico</i>	38
Figura 14 <i>Vistas caja de conexiones</i>	39
Figura 15 <i>Relé de estado sólido SSR</i>	40
Figura 16 <i>Contactor y simbología</i>	41
Figura 17 <i>Disyuntor termo magnético</i>	42
Figura 18 <i>Termostato bimetálico</i>	43
Figura 19 <i>Cable conductor de cobre AWG</i>	43
Figura 20 <i>Medidas de los cables eléctricos</i>	44
Figura 21 <i>Pulsadores de marcha y paro</i>	44
Figura 22 <i>Señalización luces piloto</i>	45
Figura 24 <i>Rollo de fibra de vidrio</i>	45
Figura 25 <i>Mallas de Acero Inoxidable</i>	46

Figura 26 Aceros inoxidables austeníticos.....	47
Figura 27 Soldadura SMAW.....	48
Figura 28 Amperajes recomendados.....	49
Figura 29 Tablero de control.....	50
Figura 30 Rapid Lock fondo metálico.....	51
Figura 31 Térmico Bipolar C20.....	52
Figura 32 Relé de 8 pines.....	53
Figura 33 Portafusibles 10x38s.....	55
Figura 34 Fusibles de 20 A.....	55
Figura 35 Riel Din 35 mm x 1m.....	56
Figura 36 Borneras de conexión.....	57
Figura 37 Pulsadores de marcha y paro marca chint.....	58
Figura 38 Selector SKOS-ED21 (NA).....	59
Figura 39 Luces piloto marca chint.....	59
Figura 40 Motor Ventilador Elco.....	60
Figura 41 Enchufe cooper pata de gallina.....	62
Figura 42 Resistencia Eléctrica.....	63
Figura 44 Tabla De Conductores AWG.....	64
Figura 45 Microcontrolador MT-512E2HP.....	66
Figura 46 Conexiones MT-512E 2HP.....	66
Figura 47 Sensores de temperatura SB-59.....	67
Figura 48 Estructura Maquina Deshidratadora.....	68
Figura 49 Bandeja perforada.....	70
Figura 50 Soporte base para deshidratadora.....	71
Figura 51 Acero inoxidable 430.....	71
Figura 52 Acero inoxidable 304.....	72

Figura 55 <i>Deshidratación de 5 kg de manzana</i>	75
Figura 56 <i>Deshidratación de 5 kg de fresa</i>	76
Figura 57 <i>Deshidratación de 5 kg de plátano</i>	76
Figura 57 <i>Deshidratación de 5 kg de kiwi</i>	77
Figura 60 <i>Estructura de la cámara exterior</i>	82
Figura 61 <i>Estructura de la cámara interior</i>	82
Figura 62 <i>Doblado de soporte bandejas para (cámara interior)</i>	83
Figura 63 <i>Montaje de la cámara deshidratadora</i>	83
Figura 64 <i>Marco para puerta de vidrio templado</i>	84
Figura 65 <i>Montaje de puerta vidrio templado</i>	84
Figura 66 <i>Corte de malla inox 304 mesh #16</i>	85
Figura 67 <i>Corte de perfil para enmarcar malla</i>	85
Figura 68 <i>Doblado de perfil para bandejas</i>	86
Figura 69 <i>Enmarcado de malla inox 304</i>	86
Figura 70 <i>Soldadura MIG para bandejas</i>	87
Figura 71 <i>Fabricación de estructura para ventilador</i>	87
Figura 72 <i>Reforzado de tapa trasera</i>	88
Figura 73 <i>Ensambladura del ventilador</i>	88
Figura 74 <i>Montaje de la cámara de secado</i>	89
Figura 75 <i>Montaje de resistencia eléctrica</i>	89
Figura 76 <i>Enlace de la resistencia eléctrica</i>	90
Figura 77 <i>Montaje de ventilador junto con resistencia</i>	90
Figura 78 <i>Máquina deshidratadora ensamblada</i>	91
Figura 79 <i>Conexión eléctrica del panel de control</i>	91
Figura 80 <i>Montaje de panel de control</i>	92
Figura 81 <i>Conexión del sensor de temperatura</i>	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características del Térmico bipolar C20 seleccionado</i>	53
Tabla 2 <i>Características del contactor de potencia</i>	54
Tabla 3 <i>Características de borneras seleccionadas</i>	57
Tabla 4 <i>Especificaciones técnicas del ventilador</i>	61
Tabla 5 <i>Corriente total del sistema eléctrico</i>	62
Tabla 6 <i>Características Técnicas del enchufe</i>	63
Tabla 7 <i>Características técnicas de la resistencia eléctrica seleccionada</i>	64
Tabla 8 <i>Dimensiones de la máquina deshidratadora</i>	69
Tabla 9 <i>Dimensiones de la bandeja de secado</i>	69
Tabla 10 <i>Dimensiones de soporte mesa</i>	70
Tabla 11 <i>Proceso de deshidratación en frutas</i>	75
Tabla 12 <i>Proceso de deshidratación en vegetales</i>	77
Tabla 13 <i>Costos de materiales para estructura de cámara de secado</i>	78
Tabla 14 <i>Costos de materiales para construcción de bandejas y soporte</i>	78
Tabla 15 <i>Costos de materiales para construcción de cámara de calentamiento</i>	79
Tabla 16 <i>Costos de componentes y equipos eléctricos</i>	80
Tabla 17 <i>Costo total de materiales</i>	81

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 <i>Cálculo de corriente nominal de la Resistencia Eléctrica</i>	51
Ecuación 2 <i>Cálculo de corriente nominal del Ventilador</i>	52
Ecuación 3 <i>Corriente nominal del fusible</i>	55
Ecuación 4 <i>Cálculo de los botones encendidos y apagados</i>	58
Ecuación 5 <i>Calculo para selección de luces piloto</i>	60
Ecuación 6 <i>Corriente nominal del sistema a plena carga</i>	62
Ecuación 7 <i>Cálculo de consumo energético</i>	65

Resumen

Una deshidratadora es una máquina sencilla con forma de horno, que por medio del calor generado por una resistencia eléctrica elimina la humedad de los alimentos impidiendo la pérdida de volumen debido al desarrollo de bacterias que no pueden sobrevivir en un ambiente seco, de esta manera se logra reducir el volumen para su transporte y almacenamiento, esta máquina ha sido diseñada para mejorar la conservación de alimentos a través del proceso de deshidratación mediante ventilación forzada, permitiendo así una mayor durabilidad de los productos agrícolas locales, cuenta con una capacidad de 10 kg y su desarrollo involucra una combinación de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, para la implementación se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva sobre tecnologías existentes y mejores prácticas en deshidratación de alimentos para garantizar un diseño eficiente y seguro, se ha dado prioridad a la selección de materiales y componentes de alta calidad, asegurándose de cumplir con las normativas y regulaciones de seguridad e higiene alimentaria. La máquina ha sido equipada con un controlador digital para supervisar y ajustar de manera precisa la temperatura, el tiempo de deshidratación y otras variables del proceso, además se ha realizado una serie de pruebas piloto para verificar su funcionamiento y eficacia, garantizando así un manejo seguro y eficiente durante su funcionamiento, a través de esta implementación de una deshidratadora se espera mejorar la conservación de alimentos en el sector agroindustrial de Latacunga, reduciendo el desperdicio de productos agrícolas locales en temporada de cosecha y promoviendo prácticas sostenibles en la industria alimentaria.

Palabras clave: deshidratación de alimentos, conservación de alimentos, sector agroindustrial, proceso de deshidratado, sostenibilidad.

Abstract

A dehydrator is a simple oven-shaped machine, which by means of the heat generated by an electrical resistance removes moisture from food preventing the loss of volume due to the development of bacteria that cannot survive in a dry environment, thus reducing the volume for transport and storage, this machine has been designed to improve food preservation through the process of dehydration by forced ventilation, thus allowing greater durability of local agricultural products, It has a capacity of 10 kg and its development involves a combination of electrical, electronic and mechanical elements. For the implementation, a thorough research on existing technologies and best practices in food dehydration has been carried out to ensure an efficient and safe design, and priority has been given to the selection of high-quality materials and components, ensuring compliance with food safety and hygiene standards and regulations, the machine has been equipped with a digital controller to precisely monitor and adjust the temperature, dehydration time and other process variables. In addition, a series of pilot tests have been conducted to verify its operation and efficiency, thus ensuring safe and efficient handling during operation, through this implementation of a dehydrator it is expected to improve food preservation in the agro-industrial sector of Latacunga, reducing the waste of local agricultural products during the harvest season and promoting sustainable practices in the food industry.

Key words: food dehydration, food preservation, agro-industrial sector, dehydration process, sustainability.

Capítulo I

Introducción

La deshidratación de alimentos es un método de conservación que elimina el contenido de agua de los alimentos, prolongando su vida útil al tiempo que se mantienen sus nutrientes y sabor. En este contexto, el desarrollo de una máquina deshidratadora se presenta como un proyecto tecnológico de gran relevancia. Esta máquina ofrece una solución eficiente y versátil para la conservación de alimentos, al retirar la humedad, lo que priva el crecimiento de seres vivos de tipo microscópicos y enzimas responsables de la descomposición.

Dado que la agricultura, es una fuente de materias primas esenciales y necesarias, para el funcionamiento de la mayoría de los demás sectores económicos, lo que es bien sabido que la agricultura desempeña un papel importante, en el desarrollo económico y social de la nación.

Actualmente, la aplicación de nuevas tecnologías innovadoras en la deshidratación permite preservar por más tiempo los alimentos y obtener productos de mayor calidad, el equipo utilizado para realizar este proceso es una máquina deshidratadora, en la actualidad existen varios tipos disponibles en el mercado, algunos de los más comunes son las máquinas deshidratadoras por ventilación forzada para frutas, mediante este proceso se mantiene el contenido nutricional, intensificando su sabor debido a la concentración de fructuosa.

Teniendo en cuenta lo anterior, así como los estándares internacionales y muchas variables de investigación, el deshidratador de frutas y verduras de 10 kg se implementará utilizando componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos para mejorar la seguridad alimentaria, materiales, piezas y componentes rentables y eléctricos, procediendo al diseño, fabricación y programación de secuencias de trabajo para mejorar la protección de los alimentos en el sector agroindustrial de la ciudad de Latacunga.

Antecedentes

La deshidratación es una de las mejores técnicas de conservación de alimentos que mantiene los nutrientes y sabores naturales de los alimentos, convirtiéndolos en una opción saludable y adecuada para las personas. Por lo que el procesamiento de alimentos ha sido una parte fundamental de la humanidad durante siglos.

En Latacunga, ubicado en una región con una rica producción de frutos y vegetales, la agroindustria juega un papel vital en la economía local. Sin embargo, la conservación de estos productos frescos puede ser un desafío, especialmente en momentos de cosechas abundantes. Aquí está la instalación de una secadora que puede manejar 10 kg de frutas y verduras.

En tanto que Vega (2017), en su investigación, se procedió, a recopilar datos, en una semana laboral, donde las muestras de plátano se, pueden deshidratar sin un extractor. Por lo que el propósito del proyecto era preservar los plátanos, reducir el peso y liberar espacio de almacenamiento, en un 12,7 %, en solo dos días utilizando extractores de aire. Donde se confirmó, mediante un análisis fisicoquímico, que el plátano retuvo todo su valor nutricional original después de la deshidratación, y el valor de humedad residual en el fruto fue confirmado mediante un análisis de humedad realizado por el laboratorio LACONAL de la Universidad Técnica de Ambato.

Bueno (2017), en la presente investigación, en la cual indica que se debe crear un sistema de secado de frutas de bajo costo con control de temperatura para pequeñas y medianas empresas. Por lo que comunica sobre el progreso de un método, conocido como deshidratación, ya que introduce un sistema de control que aprueba la manipulación de variables físicas como temperatura, presión, humedad y temperatura relativa, dando como resultado un análisis más preciso y ajuste eficiente tipo de secado de frutas, lo principal es que

debe ser un dispositivo con beneficios, que dan dichos equipos, a un costo similar, donde los electrodomésticos, se han realizado mejoras en comparación con el diseño original, teniendo en cuenta que la automatización de los procesos, está respaldada por la selección adecuada de materiales, así como un controlador micro PLC, además de la programación precisa de las funciones del controlador seleccionado.

Llumiquinga y Suquillo (2015), en su investigación, con un tema similar al planteado, dice que se realizó un diseño donde la cámara de secado con resistencias de 4kw, permite considerar de manera óptima para deshidratar 12 kg de rodajas de manzana a una temperatura de secado de 65°C, utilizando aislamiento en las paredes del grifo y cámaras de resistencia, para utilizar la mayor cantidad de calor posible y evitar el desperdicio.

Planteamiento del problema

En el caso de la agricultura de Latacunga, es fundamental preservar las frutas, verduras y los mercados extranjeros, haciendo que los agricultores, los conserven, con frecuencia, para que vendan sus productos a precios extremadamente bajos, lo que tiene un impacto negativo en la economía. Por lo que existen varias técnicas bien conocidas, que se utilizan en la industria para conservar y aumentar el uso de estos productos, donde uno de las cuales está relacionados, con las técnicas de baja temperatura, así como el enfriamiento y la congelación, en conjunto con otras técnicas, que utilizan diferentes temperaturas (altas temperaturas), para deshidratación y congelación.

Entonces surge el interés de esta investigación es la implementación de una máquina deshidratadora de frutas y vegetales por ventilación forzada para el sector agroindustrial de Latacunga, este dispositivo va a permitir realizar un proceso de deshidratación más eficaz y eficiente dejando de lado las condiciones climatológicas que intervienen negativamente en los procesos de conservación.

Justificación e importancia

La implementación de una máquina deshidratadora en el sector agroindustrial de Latacunga no solo resuelve problemas de conservación de alimentos, sino que también tiene un impacto en la riqueza local y estilo de vida dentro de la comunidad.

El proceso de deshidratación controlada conserva el valor nutricional y el sabor de los alimentos por más tiempo, manteniendo los alimentos frescos y listos para la venta.

La máquina deshidratadora permitirá procesar el exceso de cosecha y convertirlo en alimentos secos que pueden ser almacenados y comercializados a lo largo del año, reduciendo significativamente las pérdidas de alimentos, a través de la deshidratación de alimentos se agrega un valor a la producción local lo que beneficia tanto a los agricultores como a la comunidad ofreciendo oportunidades de negocio.

La instalación de deshidratadoras, para el empleo en el sector agroindustrial de Latacunga, no solo atiende el tema de conservación de alimentos, sino que mejora e incrementa el impacto, del nivel de vida de la comunidad, así como la economía local.

El uso de un deshidratador, le permitirá transformar los cultivos excedentes en productos secos, que se pueden almacenar y vender durante todo el año, lo que reduce significativamente el desperdicio de alimentos. Por lo que el secado de alimentos, da un valor agregado a la producción local, lo que beneficia tanto a los agricultores, como a la sociedad, brindando oportunidades comerciales, fomentando el empleo regional y el crecimiento económico.

Objetivos de la investigación

Objetivo General

Implementar una máquina deshidratadora de frutos y vegetales con una capacidad de 10kg a través de elementos eléctricos electrónicos y mecánicos para mejorar la conservación de alimentos en el sector agroindustrial de la ciudad de Latacunga.

Objetivos Específicos

1. Analizar tiempos de producción de máquinas similares para establecer una propuesta deseada.
2. Seleccionar los elementos necesarios para la implementación de la máquina.
3. Realizar la construcción y la programación de la secuencia de operación del sistema.
4. Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina para verificar que el trabajo sea el deseado.

Alcance

El proyecto técnico a realizar se basa en un equipo deshidratador de frutas y vegetales con un contenido de 10 kg, su principal función es la eliminación de líquidos en los alimentos de manera controlada a través de un sistema conformado por elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos, a través de la elección de materiales mecánicos se realizará la conexión de la estructura metálica que mantendrá fijos a cada uno de los elementos y donde irá situado la máquina deshidratadora en general.

El sistema eléctrico de potencia consta de un interruptor termo magnético el cual protege a los elementos eléctricos instalados en la máquina, así como la protección de fusibles, en caso de fallo eléctrico. Para el control de temperatura del deshidratador se empleará de un microcontrolador MT-512E 2HP el cual su rango de medición llega hasta los 200°C mediante un sensor SB-59.

El sistema de ventilación permite que circule el aire precalentado por las resistencias térmicas que se calentaron al poner en marcha el equipo descrito. Se utilizará lana de vidrio para asegurar que la cámara tenga un aislamiento adecuado, evitando un descenso de temperatura en las paredes interiores y provocando transmisión, desde el interior del horno al aire exterior.

Una vez ensamblada la máquina se realizarán pruebas de funcionamiento, brindando los planos bajo normas INEN, que se facilitan al diseñar de manera mecánica, eléctrica y electrónica, estudio de costos del diseño y construcción y el respectivo manual de funcionamiento y mantenimiento. El proyecto finalizará con una bitácora de los resultados logrados en la máquina deshidratadora, que se construirá a partir de las distintas frutas y verduras que se han probado, y finalmente lograr todos los hipotéticos objetivos.

Capítulo II

Marco teórico

Deshidratación

Deshidratación comprende la eliminación de agua mediante el tratamiento del producto por calor artificial (aire previamente calentado, superficies calientes, etc.). Secado o desecado comprende la eliminación de agua mediante el tratamiento del producto en condiciones ambientales (sol, viento, etc.). (Michelis & Ohaco, 2015)

Actividades previas a la deshidratación

Recepción

Recibir frutas y otros alimentos es el primer paso crítico para comenzar el proceso de preparación y procesamiento, “Si las frutas y verduras llegan al consumidor en buenas condiciones, se debe principalmente a una correcta aceptación e inspección, garantizando la eficacia del producto final”. (aizea, 2022, pág. 25)

Determinación del peso

Para calcular el contenido de humedad, se determinan las características físicas como el peso de la fruta o verdura antes de la deshidratación.

Selección

Para elaborar un producto de la más alta calidad, en esta etapa se eligen materias primas con las mejores propiedades físicas y químicas.

Lavado

El procedimiento de lavado, se usa para limpiar la fruta de impurezas como la suciedad.

Corte en rodajas

El proceso utiliza, una tabla de corte para cortar productos de 3 a 6 mm de espesor, dependiendo de la humedad.

Acondicionado

Para lograr resultados de secado adecuados, se deben tener en cuenta factores como el contenido de humedad inicial de los alimentos.

Escaldado

Blanquear, a menudo denominado "cocinar" o "cocer al vapor", consiste en remojar frutas y verduras, enteras o cortadas en trozos, en agua hirviendo durante 3 a 5 minutos para ablandar los tejidos y reducir la cantidad de microbios. (GASCÓN, MURAVNICK, & ANDREUCETTI, 2013)

Figura 1

Preparación de hortalizas previo a la deshidratación

HORTALIZA	PREPARACIÓN	ESCALDADO (minutos)
Apio	Cortar hojas, rebanar a 6mm	2-3
Cebolla	Pelar, cortar extremos, rebanar -	
Espinaca	Lavar, sacudir, quitar parte leñosa	2
Hiervas medicinales	Lavar, sacudir, quitar parte leñosa según sea el caso	-
Hongos	Extraer partes leñosas, rebanar	-
Papa	Pelar, rebanar a 6mm 7	
Tomate	Hervir por 1 min, enfriar para pelar, rebanar a 6mm	-
Zanahoria	Lavar, cortar extremos, pelar, rebanar a 3mm	4

Nota. Para lavar la fruta, se recomienda usar una solución de agua y vinagre, en la siguiente tabla se muestra los tiempos de escaldado previo a la deshidratación. Tomada de (MANUAL DE DESHIDRACION, 2018, pág. 15)

Proceso de deshidratado

Mediante procesos térmicos, se eliminan los líquidos que están presentes en los alimentos. La fruta se pela y se quitan las semillas y los tallos si se desea. Es fundamental retirar la piel ya que se vuelve amarga en el proceso de deshidratación, el grosor de la fruta debe ser el mismo para un secado parejo (Valdés, 2008)

Tiempo de deshidratación

Para cada tipo de fruta se requiere un tiempo de deshidratación distinto, dependiendo de su contenido en agua, densidad, grosor, etc.

Figura 2

Tiempos y temperatura de secado típicas en frutas

TEMPERATURA : 57 °C

FRUTA	TIEMPO	OBSERVACIONES
Manzanas	7-12 horas	Blandas o crujientes al gusto
Bananas	6-10 horas	No secar en exceso para obtener el mejor sabor
Frutos Rojos	10-15 horas	Colocar enteros
Arándanos	10-15 horas	Colocar enteros. Hervir hasta que se rompa la piel
Cerezas	13-18 horas	Secar hasta que esté pegajosa
Higos	22-28 horas	No secar en exceso para obtener el mejor sabor
Uvas	24-28 horas	No escaldar para mejor sabor
Duraznos	8-14 horas	Mejor si se rodaja a 6 mm o más grueso
Peras	8-14 horas	Blandas o crujientes al gusto
Ananá	8-14 horas	Mejor si se rodaja a 6 mm o más grueso
Frutillas	7-13 horas	Secar hasta que esté pegajosa
Mango	5-8 horas	No secar en exceso para obtener el mejor sabor

Nota. Los alimentos deben secarse a una temperatura entre 50 y 70 °C, temperaturas elevadas cocinan la fruta en su exterior reteniendo líquido en su interior. Tomatada de (SENSHO, 2021, pág. 19)

Procesos posteriores a la deshidratación

Etapa de enfriamiento

Transcurrido el tiempo calculado para deshidratar las manzanas, se expulsan las bandejas y se dejan a temperatura local, hasta que estén listas para su procesamiento.

Clasificación y envasado

La clasificación precisa asegura que las frutas deshidratadas sean de calidad, permitiendo satisfacer las expectativas del mercado. El envasado de frutas deshidratadas tiene como objetivo proteger los productos factores ambientales que podrían afectar su calidad y vida útil.

Mecanismos de transferencia de calor

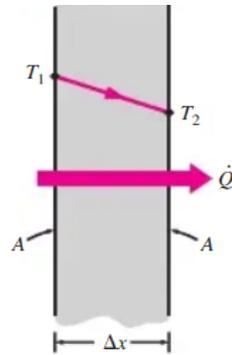
Mediante procedimientos físicos denominados mecanismos de transferencia de calor, la energía térmica se traslada de un lugar a otro.

Conducción

La conducción es la "transferencia de energía de las partículas T1 más energéticas de una sustancia a las partículas T2 adyacentes menos energéticas", y puede tener lugar en sólidos, líquidos o gases. (YUNUS A. & AFSHIN J., 2011, pág. 17)

Figura 3

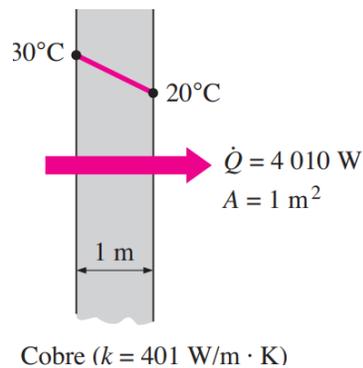
Conducción de calor



Nota. La diferencia de temperatura T , el espesor x , el tipo de material y la superficie A , requerida para que se dé la tasa de transferencia de calor " Q ". Tomado de (YUNUS A. & AFSHIN J., 2011, pág. 18)

Figura 4

Conductividad térmica del cobre



Nota. La capacidad de un material para conducir calor está determinada por su conductividad térmica, la cual está representado por la constante de velocidad k . (YUNUS A. & AFSHIN J., 2011, pág. 18)

Figura 5

Conductividad térmica de materiales a temperatura ambiente

Material	k , W/m · °C*
Diamante	2 300
Plata	429
Cobre	401
Oro	317
Aluminio	237
Hierro	80.2
Mercurio (l)	8.54
Vidrio	0.78
Ladrillo	0.72
Agua (l)	0.607
Piel humana	0.37
Madera (roble)	0.17
Helio (g)	0.152
Caucho suave	0.13
Fibra de vidrio	0.043
Aire (g)	0.026
Uretano, espuma rígida	0.026

*Multiplíquese por 0.5778 para convertir a Btu/h · ft · °F.

Nota. La siguiente tabla nos indica los datos de conductividad térmica k de ciertos tipos de materiales (YUNUS A. & AFSHIN J., 2011, pág. 20).

Convección

Se trata del traspaso de energía entre una superficie de tipo sólida y un líquido o gas. Por lo que el movimiento del fluido puede ser forzado o por convección natural, o puede ser arrastrado por el viento. (YUNUS A. & AFSHIN J., 2011)

Convección forzada

Es un proceso de transmisión de calor que se genera mediante la circulación de aire previamente calentado mediante un dispositivo externo, como un ventilador o una bomba.

Figura 6*Convección forzada*

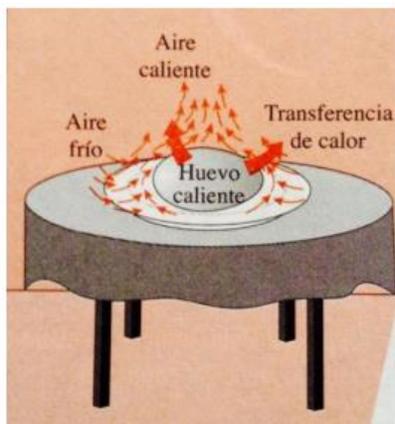
Nota. La convección forzada puede controlarse y ajustarse mediante la regulación de la velocidad del flujo del fluido, ya sea mediante el control de la velocidad del ventilador. Tomada de (TRANSFERENCIADE CALOR Y MASA, 2011, pág. 26)

Convección natural

El aire se mueve entre el líquido y la superficie de esta manera. Por lo que este movimiento es causado por las diferentes densidades del aire, donde el aire liviano es sustituido por el aire pesado. (TRANSFERENCIADE CALOR Y MASA, 2011, pág. 26)

Figura 7

Convección natural



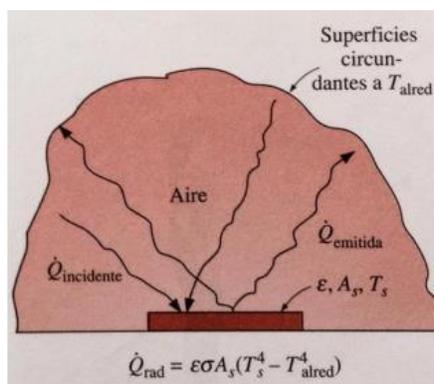
Nota. Tomado de (TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA, 2011, pág. 26)

Radiación

Se trata del método de transposición, de energía térmica que no requiere un medio material para propagarse a través de ondas electromagnéticas (YUNUS A. & AFSHIN J., 2011, pág. 28)

Figura 8

Transferencia de calor por radiación



Nota. La emisión y absorción de energía radiante por parte de objetos como el sol, forman la base de la radiación térmica. (YUNUS A. & AFSHIN J., 2011, pág. 28)

Curvas de secado

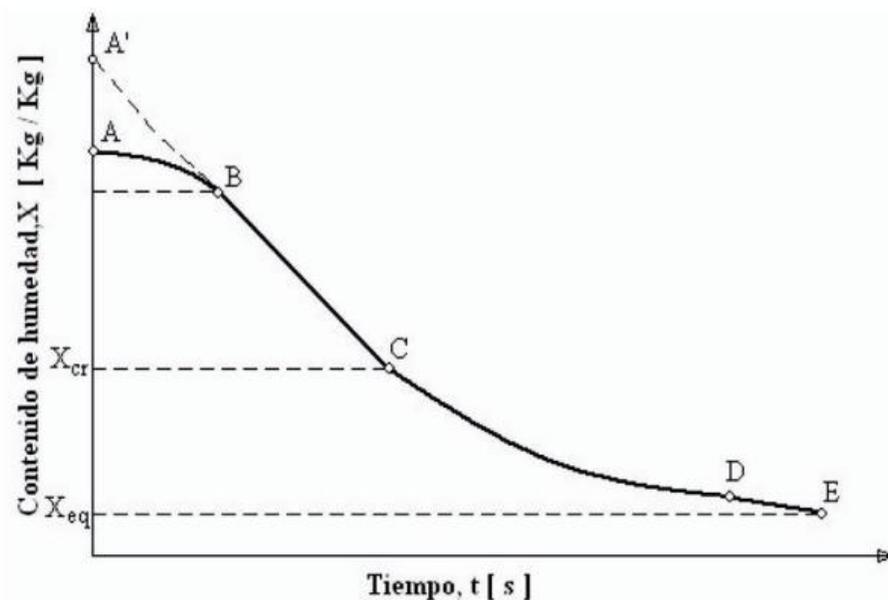
Curva de humedad vs tiempo

Las condiciones del proceso de secado, en el que se determina el contenido de humedad a lo largo del tiempo, se representan en la siguiente curva.

La curva A-B muestra el cambio en el contenido de humedad del material durante el primer período de secado. El proceso de secado continúa hasta llegar al punto crítico (estimación C), donde la línea tiende a curvarse y es asintótica a la humedad X_{eq} , donde el valor de humedad es mínimo durante el secado, es decir, no toca el punto E. El proceso de secado no cambia durante esta etapa 1 porque la velocidad de secado es constante (curva B-C), la línea (B-C) se denomina período del número constante de secado tasas, y la siguiente etapa de secado se llama la tasa de descomposición (Dávila, 2004)

Figura 9

Curva de humedad vs tiempo



Nota. Tomada de Bibliotecas UDLAP por Dávila Nava, 2004, pag 68

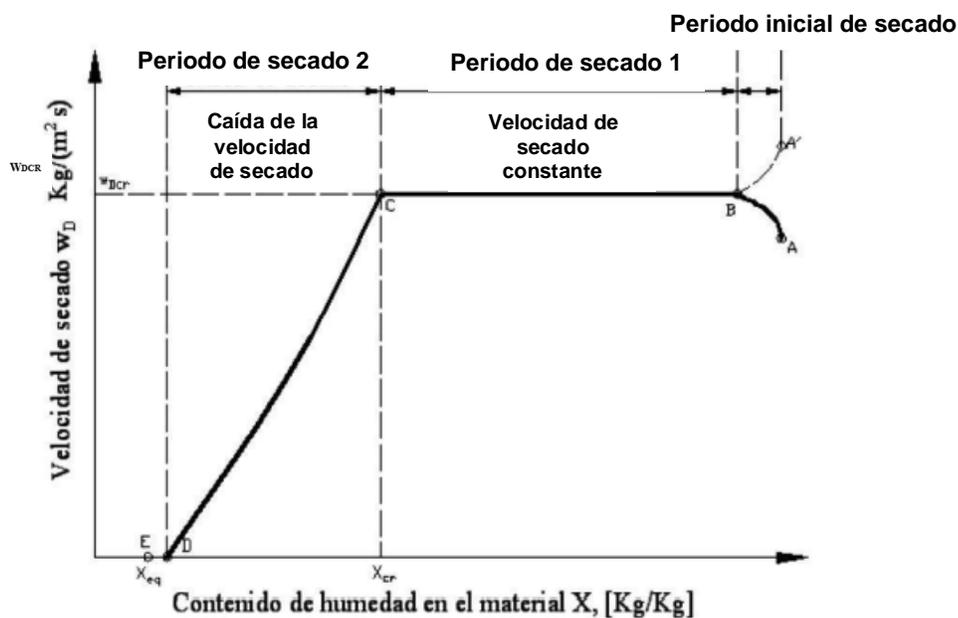
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/capitulo4.pdf

Curva de velocidad de secado

La explicación referente a la curva de secado, tiene que ver con el fenómeno de intercambio de calor en masa. Antes de que el material se seque, tiene una fina capa de líquido que cubre su superficie, lo que puede interpretarse como humedad no ligada, libre o capilar. La tasa de evaporación se puede expresar como el coeficiente de transferencia de masa y la humedad del aire cuando algo se expone al aire, teniendo en cuenta la resistencia a la penetración de masa, las condiciones externas y una capa de gas circulante que limita la tasa de secado. (Dávila, 2004)

Figura 10

Curva velocidad vs humedad en el material



Nota. Tomada de Bibliotecas UDLAP por Dávila Nava, 2004, pag 69

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/capitulo4.pdf

Contenido de humedad crítica

Se visualiza la alternativa D, de la Fig. 10, aquí es donde termina el paso de secado a velocidad constante, donde la velocidad a la que la humedad se difunde a la superficie del material, la cual determina la rapidez con la que se evapora el agua del material.

Por lo que se debe especificar que E ubicada en la Fig. 10, el secado es cero, equilibrándose la humedad, definida en la relación de humedad y temperatura, la cual es constante.

Parámetros de secado

Tiempo de secado

Se trata de la rapidez y la temperatura de secado, de las condiciones climáticas locales, así como las características del producto, variables que afectarán la deshidratación y humectación del producto terminado.

Temperatura de deshidratación

La alta temperatura y la baja humedad, endurecen la superficie del producto mientras retienen la humedad interna; por lo tanto, la temperatura real de secado del producto oscila entre 50° y 70°. Donde sí la temperatura inicial es demasiado baja, los microorganismos pueden desarrollarse antes de que el producto esté lo suficientemente deshidratado, por lo que cuanto mayor sea la temperatura de cocción de los alimentos, y si es más alta, cocinará los alimentos por fuera, evitando que la humedad se escape del interior. (Cabascango Molina & De la Vega, 2018)

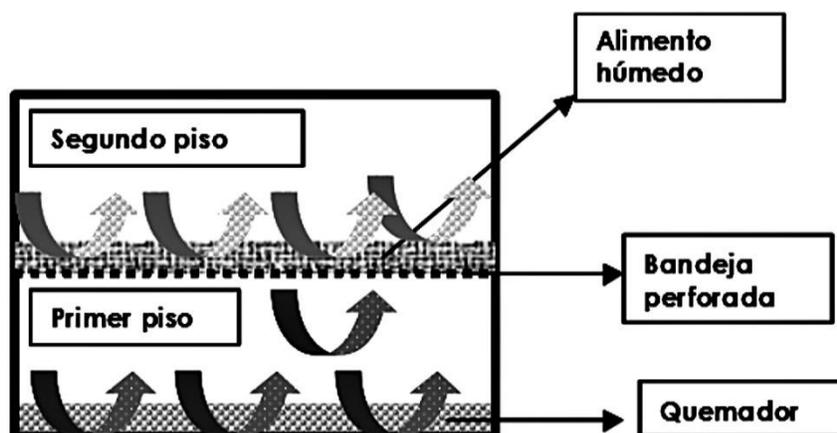
Tipos de deshidratadores mecánicos

Deshidratador de horno o estufa

Uno de los deshidratadores más básicos, tiene dos pisos, y como se puede ver en la imagen, el primer piso es un horno de secado para secar la fruta. El líquido del horno de secado va al secador de convección en el segundo piso. (Maupoey, Andrés, Barat, & Albors, 2016, pág. 20)

Figura 11

Deshidratador de estufa



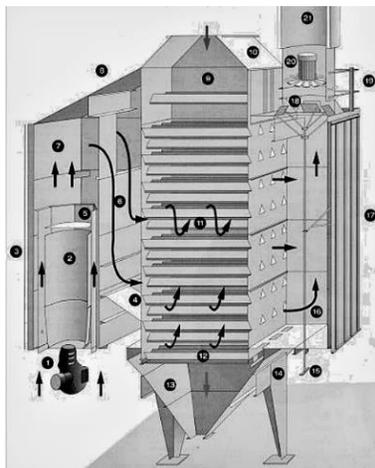
Nota. Tomado de (Maupoey, Andrés, Barat, & Albors, 2016)

Deshidratador de bandejas

Las bandejas de frutas están alojadas en una cámara de secado, como se ve en la Figura 12, que es el diseño básico de este tipo de deshidratador. (Maupoey, Andrés, Barat, & Albors, 2016)

Figura 12

Deshidratador de bandejas



Nota. La capacidad de este deshidratador es de "25 a 50 kg/h con 20 a 50% de eficiencia".

Tomado de (Maupoey, Andrés, Barat, & Albors, 2016, pág. 23)

Deshidratadores eléctricos

El aire recirculado se calienta en la cámara de electrólisis y es movido por un ventilador que se dimensiona de acuerdo con el diseño de rejilla del sistema, lo que permite que el aire fluya a través del aparato y se deshidrate uniformemente todo el lote. (SENSHO, 2021)

Figura 13

Deshidratador eléctrico



Nota. Tomada de (SENSHO, 2021)

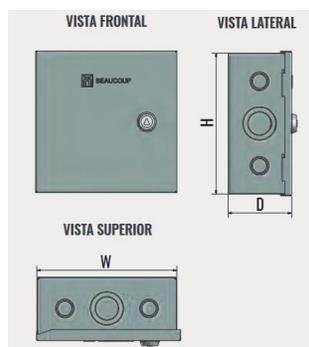
Componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos de una deshidratadora

Gabinete eléctrico

Los gabinetes o cajas de conexiones están diseñados para mantener los componentes eléctricos seguros y protegidos del polvo, la humedad, los impactos físicos y otros factores ambientales que podrían dañarlos, deben estar fabricados en material bajo norma JIS 3141, ASTM A653 G-60. (BEAUCOUP, 2023)

Figura 14

Vistas caja de conexiones



Nota. Caja de paso rapid lock, fondo metálico. Tomada de (BEAUCOUP, 2023, pág. 4)

Resistencia eléctrica tubular

Una resistencia tubular es un elemento calefactor que tiene la forma de un tubo y un alambre de resistencia en su interior. Cuando la corriente fluye a través de la resistencia, los electrones oscilan dentro del material conductor, creando un efecto resistivo en el núcleo.

Ventiladores centrífugos

Se trata de una hélice con palas, que giran rápidamente, la cual sirve como base para este tipo de ventilador. Por lo que el aire compuesto por el movimiento de las aspas, ingresa

por el accesorio con el mismo eje que el rodete es recogido, en la cubierta y sale a mayor rapidez, por el conducto rectangular. El líquido entrante forma un ángulo de 90° con el aire saliente llegando a modelar en función del equipo. Donde su rendimiento varía del 45 y 85%, por la inversión del flujo de fluido. (Echeverri Londoño, 2011, pág. 133)

Ventiladores axiales

Es una hélice con palas que giran rápidamente, que sirve como base para este tipo de ventilador. Por lo que el aire producido, que se da al moverse las aspas, ingresando el flujo de aire, por el accesorio con el mismo eje que el rodete, el cual es recogido en la cubierta del equipo de ventilación, y sale a gran rapidez, ingresando por el conducto rectangular. Donde el líquido entrante forma un ángulo de 90° con el aire saliente, en función del modelo del equipo de la ventilación. Donde la eficiencia de este tipo de ventiladores es del 45 y 85%” debido a la inversión del flujo de fluido. (Echeverri Londoño, 2011, pág. 128)

Relé de estado sólido

Dependiendo del modelo AA, DD o DA, interruptor CA a CA, CC a CC o CC a CA, el relé de estado sólido SSR 40AA es un interruptor electrónico para uso industrial. Cuando se aplica tensión de alimentación a sus contactos de entrada, el relé puede convertir corriente. (UNIT ELECTRONICS, 2011)

Figura 15

Relé de estado sólido SSR



Nota. La siguiente ilustración muestra un modelo de relevador de estado sólido a 40Amp.

Tomado de (UNIT ELECTRONICS, 2011)

Contactor

Un contactor, es un mecanismo electromecánico, utilizada para regular la corriente en un circuito de electricidad. Es comúnmente utilizado en sistemas eléctricos de alta potencia, como motores, máquinas industriales y sistemas de iluminación, permitiendo o interrumpiendo el flujo de corriente en el circuito de potencia. (AREA TECNOLOGICA, 2000)

Figura 16

Contactor y simbología



Nota. Los contactos A1 y A2 indican la conexión de la bobina, mientras que 1-2, 3-4 y 5-6 especifican los contactos del circuito de alimentación. Tomado de (AREA TECNOLÓGICA, 2000)

Interruptor termo magnético

Sirve como protección contra sobrecargas y cortocircuitos en instalaciones eléctricas, combina las capacidades de un interruptor magnético y un interruptor térmico en un solo mecanismo. (José Luis R., 2017)

Figura 17

Disyuntor termo magnético



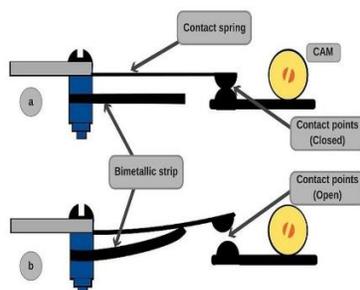
Nota. La curva C, se emplea para determinar el tiempo de respuesta del interruptor a una corriente específica. Tomado de (José Luis R., 2017)

Control Termostato

Los termostatos bimetalicos KSD302/KSD301 son dispositivos de control de temperatura que utilizan dos metales con diferentes coeficientes de expansión térmica para abrir o cerrar un circuito eléctrico en respuesta a cambios de temperatura. Estos termostatos son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones, desde electrodomésticos hasta sistemas de calefacción y refrigeración. (HEATER, 2020)

Figura 18

Termostato bimetálico



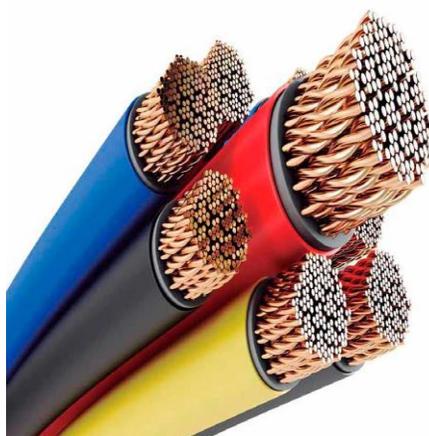
Nota. La siguiente figura muestra las partes de un termostato bimetálico. Tomado de (HEATER, 2020)

Cable conductor

Un cable conductor es un componente esencial en sistemas eléctricos y de comunicación. Se utiliza para transportar la corriente eléctrica o transmitir señales entre dispositivos y equipos.

Figura 19

Cable conductor de cobre AWG



Nota. Cable multifilar de cobre. Tomado de (SAB BROCKSKES, 2019)

Figura 20

Medidas de los cables eléctricos

SECCIÓN EN mm ²	CALIBRE (AWG)	CONSUMO DE CORRIENTE	USOS
25 mm ²	4	Muy alto	Aires acondicionados centrales y equipos industriales..
16 mm ²	6	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
10 mm ²	8	Medio alto	Frigoríficos y secadoras.
6 mm ²	10	Medio	Microondas y licuadoras.
4 mm ²	12	Medio bajo	Iluminación
2.5 mm ²	14	Bajo	Lámparas
1.5 mm ²	16	Muy bajo	Termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

Nota. La siguiente figura indica el calibre de cable y uso. Tomado de (MKT, 2021)

Pulsadores

Los pulsadores, también conocidos como interruptores de botón o interruptores momentáneos, son dispositivos electromecánicos utilizados para controlar circuitos eléctricos al activar o desactivar una función específica de manera momentánea. (electronicaembajadores, 2022)

Figura 21

Pulsadores de marcha y paro



Nota. Dos pulsadores independientes rojo normalmente cerrado (NC), verde normalmente abierto (NO). Tomado de (electronicaembajadores, 2022)

Luces piloto

Las luces piloto, también conocidas como indicadores luminosos o luces de señalización, son dispositivos utilizados para mostrar visualmente el estado o la operación de un circuito, equipo o sistema. (electricoindustrial, 2021)

Figura 22

Señalización luces piloto



Nota. Tomado de (electricoindustrial, 2021)

Lana de fibra de vidrio

Este elemento se utiliza en la construcción y aislamiento de hornos, especialmente en aplicaciones de hornos de uso doméstico o comercial de menor temperatura, como hornos de cocina o cámaras de secado. (okorder, 2010)

Figura 24

Rollo de fibra de vidrio



Nota. Lana de vidrio para Aislamiento térmico. Tomado de (okorder, 2010)

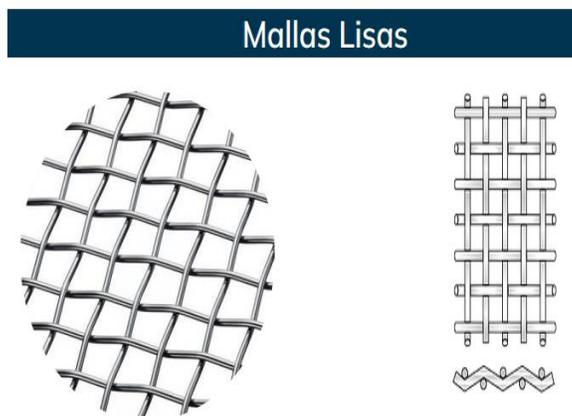
Malla de acero inoxidable

Está fabricada con alambre de acero inoxidable, se caracteriza por su resistencia a la corrosión, durabilidad y capacidad para soportar condiciones ambientales adversas.

Consisten en alambres o barras preengarzados y entrelazados en una tela fina, están hechos de alambre con un diámetro de 0,025 mm a 2,5 mm, de malla cuadradas, la tela puede tener mayor o menos estabilidad, consistencia y superficie plana, dependiendo del uso, es importante tener en cuenta la cantidad de pliegues de alambre, así como su profundidad y espaciado. (REPERMETAL, 2021)

Figura 25

Mallas de Acero Inoxidable



Nota. Mallas Metálicas Inox 304. Tomada de Mallas de Acero Inoxidable por REPERMETAL, 2021, <https://repermetal.com.ec/mallas-acero-inoxidable/>

Láminas de acero inoxidable

Sus características, incluye su resistencia al deterioro y el requisito de que el cromo represente al menos el 11 % de su composición, por lo que el acero inoxidable se utiliza ampliamente en las industrias alimentaria, médica y farmacéutica. (Padilla, 1999, pág. 1)

Acero Inoxidable Austenítico

Es una aleación de elementos químicos, conocidos como el hierro, el cromo, el níquel y el carbono con menos de 0.10% de contenido de carbono. La aleación que mejor representa a este grupo es el acero inoxidable AISI 304 (19% Cr - 10% Ni). El cual es ampliamente utilizado en las industrias química, alimentaria y médica y tiene buena resistencia a la corrosión atmosférica. (Padilla, 1999, pág. 3)

Figura 26

Aceros inoxidables austeníticos.



Nota. El acero inoxidable austenítico constituye el 65% del material utilizado, del cual se emplea comúnmente el acero inoxidable AISI 304 que pertenece a este grupo de aceros inox.

Tomada de (AREA TECNOLOGIA)

Soldadura en acero Inoxidable

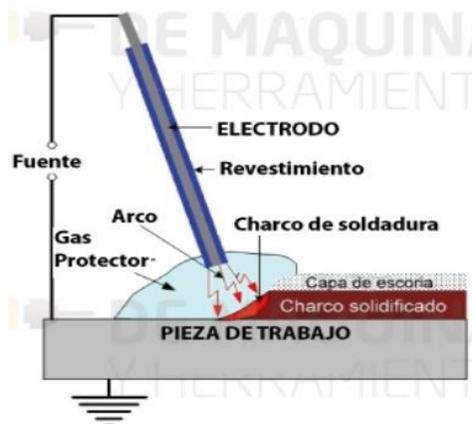
Los procesos de junta más comunes para el acero inoxidable son:

Soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW)

Una de estas técnicas es la fusión por arco SMAW, en la que el calor del arco eléctrico que forma la unión entre el metal base y el aglutinante, se recubre con una sustancia química con una composición adecuada. (DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS, 2013)

Figura 27

Soldadura SMAW



Nota. La siguiente figura indica el procedimiento de soldadura SMAW. Tomado de ¿Qué es la Soldadura SMAW? por Maquinas Y Herramientas, 2013, <https://www.de máquinas y herramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>

Tipo de electrodo

El electrodo 308L se usa para soldar acero AISI grados 304L y 308L, que se puede usar en una variedad de condiciones corrosivas sin tratamiento térmico posterior a la soldadura.

(Ibarra, Núñez, & Huerta, 2010, pág. 52)

Figura 28

Amperajes recomendados

AMPERAJES RECOMENDADOS									
Cod. SAP	Ref. AWS	Ref. Prov.	Diam. Electrodo		Long. Electrodo mm	Amperaje		Electrodo x kg aproximad o	Kg/Caja
			pulg	mm		min	max		
2000325	E 308 L	E 308 L	3/32	2,4	300	60	90	59	25
2000326	E 308 L	E 308 L	1/8	3,2	350	80	120	31	25
2000327	E 308 L	E 308 L	5/32	4	350	120	150	21	25
2000153	E 308 L	E 308 L	3/16	4,8	350	150	190	10	25
2002060	E 308 L	E 308 L (1Kg)	1/8	3,2	350	80	120		25
2001741	E 308 L	E 308 L (1Kg)	3/32	2,4	300	60	90		25

Nota. La siguiente ilustración indica el amperaje adecuado para el electrodo 308L. Tomado de Manual de Aceros Inoxidables para Soldadores por Mauricio Ibarra Echeverria, 2010, <https://www.indura.com.ec/Web/Contenido/Search?paild=4&arneld=0&catId=0&menu=corporate&tags=ELECTRODOS%20PARA%20ACEROS%20INOXIDABLES>

Capítulo III

Desarrollo del tema

Es importante elegir cuidadosamente los componentes de la máquina y describir las características de cada componente para construir una secadora de alimentos efectiva que tenga en cuenta todos los procesos y mecanismos que operan en el producto.

Criterio de elección de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos

Criterio de selección de elementos eléctricos

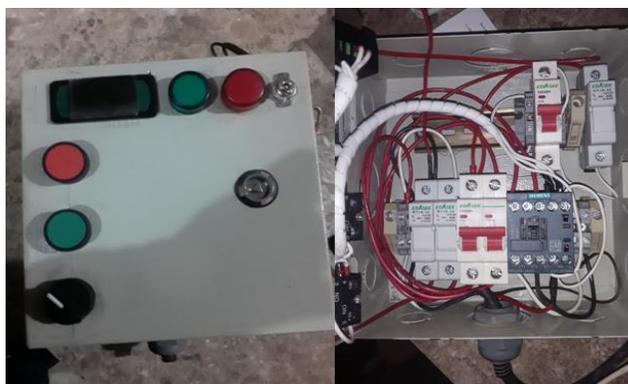
Los elementos eléctricos que componen la máquina son los encargados de alimentar el sistema, además de aportar una protección a nuestro equipo en caso de una falla eléctrica, salvaguardando la integridad de la máquina y del operario.

Caja de paso rápido INEN IEC 62208

La norma IEC 62208 se refiere a que son utilizadas en instalaciones eléctricas. Estas cajas permiten una conexión rápida y segura para garantizar un correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas.

Figura 29

Tablero de control



Nota. Caja de conexiones para panel de control

Figura 30

Rapid Lock fondo metálico

CÓDIGO	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (mm)			PESO APROX. (kg.)
			ALTO (H)	ANCHO (W)	PROF. (D)	
I-0221	CRL-15	Caja de paso rapid lock.	150	150	90	0.7
I-0222	CRL-20	Caja de paso rapid lock.	200	200	90	1.1
I-0223	CRL-25	Caja de paso rapid lock.	250	250	100	1.6
I-0224	CRL-30	Caja de paso rapid lock.	300	300	100	2.1

Nota. Características de caja de conexiones Rapid Lock seleccionada. Tomado de (BEAUCOUP, 2023, pág. 5)

Se escoge una caja de paso rápido **CRL – 20** para el montaje de los diferentes dispositivos eléctricos y electrónicos en el panel de control.

Térmico bipolar

Para determinar el amperaje del enchufe magnético dipolo. La corriente del interruptor termo magnético será igual a la corriente del circuito más un 12,5% (porcentaje añadido para proteger contra sobrecarga en el circuito):

Ecuación 1

Cálculo de corriente nominal de la Resistencia Eléctrica

Datos.

Potencia: 3000 W

Voltaje de alimentación: 220 VAC

$$P = V * I$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3 \text{ KW}}{220 \text{ V}}$$

$$I = 13.63 \text{ A}$$

Amperaje de la resistencia: **13.63 A**

Ecuación 2

Cálculo de corriente nominal del Ventilador

Datos.

Potencia: 30 W

Voltaje de alimentación: 220 VAC

$$I = \frac{30 \text{ W}}{220 \text{ V}}$$

Amperaje del ventilador: **0.13 A**

Amperaje TOTAL: (13.63 + 0.13) * 1.25 Fs = 17.2 A

Por lo tanto, el contenido de un interruptor automático, para transportar corriente para circuitos totalmente nominales, delimitados de 3030 watts → 3.30 KW debería ser mayor o igual a 17.2 amperios por lo cual se recomienda comprar uno de 20 amperios de valor comercial.

Figura 31

Térmico Bipolar C20



Nota. Fotografía del térmico bipolar.

Tabla 1

Características del Térmico bipolar C20 seleccionado

Especificaciones	Descripción
Marca	EBASEE
Modelo	EBS6BN
Número de polos	2P
[In] Corriente nominal	20 A
Tensión nominal	415 VCA 50/60 Hz
Norma	IEC60898

Nota. Características de fábrica del interruptor termo magnético de potencia.

Se seleccionó el siguiente térmico bipolar en nuestro panel de control como protección a sobrecargas o cortocircuitos.

Relay MK2P-I 220 VAC

Para la selección de un contactor eléctrico que será utilizado para controlar el suministro de energía a un circuito o sistema se toma en cuenta el valor de corriente nominal de la carga conectada, el cual en este caso es similar al cálculo del térmico bipolar C20.

$$\text{Amperaje TOTAL: } (13.63 + 0.13) * 1.25 \text{ Fs} = 17.2 \text{ A}$$

El tamaño del contactor corresponde a la potencia del motor o la carga a controlar bajo condiciones de operación específicas.

Figura 32

Relé de 8 pines



Nota. Fotografía del relé MK2P-I de 8 pines seleccionado.

Tabla 2

Características del contactor de potencia

Descripción	
Marca	CNC
Modelo	MK2P-I
Numero De Polos	2P
Relevador De Potencia	AC-3 15A, 2 NA, 2NC
Alimentación	230 VAC 50/60 Hz
Vida Útil Mecánica:	3 X 10 ⁷ Operaciones

Ya seleccionado el relay bien dimensionado el código del contactor es: MK2P-I el cual satisface nuestras necesidades.

Criterio de selección de fusibles seccionador STI

Los portafusibles seccionales ofrecen protección contra sobrecargas y cortocircuitos, su función es la de aislamiento y no deben utilizarse como interruptores. 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:

(Ic) la corriente de carga nominal del circuito

(K) factor de corrección del fusible 1.25%

(In) es la corriente nominal del fusible que soporta antes de su ruptura.

Ecuación 3

Corriente nominal del fusible

$$K = I_n / I_c$$

$$I_n = I_c * K = 17.2 * 1.25\% = 19.35 \cong 20 A$$

Por lo tanto, se deberá seleccionar una porta fusible STI y fusible 10*38 de 20 amperios de valor comercial.

Figura 33

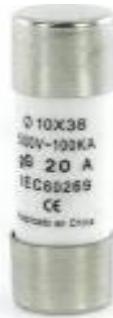
Portafusibles 10x38s



Nota. Fotografía del Portafusibles 10x38s seleccionado.

Figura 34

Fusibles de 20 A



Nota. Fotografía del fusible seleccionado.

Riel Din

Se seleccionó el riel DIN ya que son utilizados para montar dispositivos eléctricos y electrónicos en un panel o una caja de control, tienen un perfil de forma estandarizada que se ajusta a los soportes de montaje de cada componente eléctrico de control o potencia.

Figura 35

Riel Din 35 mm x 1m



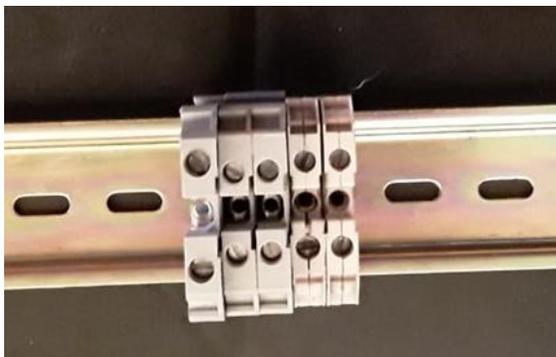
Nota. Fotografía del riel Din seleccionado.

Borneras para riel din

Conectan eléctricamente dos conductores de cobre, atados o no, ya sean duros o blandos., permitiendo una mayor fijación de los conductores al momento de realizar el cableado eléctrico de control o potencia.

Figura 36

Borneras de conexión



Nota. Fotografía de borneras de conexión seleccionada.

Tabla 3

Características de borneras seleccionadas

Borneras Para Riel Din 35 mm	
Material	Poliamida
Voltaje Máximo	600 Vac
Amperaje	30 A, 25 A
Calibre	10, 12 Awg
Función	Fase

Nota. La tabla muestra las características de las borneras.

Se seleccionó borneras de conexión, terminales tipo U y tipo Pin para cable conductor de calibre 10 y 12 AWG

Selección del botón de encendido y apagado

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 220V

Ecuación 4

Cálculo de los botones encendidos y apagados

$$P = V * I \rightarrow P = 220V * 3A = 720W$$

La corriente máxima permitida en la botonera con señalización es 720W

Figura 37

Pulsadores de marcha y paro marca chint



Nota. Fotografía de pulsadores marcha paro.

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

Selector camscro 2 posiciones

Para la selección de un selector de 2 posiciones se tuvo en cuenta la funcionalidad del sistema el cual nos permite controlar el encendido y apagado.

Figura 38

Selector SKOS-ED21 (NA)



Nota. La ilustración muestra el tipo de selector seleccionado.

El cálculo al igual que los pulsadores es el mismo y se lo realiza de la siguiente manera:

$$P = V * I \rightarrow P = 220V * 2A = 440W$$

Luces piloto

La señalización de nuestra máquina se realiza mediante, el uso de la luz indicadora IEC 60204-1, que especifica códigos de color para botones e indicadores iluminados. Luz roja: paro de emergencia por daño o error del sistema.

Luz verde: puesta en marcha de nuestro sistema bajo condiciones normales.

Figura 39

Luces piloto marca chint



Nota. Fotografía luces para señalización marcha paro

Ecuación 5

Calculo para selección de luces piloto

$$P = V * I \rightarrow P = 220V * 20mA = 44W$$

Ventiladores

Para la selección del ventilador, se utilizó uno de marca ELCO el cual satisface las necesidades de ventilación para una carga de 10 kg de alimento a deshidratar por aire forzado.

Figura 40

Motor Ventilador Elco



Nota. Fotografía de un ventilador marca Elco a 220vac

Tabla 4*Especificaciones técnicas del ventilador*

	Descripción
Marca	Elcon
Modelo	Motor Elcon 18-30/126915/21t1
Alimentación	208/230 Vac
Frecuencia	50/60 Hz
Potencia	18/73 W
Amperaje	0, 52 A
Revoluciones	1300-1550 Rpm

Nota. La tabla 4, se visualiza las propiedades del ventilador.

Enchufe Cooper P/Gallina

Para la selección de un enchufe eléctrico para conectar electrodomésticos y otros dispositivos a la red eléctrica a través de una toma corriente se debe realizar el cálculo pertinente de las cargas a energizar.

Este enchufe específico posee características especiales para soportar una corriente máxima de 25A y voltaje de operación de 125/250V, requerida por la máquina eléctrica en sus terminales.

Tabla 5*Corriente total del sistema eléctrico*

Carga	Cantidad	Potencia (w)	Potencia Total (w)	Amperaje (A)
Ventilador	1	30	30	0.13
Extractor	1	30	30	0.13
Resistencia eléctrica	1	3000	3000	13.63
Luces piloto	2	44	88	0.44
Total			3.148 W	14.33 A

Nota. La tabla muestra la potencia total consumida de los equipos.

Ecuación 6*Corriente nominal del sistema a plena carga*

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3.148 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 14.33 \cong 15.00 \text{ A}$$

Figura 41*Enchufe cooper pata de gallina*

Nota. La siguiente ilustración muestra el enchufe adecuado una vez realizado el cálculo

Tabla 6*Características Técnicas del enchufe*

Características Técnicas	
Corriente nominal: 20A - 25A Max	125/250VAC
Material del cuerpo: Hierro Galvanizado	
Material de la cubierta: PVC	
Material de los contactos: Bronce	

Nota. La tabla 6, indica las propiedades del enchufe

Para la selección del enchufe adecuado que alimentara el sistema eléctrico de la máquina se calculó la potencia total del sistema y por resultado se obtuvo una corriente total de 15 A, ajustándose perfectamente al rango de operación del enchufe.

Resistencias eléctricas

La energía eléctrica se convierte en calor por resistencia, disipado por el flujo de electrones a lo largo de la resistencia, su composición es una Aleación de Níquel-Cromo (NiCr), se utiliza en equipos como calentadores eléctricos debido a su alta resistividad.

Figura 42*Resistencia Eléctrica*

Nota. Visualiza la resistencia eléctrica de calentamiento

Tabla 7

Características técnicas de la resistencia eléctrica seleccionada

Resistencia Térmica	
Energía	3000 W
Voltios	220 VAC
Materia prima	Níquel-Cromo NiCr 60:15

Nota. A continuación, se visualizan las propiedades técnicas de la resistencia eléctrica.

La selección de esta resistencia Niquelina fue porque su alta resistividad lo hace ideal para implementar dentro de la deshidratadora como parte del sistema de calefacción debido que soporta hasta 1000 °C de temperatura, este rango vario dependiendo del porcentaje de níquel en la aleación, el porcentaje de cromo por su parte nos indica su resistencia a la oxidación y la corrosión química.

Selección del conductor

Para la instalación eléctrica de control se recomienda utilizar un cable calibre 14 AWG, mientras que para la instalación eléctrica de potencia se debe utilizar un cable calibre 10 AWG con certificación SPT o TW, con protección termo magnética bipolar de 20 A.

Se seleccionó el mejor conductor para la instalación eléctrica de acuerdo a la tabla de amperaje de conductores AWG según el nivel de corriente que transportará el conductor hacia la carga.

Figura 44

Tabla De Conductores AWG

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A		
8 AWG	40 A	50 A	55 A	18 AWG	10 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A		
4 AWG	70 A	85 A	95 A	16 AWG	13 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A		
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	14 AWG	18 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A	12 AWG	25 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

Nota. La figura indica el conductor eléctrico de cobre escogido. Tomado de (SAB BROCKSKES, 2019)

Consumo energético de la máquina deshidratadora

Para una máquina deshidratadora de 3.000 watts, que es utilizada 6 horas por día, durante 30 días del mes.

Para un deshidratador de 3000 W, el cual es utilizado 6 horas al día, 30 días al mes.

Ecuación 7

Cálculo de consumo energético

$$3000 \text{ w} * 6 \text{ horas} * 30 \text{ días}$$

$$\text{CONSUMO} = 540 \text{ Kwh} / \text{mes}$$

9,2 centavos de dólar por cada Kilovatio-hora

$$540 \text{ Kwh} * 9.2 = 4968 \text{ (¢USD/KWh)}$$

$$4968 / 100 \text{ ¢} \rightarrow 49,68 \text{ USD}$$

Criterio de selección de elementos electrónicos

Son componentes electrónicos, encargados de la parte de control del sistema, su consumo energético es mínimo y utilizamos alimentación DC a partir de la conversión de AC → DC para energizarlos.

Microcontrolador MT-512E 2HP

Este micro controlador se usa en aplicaciones de calefacción y refrigeración, censa hasta 200°C con el sensor sb-59, el cual viene incluido en el equipo, dentro del controlador incluye un relé de 16 a para cargas de hasta 2 hp, posee un “Timer” que es interno para la programación del tiempo de refrigeración y deshielo.

Figura 45

Microcontrolador MT-512E2HP

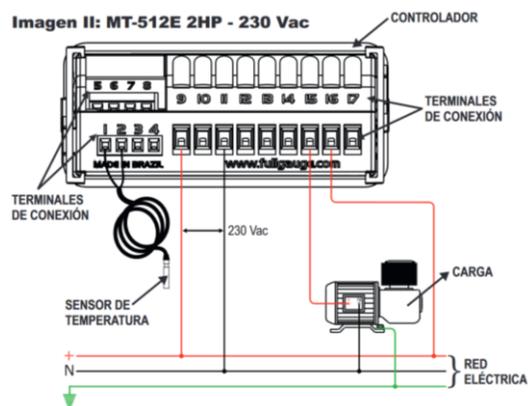


Nota. El siguiente microcontrolador puede ser configurado para utilizarse en procesos de calefacción y refrigeración. Tomado de (fullgauge, 1985)

Diagrama Esquemático

Figura 46

Conexiones MT-512E 2HP



Nota. La siguiente fotografía de manual muestra una correcta conexión del equipo.

Este modelo de microcontrolador nos permitirá controlar de manera eficaz la temperatura de calefacción de nuestra deshidratadora.

Sensores de temperatura SB-59

Se tratan de dispositivos con cable de silicona, protegido de acero inoxidable.

Figura 47

Sensores de temperatura SB-59



Nota. La ilustración muestra el sensor de temperatura con un rango de operación entre -50°C a 200°C .

Criterio de selección de elementos mecánicos

Diseño de la cámara de secado en SolidWorks

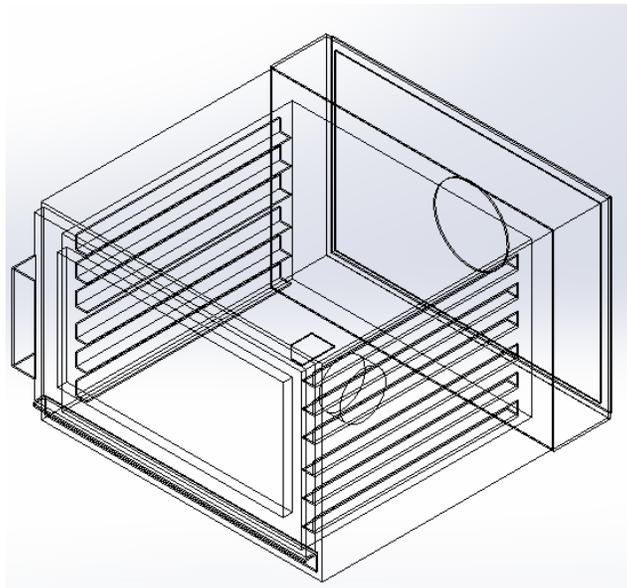
Para la deshidratación del producto húmedo, se tiene en cuenta el diseño de la cámara de secado. Bajo este criterio se establece el material a utilizar para la estructura de la cámara de secado, soporte de las bandejas y el espaciamiento entre ellas para asegurar un correcto flujo de aire.

Dimensionamiento de cámara deshidratadora

Al determinar el tamaño de la máquina, considerando sus requisitos de espacio, así como los 10 kg de alimento de entrada, que se desea deshidratar en una variedad de frutas, cada una cortada en rodajas con un grosor de 4 a 6 mm por rebanada.

Figura 48

Estructura Maquina Deshidratadora



Nota. El siguiente diseño realizado en solidworks, será la estructura a ensamblar.

Tabla 8*Dimensiones de la máquina deshidratadora*

Material de la Cámara interna	Acero inoxidable mate 304
Material de la estructura externa	Acero brillante inoxidable 430
Dimensiones de la cámara interna	H=335 mm x A=520 mm x L=500 mm
Dimensiones de la cámara externa	H=410 mm x A=610 mm x L=610 mm
Numero de bandejas	4 Bandejas
Distancias entre bandejas	35 mm

Nota. La tabla 8 visualiza las medidas y la materia a utilizar en la construcción de la deshidratadora.

Para permitir el flujo de aire, los códigos de construcción de bandejas recomiendan un espacio de 40 mm entre las bandejas. (Perry & Green, 2001).

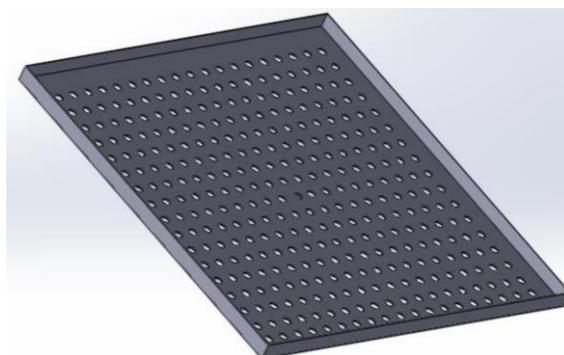
Diseño de Bandejas en SolidWorks

La siguiente figura muestra las dimensiones de las bandejas:

Tabla 9*Dimensiones de la bandeja de secado*

Material	Largo (mm)	Ancho (mm)
Malla inox 304 Mesh #16 Hilo 0.40mm, apertura 1.19mm	410 mm	510 mm

Nota. A continuación, se indica las medidas y la materia útil para la construcción de bandejas.

Figura 49*Bandeja perforada*

Nota. El diseño realizado en solidworks es un modelo aproximado a ensamblar.

Diseño de soporte de máquina deshidratadora en SolidWorks

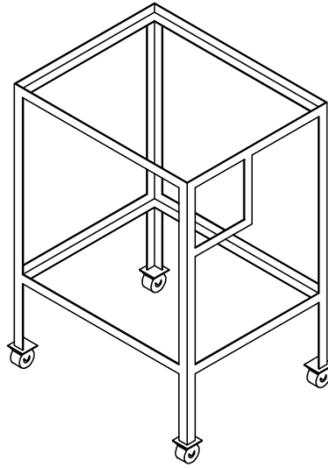
El soporte tiene como función mantener fija la estructura de la máquina deshidratadora además será el lugar en donde colocaremos el panel de control, el diseño previo al ensamble tiene las siguientes dimensiones que se muestra en la siguiente:

Tabla 10*Dimensiones de soporte mesa*

Material	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Perfil ángulo laminado 25x25x3mm	475	580	770

Figura 50

Soporte base para deshidratadora



Nota. La siguiente figura indica una forma del soporte.

Selección de láminas de Acero inoxidable

Para la selección de las láminas de Acero inoxidable se tuvo en cuenta las condiciones térmicas a las cuales va a estar sometida la estructura a ensamblar.

Acero brillante inoxidable 430

Se ha seleccionado una lámina de acero inoxidable 430 como material para la estructura externa de la maquina deshidratadora, su composición es una aleación de acero con un contenido de cromo del 16 al 18% y un contenido de carbono bajo. Es comúnmente utilizado en la manufacturación de accesorios de cocina, fregaderos, equipos de procesamiento de alimentos, tuberías, paneles de automóviles, piezas de electrodomésticos y otros productos de uso general.

Figura 51

Acero inoxidable 430



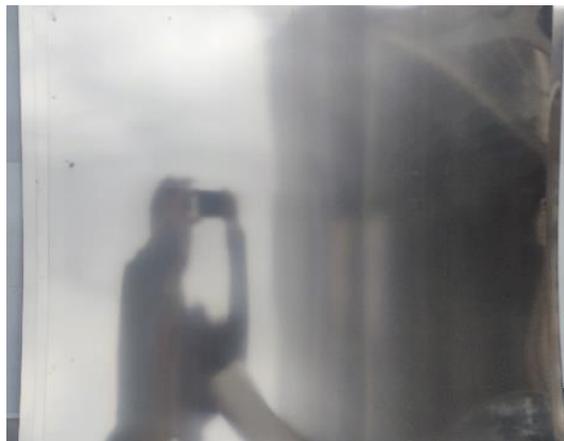
Nota. Fotografía plancha acero inox

Acero inoxidable mate 304

Se trata de una aleación de acero, que contiene un porcentaje de cromo del 18 al 20%, de níquel del 8 al 10.5%. La cual también contiene una cantidad mínima de carbono y otros elementos como el manganeso y el silicio se usa en una industria, incluyendo la fabricación de equipos de procesamiento de alimentos, productos químicos, equipos médicos, utensilios de cocina.

Figura 52

Acero inoxidable 304



Nota. Fotografía de plancha de acero inox

Perfil ángulo laminado

Se ha seleccionado un perfil ángulo laminado de acero se utiliza comúnmente en aplicaciones estructurales, construcción, fabricación de muebles y muchas otras áreas donde se requiere resistencia y estabilidad.

Ruedas giratorias

Se ha seleccionado 4 ruedas para facilitar el movimiento y la accesibilidad del aparato permitiendo que se deslice suavemente sobre el suelo para facilitar la limpieza o el desplazamiento del electrodoméstico a otra ubicación.

Programación de funciones de calefacción del controlador MT-512E 2HP

Panel de control

El panel de controles tiene un selector para el encendido y el apagado, un relé que se activa una vez se halla programadas ambas variables, como son el tiempo y la temperatura deseada. El control de temperatura bloquea el calentamiento cuando se supera la temperatura elegida, y una protección térmica en caso de alcanzar temperaturas mayores a 70 °C

Ajustes de funciones y parámetros del microcontrolador

Presionando simultáneamente las teclas se accede a la función [F01], ↓↑o por el menú facilitado Tecla **Flatec**.

- Al aparecer [F01] presione tecla **SET**
- Use las teclas ↓↑ para entrar con el código de acceso [123] presione **SET**.
- Utilice las teclas ↓↑ para seleccionar las demás funciones disponibles.
- Seleccione la función [F04] - Mínimo setpoint permitido al usuario, utilizando las teclas ↓↑ seleccionamos 25°C y presione **SET** para elegir y regresar al menú de funciones.

- Seleccione la función [F06] - Diferenciando de control (histéresis): Esta es la diferencia de temperatura entre el encendido y el apagado del enfriador. (o calefacción), utilizando las teclas ↓↑ seleccionamos 2°C y presione **SET** para elegir y regresar al menú de funciones.
- Seleccione la función F07 - Modo de operación - Permite seleccionar el modo de operación del controlador: [0] Refrigeración, [1] Calefacción, utilizando las teclas ↓↑ seleccionamos [1] y presione **SET** para elegir y regresar al menú de funciones.
- Presione **SET** (toque prolongado hasta) para salir del menú y volver al estado predeterminado de la pantalla de temperatura [----].

Configuración del set point

Para la configuración del set point seguimos los siguientes pasos:

Pulsamos la tecla **SET** durante 5s

Seleccionamos la temperatura deseada utilizando las teclas ↓↑ ajustamos el valor de temperatura 58.5 °C

Para salir del menú y volver al funcionamiento normal (visualización de la temperatura), presione SET (toque largo) hasta que se muestre [----].

Análisis de resultados

En función de los resultados de la deshidratación, de las frutas y verduras cortadas en rodajas sobre la bandeja, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 11*Proceso de deshidratación en frutas*

Fruta	Preparación	Temperatura	Tiempo (horas)
Manzana	Lavar, cortar en rodajas, grosor de 5 – 8mm	52-63°C (135-145°F)	6-8 horas
Plátano	Pelar, cortar en rodajas o a lo largo, grosor ½ cm	52-63°C (135-145°F)	8-10 horas
kiwi	Lavar, cortar en rodajas, grosor de 5 – 8mm	52-63°C (135-145°F)	6-8 horas
Fresa	Lavar, cortar en rodajas, grosor ½ cm	45-54°C (120-130°F)	8-10 horas
Piña	Pelar, retirar el centro de la piña y cortar en rodajas, grosor ½ cm	45-54°C (120-130°F)	8-12 horas
Mangos	Cortar en trozos, grosor 6 mm	54-60°C (130-140°F)	10-12 horas

Figura 55*Deshidratación de 5 kg de manzana*

Nota. La siguiente fotografía muestra el proceso de deshidratado en 5 kg de manzana a una temperatura de 57 °C, durante 5 horas y 30 min. Elaboración propia

Figura 56

Deshidratación de 5 kg de fresa



Nota. La siguiente fotografía muestra el proceso de deshidratado en 5 kg de fresa a una temperatura de 50 °C, durante 6 horas y 00 min. Elaboración propia

Figura 57

Deshidratación de 5 kg de plátano



Nota. La siguiente fotografía muestra el proceso de deshidratado en 5 kg de plátano a una temperatura de 50 °C, durante 6 horas y 30 min. Elaboración propia

Figura 57

Deshidratación de 5 kg de kiwi



Nota. La siguiente fotografía muestra el proceso de deshidratado en 5 kg de kiwi a una temperatura de 50 °C, durante 6 horas y 30 min. Elaboración propia

Tabla 12

Proceso de deshidratación en vegetales

Vegetales	Preparación	Temperatura	Tiempo (horas)
Zanahorias	Lavar, cortar en rodajas, grosor de 5 – 8mm	57-63°C (135-145°F)	6-8 horas
Cebollas	Pelar, lavar, separar capas de la cebolla y cortar en partes iguales	57-63°C (135-145°F)	8-10 horas
Pimientos	Lavar, retirar las venas y semillas del interior, cortar en bastones, grosor ½ cm	54-60°C (130-140°F)	5 - 8 horas
Apio	Retiramos el tallo, lavamos y cortamos en trozos de 5 cm	54-60°C (130-140°F)	6-8 horas
Espinacas	Retiramos el tallo, lavamos y cortamos en trozos de 5 cm	54-60°C (130-140°F)	6-8 horas

Análisis de costos

A continuación, se realizará un reporte de costos de los componentes constitutivos de la máquina deshidratadora de 10 kg, determinando su factibilidad económica conforme al diseño final posterior al ensamblado.

Construcción de cámara de secado del deshidratador

Tabla 13

Costos de materiales para estructura de cámara de secado

N°	Equipo	Longitud	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Acero inoxidable 304	3x2	m	1	58.25	58.25
2	Acero brillante inoxidable 430	3x2	m	1	49.25	49.25
3	Fibra de vidrio	2x1	m	1	14.50	14.50
4	Vidrio templado reciclado	55x33	cm	1	17.00	17.00
	Horno Mabe					
5	Electrodos E308L	-	kg	1	15.00	15.00
6	Tornillos	-	u	20	0.10	2.00
					TOTAL \$	156.00

Construcción de bandejas

Tabla 14

Costos de materiales para construcción de bandejas y soporte

N°	Equipo	Longitud	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Malla Al 304 Mesh#16 Hilo 0.40mm Apertura 1.19mm, ancho 1 m.	2	m	1	58.25	58.25
2	Acero inoxidable 304	3x2	n	1	-	-
					TOTAL \$	58.25

Construcción de Cámara de calentamiento**Tabla 15***Costos de materiales para construcción de cámara de calentamiento*

Equipo	Monto	Componente	Costo Unitario	Total
Acero inoxidable 304	-	-	-	-
Resistencia Eléctrica 3kw	1	u	25	25
Ventilador Elco 18-30/1269	1	u	20	20
Terminales de conexión tipo O	4	u	0.15	0.60
Fusible Térmico Tipo Moneda 200°C - 16A - 250V	1	u	2.50	2.50
Funda de protección térmica	1	m	3.50	3.50
			TOTAL \$	51.60

Componentes y equipos eléctricos**Tabla 16***Costos de componentes y equipos eléctricos*

Equipo	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Microcontrolador MT-512E	1	u	25	25
2Hp				
Caja de circuitos 30x30x15 cm	1	u	21	21
Relé	1	u	12	12
Breaker bipolar, 20 A	1	u	1.50	1.50
Portafusibles	2	u	1.35	2.70
Fusibles	2	u	0.50	1
Selector de dos Posiciones	1	u	2.25	2.25
Pulsadores	2	u	1.75	3.50
Luz piloto	2	u	1.60	3.20
Riel din	1	u	1.50	1.50
Borneras 10 AWG	4	u	0.35	1.40
Borneras 12 AWG	2	u	0.35	0.70
Prensa estopa	1	u	0.60	0.60
Enchufe cooper pata de gallina	1	u	3.50	3.50
Cable 10 AWG de asbesto para alta Temperatura	2	m	4.50	9.00
Terminales de conexión tipo Pin	10	u	0.12	1.20
Terminales de conexión tipo U	10	u	0.12	1.20
			TOTAL	\$ 91.25

Costo total de elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos

Tabla 17

Costo total de materiales

Maquina deshidratadora	Precio
Costos de materiales para estructura de cámara de secado	156.00
Costos de materiales para construcción de bandejas y soporte	58.25
Costos de materiales para construcción de cámara de calentamiento	51.60
Costos de componentes y equipos eléctricos	91.25
TOTAL \$	357.10

Ensamblaje máquina deshidratadora

Las herramientas básicas que se necesitará para ensamblar la máquina se enumeran a continuación:

Soldadora

Tijeras para metal

Martillo

Desarmadores

Dobladora

Amoladora

Esmeril

Taladro

Brocas para metal

Cuando se ensambla inicialmente, comienza identificando cada elemento que compone la estructura y separándolos entre sí para indicar dónde colocar cada detalle.

Figura 60

Estructura de la cámara exterior



Nota. La figura indica el procedimiento de soldadura MIG de la cámara exterior

Figura 61

Estructura de la cámara interior



Nota. La fotografía muestra la cámara interior donde irán colocadas las bandejas

Figura 62

Doblado de soporte bandejas para (cámara interior)



Nota. La figura indica el procedimiento de doblado para la fabricación de soportes de bandejas que irán colocadas dentro de la cámara interior

Figura 63

Montaje de la cámara deshidratadora



Nota. La siguiente figura visualiza el montaje de la cámara de deshidratación, en su interior se encuentra soldada los ángulos para soporte de bandejas.

Figura 64

Marco para puerta de vidrio templado



Nota. La fotografía muestra la fabricación de un marco para colocar el vidrio templado en nuestra deshidratadora.

Figura 65

Montaje de puerta vidrio templado



Nota. La fotografía muestra el montaje del cámara deshidratador.

Figura 66

Corte de malla inox 304 mesh #16



Nota. La fotografía muestra el corte de malla inox 41x51 cm para la fabricación de bandejas.

Figura 67

Corte de perfil para enmarcar malla



Nota. La fotografía muestra el corte de material 304 inox para la fabricación de marco para bandejas.

Figura 68

Doblado de perfil para bandejas



Nota. La fotografía muestra el doblado de material para la fabricación de un perfil para bandeja, donde ira colocada la malla previamente cortada.

Figura 69

Enmarcado de malla inox 304



Nota. La fotografía muestra el enmarcado para la fabricación de bandejas

Figura 70

Soldadura MIG para bandejas



Nota. Proceso de soldadura MIG una vez enmarcado la malla inoxidable.

Figura 71

Fabricación de estructura para ventilador



Nota. La fotografía muestra la fabricación de una estructura para montaje del ventilador en la cámara de secado, las dimensiones de la tapa trasera es 61 x 41 cm con un diámetro en el centro de 14 cm.

Figura 72

Reforzado de tapa trasera



Nota. La siguiente figura, visualiza el proceso de soldadura por puntos de un perfil para dar mayor rigidez a la tapa trasera evitando el pandeo por alta temperatura en la cámara de secado.

Figura 73

Ensambladura del ventilador



Nota. La figura presentada, visualiza el ensamblaje el ventilador en la tapa trasera de la cámara de secado.

Figura 74

Montaje de la cámara de secado



Nota. La fotografía muestra el montaje de la cámara de secado, donde irán empotrado la resistencia eléctrica y el ventilador.

Figura 75

Montaje de resistencia eléctrica



Nota. La siguiente figura, detalla la conexión del sensor de temperatura en la cámara de secado.

Figura 76

Enlace de la resistencia eléctrica



Nota. A continuación, se indica el procedimiento de inserción y fijado de la resistencia eléctrica en la cámara de secado

Figura 77

Montaje de ventilador junto con resistencia



Nota. La figura indica, el montaje de la resistencia y el ventilador junto la tapa trasera en la cámara de secado.

Figura 78

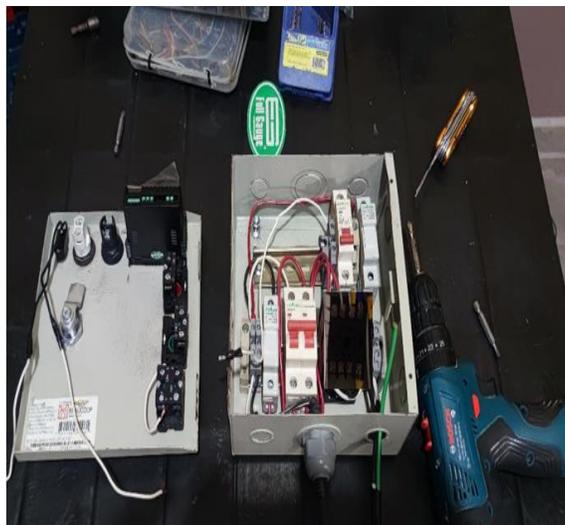
Máquina deshidratadora ensamblada



Nota. La figura a continuación indica el montaje de todos los componentes mecánicos y eléctricos (resistencia, ventilador) en la cámara de secado.

Figura 79

Conexión eléctrica del panel de control



Nota. La fotografía muestra la disposición de cada componente eléctrico y electrónico del circuito de potencia y control para el sistema de calentamiento por ventilación forzada.

Figura 80

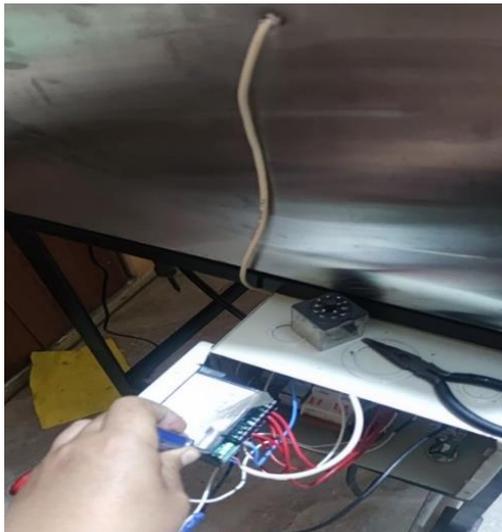
Montaje de panel de control



Nota. Conexión del sensor de temperatura en la cámara de secado.

Figura 81

Conexión del sensor de temperatura



Nota. A continuación, se visualiza la conexión del sensor de temperatura en la cámara de secado hacia el panel de control.

Capítulo IV

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Al analizar tiempos de producción en diferentes máquinas deshidratadoras que existen en el mercado, nos permitió obtener información acerca de su rendimiento, eficiencia y productividad como una referencia sólida para la implementación de una máquina deshidratadora en el sector agroindustrial de la ciudad de Latacunga.
- Mediante la correcta selección de los elementos necesarios, se logró definir una lista de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos requeridos para construir la máquina deshidratadora con una capacidad de 10 kg. Esta selección adecuada de elementos es fundamental para garantizar el buen funcionamiento de la máquina y alcanzar los objetivos de deshidratación eficiente de frutas y vegetales.
- La construcción y programación del sistema ha permitido dotarla de una secuencia de operación, la programación es crucial para el control de temperatura, el tiempo de deshidratación y otros parámetros esenciales del proceso.
- La realización de pruebas de funcionamiento brinda la oportunidad de detectar posibles problemas o áreas de mejora en el diseño y funcionamiento del equipo. Al realizar las pruebas necesarias, se garantiza que la máquina pueda lograr una adecuada deshidratación de frutos y vegetales, mejorando así la conservación de alimentos en el sector agroindustrial de Latacunga.

Recomendaciones

- Continuar con el monitoreo y mantenimiento regular de la máquina deshidratadora para testificar su correcta operación a lo largo del tiempo.
- Explorar oportunidades de mejora y optimización en el diseño y programación de la máquina para aumentar su eficiencia energética.
- Promover la capacitación constante del personal encargado de operar la máquina para maximizar su rendimiento y garantizar la seguridad del proceso.
- Considerar la posibilidad de expandir la capacidad de la máquina para atender una mayor demanda en el sector agroindustrial de la ciudad.

Bibliografía

- José Luis R. (2017). *interruptor termomagnético*. Obtenido de como-funciona.co:
<https://como-funciona.co/un-interruptor-termomagnetico/>
- aizea. (22 de 09 de 2022). *aizea*. Obtenido de <https://aizea.es/por-que-es-importante-la-correcta-recepcion-de-alimentos-en-un-appcc/>
- AREA TECNOLOGIA. (s.f.). *ACERO INOXIDABLE [imagen]*. Obtenido de AREA TECNOLOGIA: <https://www.areatecnologia.com>
- AREA TECNOLOGICA. (2000). *CONTACTOR*. Obtenido de AREA TECNOLOGICA: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/contactor.html>
- BEAUCOUP. (2023). *INDUSTRIA DE SISTEMAS ELÉCTRICOS INSELEC CÍA. LTDA.* Obtenido de <https://inselec.com.ec>
- Cabascango Molina, O., & De la Vega, J. (2018). *MANUAL DE DESHIDRATACION*. Ibarra - Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Changoluiza, W., & Martínez, D. (03 de 2022). *Implementación de una máquina deshidratadora de insumos vegetales para el sector agroalimentario del cantón La Maná*. La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8462>
- Dávila, J. (13 de 05 de 2004). *Estudio experimental del efecto de la porosidad de partículas sobre el proceso de secado en un lecho fluidizado a vacío empleando aire*. Cholula: BIBLIOTECAS UDLAP. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/
- DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. (7 de 07 de 2013). *¿Qué es la Soldadura SMAW?* Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>
- Echeverri Londoño, C. A. (2011). *VENTILACION INDUSTRIAL*. Medellín: Ediciones de la U.

electricoindustrial. (15 de 03 de 2021). *ELEMENTOS DE CONTROL Y SEÑALIZACIÓN (LUCES PILOTO Y PULSADORES)*. Obtenido de electricoindustrial:

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

electronicaembajadores. (2022). *Pulsadores Maniobra Marcha-Paro - 1NC + 1NA*.

Obtenido de electronicaembajadores:

<https://www.electronicaembajadores.com/es/Productos/Detalle/IT47005/interruptores-conmutadores-pulsadores/interruptores-de-maniobra/pulsadores-maniobra-marcha-paro-1nc-1na/>

fullgauge. (1985). *fullgauge*. Obtenido de <https://www.fullgauge.com/es/productos-mt-512e-2hp>

GASCÓN, MURAVNICK, & ANDREUCCETTI. (2013). *DESECACIÓN Y DESHIDRATACIÓN DE VEGETALES*. Industrias Agrarias.

HEATER, J. (2020). *termostato bimetálico ajustable*. Obtenido de JAYE HEATER: <https://www.thermo-heater.com/temperature-controller/kst-thermostat/adjustable-bimetallic-thermostat-switch.html>

Ibarra, M., Núñez, E., & Huerta, J. (2010). *Manual de Aceros Inoxidables*. INDURA S.A. Obtenido de SOLDADURA INDURA:

<https://www.indura.com.ec/Web/Contenido/Search?paiId=4&arnId=0&catId=0&menu=corporate&tags=ELECTRODOS%20PARA%20ACEROS%20INOXIDABLES>

Lorenzo, B. (2018). *taninos*. Obtenido de <https://taninos.tripod.com/poscosecha-secadoMaquinas.htm>

Maupoey, P., Andrés, A., Barat, J., & Albors, A. (2016). *Introducción al secado de alimentos por aire caliente*. España: Editorial Universitat Politècnica de València. Obtenido de [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52870/1/T-](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52870/1/T-111184%20%20Jim%C3%A9nez%20Delgado%2C%20%20Ricardo%20%20%26%20Nolivos%20Galarza%2C%20Nicky.pdf)

[111184%20%20Jim%C3%A9nez%20Delgado%2C%20%20Ricardo%20%20%26%20Nolivos%20Galarza%2C%20Nicky.pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52870/1/T-111184%20%20Jim%C3%A9nez%20Delgado%2C%20%20Ricardo%20%20%26%20Nolivos%20Galarza%2C%20Nicky.pdf)

- microo.* (s.f.). Obtenido de <https://www.microondasbaratosweb.com/bombillas/>
- Michelis, D., & Ohaco. (2015). *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala.* INTA.
- MKT. (2021). *Tipos de cables eléctricos y sus características.* Obtenido de Top Cable: <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/tipos-de-cables-electricos/>
- okorder. (2010). *Lana de Vidrio para Horno.* Obtenido de okorder.com: https://es.okorder.com/p/arrayprodenname_413807.html
- Padilla, E. D. (1999). *APLICACIONES DE LOS ACEROS INOXIDABLES* (Vol. 2). Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe>
- REPERMETAL. (2021). *Mallas de Acero Inoxidable.* Obtenido de REPERMETAL: <https://repermetal.com.ec/mallas-acero-inoxidable/>
- SAB BROCKSKES. (2019). *SPECIAL CABLES SAB BROCKSKES.* Obtenido de <https://www.sab-cables.eu/productos/datos-tecnicos/cables-electricos/construccionesdevenasamericanas.html>
- SENSHO. (08 de 10 de 2021). *Deshidratador eléctrico - Manual de uso y sugerencias .* Obtenido de ISSUU: <https://issuu.com>
- Simon, S. (16 de 04 de 2022). *gourmetlikeme.* Obtenido de https://gourmetlikeme.com/2022/04/16/deshidratar-fruta-tiempos-temperatura/#Tiempos_y_temperatura_para_deshidratar_fruta
- UNIT ELECTRONICS. (2011). *SSR-40 Relevador Estado Solido 40A AA/DD/DA.* Obtenido de UNIT ELECTRONICS: <https://uelectronics.com>
- Valdés, P. (4 de 9 de 2008). *MANUAL DE DESHIDRATACIÓN I.* Obtenido de <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/>
- YUNUS A., C., & AFSHIN J., G. (2011). *TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA.* MCGRAW-HILL.

Zúñiga, P. (12 de 07 de 2013). *Instalaciones Eléctricas Residenciales*. Obtenido de <https://instalacioneselctricasresidenciales.blogspot.com/2013/07/conductores-electricos.html>

Anexos