

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE COCCIÓN Y DE SECADO, POR MEDIO DE
ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA
ANIMALES.**

MICHAEL ESTIVEN OQUENDO VALLE

**INSTITUCIÓN UNIVERSIARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
MEDELLÍN
2023**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE COCCIÓN Y DE SECADO, POR MEDIO DE
ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA
ANIMALES.**

MICHAEL ESTIVEN OQUENDO VALLE

Trabajo de grado para optar al título de tecnólogo en Eléctrica

Asesores

William Orozco Murillo

Msc en Gestión Energía Industrial

Andrés Felipe Romero

Ing. Mecánico

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

MEDELLÍN

2023

Contenido

	Pág.
1. Planteamiento del problema	15
1.1 Descripción	15
1.2 Formulación	15
2. Justificación	16
3. Objetivos.....	17
3.1 Objetivo general.....	17
3.2 Objetivos específicos	17
4. Referentes teóricos	18
4.1 Cocción de alimentos	18
4.2 Secado de alimentos.....	19
4.3 Hornos de cocción.....	19
4.4 Hornos de secado	20
4.5 Lámparas a alta potencia.....	21
4.6 Lámparas a media potencia.....	22
4.7 Sistemas de control automático de calor.....	22
4.8 Instrumentación de un sistema de calentamiento.....	23
4.9 Sistema Eléctrico	25
4.10 Alimentación fotovoltaica.....	26
4.11 Aprovechamiento de la luz solar.....	27
4.12 Eficiencia energética en hornos.....	28
5. Metodología.....	29
5.1 Tipo de proyecto	29
5.2 Método	29

5.3	Instrumentos de recolección de información.....	30
5.3.1.	Fuentes primarias.....	30
5.3.2.	Fuentes secundarias	30
6.	Resultados.....	31
6.1	Evaluación de dos métodos de cocción de alimentación animal a partir de residuos orgánicos.	31
6.2	Establecimiento de las necesidades energéticas para la cocción de alimentos en regiones no interconectadas.....	32
6.3	Propuesta de la parte mecánica del sistema para la cocción de alimentos para animales.....	33
6.4	Propuesta de la parte eléctrica del sistema para la cocción de alimentos para animales.....	36
6.5	Evaluación de dos métodos de secado de pellets para alimentación animal.	37
6.6	Propuesta de modificaciones al sistema de cocción para hacerlo utilizable en el proceso de secado.....	38
6.7	Modificaciones a la parte mecánica del sistema para la cocción de alimentos para animales.....	38
6.8	Modificaciones a la parte eléctrica del sistema para la cocción de alimentos para animales.....	41
6.9	Selección del dispositivo de control y suministro energético.....	42
6.10	Tabla de variables de entrada y salida del sistema de control.....	47
6.11	Secuencia de control del horno para la cocción y el secado de alimentos para animales.....	48
6.12	Protocolo de pruebas del sistema de cocción y secado.	49
7.	Conclusiones.....	52
8.	Recomendaciones	53
9.	Referencias bibliográficas	54

10. Anexos56

Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Cocción de alimentos	18
<i>Figura 2.</i> Secado de alimentos.	19
<i>Figura 3.</i> Horno de cocción.	20
<i>Figura 4.</i> Sistema eléctrico.	25
<i>Figura 5.</i> Alimentación fotovoltaica.	26
<i>Figura 6.</i> Aprovechamiento de la luz solar.	27
<i>Figura 7.</i> Eficiencia energética	28
<i>Figura 8.</i> Base estructural	33
<i>Figura 9.</i> Lamina de Aluminio	34
<i>Figura 10.</i> Caja-Infraestructura del horno	35
<i>Figura 11.</i> Infraestructura de la banda transportadora	35
<i>Figura 12.</i> Bombillo Dicroico Halógeno 50w – 12v, Modelo Mr16	36
<i>Figura 13.</i> Medidas del bombillo Dicroico Halógeno	37
<i>Figura 14.</i> Sistema de riel	39
<i>Figura 15.</i> Riel/Deslizador anclado a la banda transportadora	39
<i>Figura 16.</i> Motor paso a paso Bipolar	40
<i>Figura 17.</i> Modulo-Driver para motor paso a paso A4988	40
<i>Figura 18.</i> Extractor de aire-vapor	41
<i>Figura 19.</i> Dispositivo de control Amp-Esp32-s3	42
<i>Figura 20.</i> Partes del módulo de desarrollo	42
<i>Figura 21.</i> Conexiones de módulo de desarrollo	45
<i>Figura 22.</i> Panel solar plegable Dokio 80W – 12V monocristalino	47

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Materiales para el puesto base del horno</i>	34
Tabla 2. <i>Terminales de conexión Output</i>	43
Tabla 3. <i>Terminales de conexión Input</i>	43
Tabla 4. <i>Terminales de conexión MINI USB y expansión</i>	44
Tabla 5. <i>Terminales de conexión Buses y Xtal</i>	44
Tabla 6. <i>Tabla de variables de entrada y salida</i>	47
Tabla 7. <i>Materiales para protocolo de pruebas</i>	49

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo 1. Elementos para la construcción de la banda transportadora.....	56
Anexo 2. Trabajo en el anclaje del riel/deslizador	57
Anexo 3. Explicación riel/deslizador	57
Anexo 4. Partes de anclaje	58

Resumen

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COCCIÓN Y DE SECADO, POR MEDIO DE ALIMENTACIÓN FOTOVOLTAICA PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTO PARA ANIMALES.

MICHAEL ESTIVEN OQUENDO VALLE

El estudio investigativo planteado va entorno a la solución de las zonas interconectadas del país, en este caso el municipio de Sabanalarga – Antioquia que como se sabe son zonas que no cuentan con un suministro eléctrico que les beneficie en sus labores. La problemática que se presenta es en el ámbito de la alimentación animal que se da en las fincas de esta zona, ya que se generan más gastos para conseguir el alimento de sus animales, es por eso que se busca una solución para que estas personas puedan aprovechar los residuos orgánicos que generan en sus hogares para producir alimento cocinado y secado para sus animales y de esta manera salir beneficiado tanto el animal como el propietario, con esto se promueve el ahorro energético y también el ahorro económico del hogar. La creación de un horno de cocción y secado para la producción de alimento para animales es la alternativa más viable y además se implementará el uso de energía renovable como la energía fotovoltaica. Como bien se sabe hoy en día es de gran importancia la utilización de las energías renovables para contribuir al cuidado del planeta y así también se da un grano de arena en el crecimiento de energías renovables para el país. Para hacer posible todo esto se tiene que tener en cuenta los diseños mecánicos y eléctricos, la evaluación de diferentes métodos a utilizar, la selección de dispositivos de control y protocolo de pruebas para verificar que todo funcione correctamente. Para esto se estudiaron los tipos de elementos que se utilizarían para la generación de calor, que este caso la más viable sería la implementación de lámparas.

Al momento de tener todo listo se realizan las pruebas del horno y por ende es importante recalcar que al momento de entrar en operación la cocción y secado se deben alcanzar las temperaturas ideales para estos procesos, estas pueden variar de entre los 60°C a los 90°C.

Mediante estos procesos se logra obtener lo que se quería que era que las personas de estas zonas puedan generar el propio alimento para sus animales por medio de alternativas renovables y así generen ahorros en sus hogares y también contribuir al ahorro energético que se quería con este proyecto.

Palabras claves: Ahorro energético, Calentamiento, Cocción, Energía solar, Halógeno, Lámparas.

Abstract

The proposed investigative study focuses on the solution of the interconnected areas of the country, in this case the municipality of Sabanalarga - Antioquia, which, as is known, are areas that do not have an electricity supply that benefits them in their work. The problem that arises is in the area of animal feeding that occurs on farms in this area, since more expenses are generated to obtain food for their animals, which is why a solution is sought so that these people can take advantage of the organic waste they generate in their homes to produce cooked and dried food for their animals and in this way both the animal and the owner benefit, this promotes energy savings and also economic savings for the home. The creation of a cooking and drying oven for the production of animal feed is the most viable alternative and the use of renewable energy such as photovoltaic energy will also be implemented. As is well known today, the use of renewable energies is of great importance to contribute to the care of the planet and thus it also plays a part in the growth of renewable energies for the country. To make all this possible, the mechanical and electrical designs, the evaluation of different methods to be used, the selection of control devices and testing protocols must be taken into account to verify that everything works correctly. For this, the types of elements that would be used for heat generation were studied; in this case, the most viable would be the implementation of lamps.

When everything is ready, the oven tests are carried out and therefore it is important to emphasize that at the time of starting the cooking and drying operation, the ideal temperatures for these processes must be reached, these can vary from 60°C to 60°C. 90°C. Through these processes, it is possible to obtain what was wanted, which was for the people of these areas to be able to generate their own food for their animals through renewable alternatives and thus generate savings in their homes and also contribute to the energy savings that was wanted with this project.

Keywords: Energy savings, Heating, Cooking, Solar energy, Halogen, Lamps.

Glosario

Alimento: Conjunto de sustancias que los seres vivos comen o beben para subsistir. (RAE, 2023)

Calor: Sensación que se experimenta ante una elevada temperatura. (RAE, 2023)

Cocción: Operación culinaria que se sirve del calor, gracias a la cual un alimento comestible cambia sus propiedades originales, lo que puede resultar en que sea más digerible y apetitoso, al tiempo que favorece su conservación por más tiempo que si estuviera sin cocer. (LAROUSSE, 2023)

Corriente Eléctrica: La corriente eléctrica es un fenómeno físico causado por el desplazamiento de una carga (ión o electrón). La intensidad de la corriente se mide en Amperios (A). (BBEMG Dictionary, 2023)

Dispositivo: Mecanismo o artificio para producir una acción prevista. (RAE, 2023)

Eficiencia energética: La eficiencia energética puede definirse como la optimización del consumo energético para alcanzar unos niveles determinados de confort y de servicio, por ejemplo, ajustando el consumo de electricidad a las necesidades reales de los usuarios. (BBVA, 2023)

Energía Eléctrica: La energía eléctrica es una forma de energía que se deriva de la existencia en la materia de cargas eléctricas positivas y negativas que se neutralizan. (ESSA, 2023)

Energía Fotovoltaica: La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. (APPA, 2023)

Horno: Aparato metálico cerrado, en cuyo interior se asan, cuecen, calientan o gratinan alimentos. (RAE, 2023)

Luz solar: La luz solar, también conocida como radiación solar, se refiere a la luz que llega a la Tierra procedente del sol. Esta luz representa una porción del espectro electromagnético que incluye el infrarrojo, la luz visible y la luz ultravioleta. (Energy Education, 2023)

Potencia Eléctrica: La potencia eléctrica es un parámetro que indica la cantidad de energía eléctrica transferida de una fuente generadora a un elemento consumidor por unidad de tiempo. (BBVA, 2023)

Secado: El secado suele ser la operación de acabado de los productos sólidos que tiene como finalidad facilitar su manipulación o su conservación. (UJAEN, 2023)

Sistema: Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto. (RAE, 2023)

Voltaje: El voltaje se utiliza a menudo como término abreviado de la diferencia de voltaje, que es otro nombre para la diferencia de potencial. El voltaje mide la energía que obtendrá una carga si se mueve entre dos puntos del espacio. La unidad del voltaje es el voltio (V). (Energy Education, 2023)

Introducción

El presente proyecto investigativo sobre un horno de cocción y secado de alimento para animales es perteneciente a un grupo de la Institución Universitaria Pascual Bravo llamado mecanos de la paz, dicho proyecto consiste en mejorar la vida de personas de las zonas rurales del municipio de Sabanalarga, Departamento de Antioquia las cuales por estar en estas zonas cuenta con poco acceso a la electricidad y avances tecnológicos.

Es por eso que se piensa en este proyecto para encontrar la manera de que estas personas puedan contar en sus hogares con artefactos que le faciliten su vida y en este caso se quiere realizar el diseño de un horno de cocción y de secado para preparar alimento para los animales de estas fincas, de igual forma se implementara las energías renovables por medio de alimentación fotovoltaica ya que hoy en día este tipo de energías son las que se deben de ir implementando para mejorar y ayudar a nuestro planeta.

Para la investigación de este proyecto se utilizarán fuentes de información primaria y secundaria y que sean de total confiabilidad, como por ejemplo artículos de investigación, revistas, libros electrónicos y otras investigaciones científicas hechas por instituciones. Gracias a esto, permite que este proyecto sea confiable y con información segura para la implementación del diseño del horno.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

Muchos habitantes de las zonas rurales del Municipio de Sabanalarga, Antioquia se ven afectados a la hora de producir el alimento para los animales de sus fincas por la ausencia de algún dispositivo o electrodoméstico que pueda facilitarles la producción de estos. Esto se da porque hay ausencia de un sistema que pueda cocinar los alimentos para los animales y por lo tanto genera pérdida de alimentos que se puedan utilizar en la preparación del cuidado, además los residuos generan contaminación por mala disposición de ellos.

De igual manera también hay ausencia de un sistema de secado para los alimentos que se cocinen, esto en caso de que puedan cocinarlos a leña en alguna caldera, los alimentos deben de pasar por un proceso de secado para así prolongar su vida útil. (Mohapatra, D., & Misra, S. (2017)).

Cabe resaltar que la mayoría de zonas rurales del país, incluyendo las Sabanalarga tienen escasez de fuentes de alimentación eléctrica debido a que estas zonas están más apartadas a diferencia de las ciudades y por ende al no tener algún artefacto o electrodoméstico que cumpla la función de cocinar esos alimentos y secarlos, se hace necesario que los habitantes de estas zonas tengan que comprar el alimento para los animales cuando se podría preparar y generar ahorros. Por tales motivos se puede decir que se disminuye la calidad de vida de las personas de estas zonas rurales debido a la falta de interconexión.

1.2 Formulación

¿Cómo podrían las personas de las zonas rurales preparar el alimento para sus animales por ellos mismos para así generar ahorros y por ende un mejor estilo de vida?

2. Justificación

Primeramente, este proyecto es de gran importancia por varios motivos, el primero de ellos es que se busca que las personas de las zonas rurales de Sabanalarga puedan mejorar su estilo de vida y de igual forma la de sus animales. El otro motivo es por la implementación de fuentes alternativas renovables, que en este caso es la alimentación fotovoltaica, hoy en día es de mucha importancia tener en cuenta las fuentes renovables de energía ya que con estas contribuimos a la protección de nuestro planeta, cada vez más los países del mundo usan estas alternativas y estamos llamados a contribuir con eso por el bien de todos.

El proyecto beneficiara en gran manera a los habitantes de las zonas apartadas de Sabanalarga, en donde podrán tener la posibilidad de poder cocinar los alimentos para la producción del cuidado de sus animales, además, cabe resaltar que los animales ganan más peso al ser alimentados con comidas cocinadas. También al producir el propio alimento para los animales se promueve el ahorro en el hogar de estas personas al no tener que estar comprando cuidado en todo momento.

Todo esto también ayuda a mejorar la calidad de vida de las personas haciendo uso de fuentes renovables de energía como la fotovoltaica y no solo a las personas si no también al medio ambiente.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Realizar el diseño de un sistema de cocción y de secado, haciendo uso de un sistema de suministro de alimentación fotovoltaica para la producción de alimento para animales.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar el diseño electromecánico del sistema de cocción haciendo uso del método de cocción por lámparas a alta potencia para cocinar alimento para animales.

-Realizar el diseño electromecánico del sistema de secado, haciendo uso del método de lámparas a media potencia para conservación de los alimentos y su prolongación en zonas rurales.

- Realizar el diseño de control para el sistema por alimentación fotovoltaica, de cocción y secado por medio de la integración de anteriores procesos para su aprovechamiento en el marco del proyecto Mecanos de la paz.

4. Referentes teóricos

4.1 Cocción de alimentos

La cocción es un método mediante el cual se aplica calor para cambiar o modificar las propiedades físico-químicas y las características sensoriales de los alimentos, con el fin de que se puedan ingerir adecuadamente. Es de mucha importancia someter los alimentos a temperaturas altas, de modo que su interior supere los 70°C y de tal manera eliminar la mayoría de microorganismos presentes.

Durante el proceso de cocción hay transferencia de un cuerpo caliente a otro frío, que en ese caso sería el alimento. La transferencia de calor es un fenómeno mediante el cual se busca establecer un equilibrio térmico entre cuerpos o partes diferentes de un cuerpo que se encuentran a diferentes temperaturas.

En la antigüedad las formas de cocción más comunes eran el vapor y el hervor, ya que estas consumían menos combustible, en ese tiempo el combustible era muy costoso y limitaba mucho lo que se podía hacer en la cocina. Por medio de la cocción a vapor o hervor se preparaba comida caliente una vez al día; el resto se consumía fría.



Figura 1. Cocción de alimentos

Fuente: extraído de <https://images.unsplash.com/photo-1528712306091-ed0763094c98?ixlib=rb-4.0.3&ixid=M3wxMjA3fDB8MHxwaG90by1wYWdlfHx8fGVufDB8fHx8fA%3D%3D&auto=format&fit=crop&w=740&q=80>

4.2 Secado de alimentos

El secado de alimentos es una técnica para prolongar la vida útil de los alimentos al reducir su contenido de agua, evitando así el crecimiento de bacterias, moho y levaduras. Los diferentes métodos de secado incluyen secado al sol, por aire caliente, por congelación, por liofilización y por atomización. Los alimentos secos se utilizan en una variedad de aplicaciones, como ingredientes para alimentos, snacks y suplementos dietéticos. Aunque el secado de alimentos puede afectar la calidad y el valor nutricional de los alimentos, se puede minimizar la pérdida de nutrientes seleccionando el método adecuado y controlando las condiciones de secado.

Uno de los primeros métodos documentados de secado de alimentos fue utilizado por los egipcios hace más de 4,000 años. Los egipcios secaban pescado y carne al sol para conservarlos y hacerlos más fáciles de transportar por el río Nilo. También utilizaban el sol para secar frutas y verduras.



Figura 2. Secado de alimentos.

Fuente: extraído de https://media.istockphoto.com/id/1322610807/es/foto/los-mejores-granos-de-cacao-en-todo-el-mundo.jpg?s=1024x1024&w=is&k=20&c=01IEiXeIh1yhdw_HKxhXksP_MTTblBjHrZMI4JYAgM4=

4.3 Hornos de cocción

En un horno de cocción para alimento la forma de energía calórica que este produce en mayor parte es gracias a la convección. La convección es una forma de transferencia de calor que se caracteriza porque se produce por medio de un fluido, ya sea aire o agua y este transporta el calor a zonas con diferente temperatura. Los hornos de cocción también producen el calor en una menor proporción por medio de radiación o conducción. En estos hornos, el calor produce que el agua del alimento se evapore, esta queda en el recinto y hace que el aire caliente sea más húmedo.

Es de gran importancia tener en cuenta el tipo de materia del recipiente del horno de cocción, ya que existen algunos de superficie brillante y evitan la llegada de los rayos electromagnéticos, haciendo que se prolongue en exceso la cocción del alimento. Se aconseja utilizar materiales oscuros u opacos ya que permiten el paso de la energía radiante y así reduce el tiempo de horneado.

Los primeros hornos para cocinar alimentos tienen origen en el paleolítico europeo en donde se utilizaban hornos de pozo con antigüedades de 20 a 30 mil años. Los registros arqueológicos demuestran que estaban compuestos por amontonamientos de piedras termo alteradas que cumplían la función de acumular el calor y estas estaban dentro de los pozos. Con estos hornos de pozo se cocinaban vegetales, cuyo valor nutricional mejora con la cocción.



Figura 3. Horno de cocción.

Fuente: extraído de <https://images.unsplash.com/photo-1462392435449-542c64fd805d?ixlib=rb-4.0.3&ixid=M3wxMjA3fDB8MHxwaG90by1wYWdlfHx8fGVufDB8fHx8fA%3D%3D&auto=format&fit=crop&w=1470&q=80>

4.4 Hornos de secado

Los hornos de secado de alimentos son utilizados en la industria de alimentos para animales para reducir el contenido de humedad de una amplia variedad de alimentos para animales. Estos hornos utilizan aire caliente y pueden ser de diferentes tamaños y formas, y pueden ser de tipo batch o continuos. La elección del tipo de horno dependerá del tipo de alimento, la cantidad de alimento que se necesita secar y los requisitos de producción.

Los hornos de secado de alimentos para animales se originaron en el siglo XX como una forma de aumentar la vida útil de los alimentos reduciendo su contenido de humedad. Al

principio, los agricultores secaban los alimentos al sol, pero debido a sus desventajas, se desarrollaron los primeros hornos de secado que utilizaban aire caliente. Con el tiempo, la tecnología de los hornos de secado ha mejorado y se han vuelto herramientas altamente eficientes y sofisticadas utilizadas en una amplia variedad de aplicaciones y sectores de la industria de alimentos para animales.

4.5 Lámparas a alta potencia

Existen lámparas de alta potencia que cumplen la función de generar calor en aplicaciones específicas, como en hornos y dispositivos de cocción. Uno de los ejemplos más comunes son los hornos de infrarrojos, estos hornos utilizan lámparas de alta potencia que emiten radiación infrarroja, la cual tiene la capacidad de calentar directamente los alimentos y así acelerar el proceso de cocción. La radiación infrarroja penetra en los alimentos y los calienta internamente, esto permite una cocción más rápida y eficiente.

Cabe resaltar que también existen lámparas de alta potencia de tipo infrarrojo que se utilizan en equipos de asado o en parrillas eléctricas. Estas lámparas emiten un calor intenso que es capaz de dorar y cocinar los alimentos de una manera uniforme.

El uso de lámparas en la antigüedad para la cocción de alimentos se daba por medio de lámparas de gas a mediados del siglo XIX, estas lámparas se usaban en hornos de gas, luego con el avance de la tecnología se crearon lámparas eléctricas que se adaptaron para generar calor en la cocción de los alimentos.

En estas lámparas podemos encontrar variables como la Potencia, el Voltaje, la corriente y encontramos relación entre las tres que se define así: La potencia es directamente proporcional al cuadrado de la corriente y proporcional al voltaje y la resistencia. Aumentar la corriente en un circuito aumentará la potencia disipada, mientras que aumentar la resistencia disminuirá la potencia disipada. También se puede aumentar la potencia disipada aumentando el voltaje aplicado al circuito.

4.6 Lámparas a media potencia

Las lámparas de media potencia son un tipo de lámparas utilizadas en el secado de alimentos para animales, que emiten radiación infrarroja de onda corta. Estas lámparas generan calor mediante la emisión de radiación, que penetra en los alimentos y los seca al evaporar el agua que contienen.

En el secado de alimentos para animales, las lámparas de media potencia se utilizan para reducir el contenido de humedad de los alimentos de forma rápida y eficiente. Algunas de las ventajas de utilizar lámparas de media potencia en el secado de alimentos para animales son:

- Mayor velocidad de secado: las lámparas de media potencia permiten secar los alimentos más rápidamente que otros métodos de secado.
- Mayor control del proceso de secado: las lámparas de media potencia permiten controlar la temperatura y la intensidad de la radiación, lo que permite ajustar el proceso de secado para adaptarlo a las características de los alimentos.
- Menor consumo energético: en comparación con otros métodos de secado, las lámparas de media potencia pueden ser más eficientes en términos de consumo energético.

En general, el uso de lámparas en el secado de alimentos se remonta a la antigüedad, cuando se utilizaban fuegos abiertos o el sol para secar los alimentos. A medida que la tecnología avanzó, se desarrollaron técnicas de secado más precisas y eficientes. En el caso de las lámparas, se han utilizado en diversas aplicaciones de secado, incluyendo la industria de alimentos para animales.

El secado de alimento de animales con lámparas de media potencia ha permitido mejorar la calidad nutricional de los alimentos para animales, en términos de digestibilidad de la proteína y la fibra bruta. Al igual que las lámparas de alta potencia, las lámparas cuentan con variables de potencia, voltaje y corriente y comparten la relación ya escrita en el punto anterior.

4.7 Sistemas de control automático de calor

Los sistemas de control automáticos eficientes para controlar el calor y temperatura en hornos son dispositivos que utilizan la lógica difusa y la derivada integral proporcional.

Un sistema que se utiliza para regular y controlar el calor en los hornos son los controladores PID (Proporcional, Integral y Derivativo), estos reguladores se utilizan para ajustar y controlar de forma automática la salida de calor con el fin de mantener una temperatura deseada y estable durante el proceso de cocción.

Otro sistema automático que se utiliza son los sistemas FLC (fuzzy logic controller), estos sistemas utilizan procesos como la fuzzificación, reglas difusas, inferencias difusas y defuzzificación; todos estos procesos utilizan variables de entrada y salida. Un sistema FLC aplicado al control del calor y temperatura en los hornos permiten una regulación precisa y adaptable de la temperatura que se desea. Esto ayuda a que el ambiente térmico se mantenga estable y por ende mejore la calidad del producto y la eficiencia del producto.

Según estudios, los sistemas FLC muestran ser más eficientes que los controladores PID en la industria de hornos.

En la antigüedad no existían sistemas de control automáticos, ya que estos llegaron con el avance de la tecnología, generalmente el control de la temperatura en los hornos antiguos se controlaba de manera manual y se basaban en la experiencia y conocimientos prácticos de los artesanos.

En estos sistemas podemos encontrar variables de entrada y variables de salida en donde las entradas permiten solicitar la información y las salidas devolver información.

4.8 Instrumentación de un sistema de calentamiento

Aquí hay una instrucción general para un sistema de calentamiento de alimentos para animales:

1. Determine la cantidad de alimento que se desea calentar. Esto ayudará a determinar el tamaño y la capacidad del sistema de calentamiento que se necesitará.

2. Seleccione el tipo de sistema de calentamiento que se ajuste a sus necesidades. Las opciones pueden incluir hornos, microondas, calentadores de agua, calentadores de aire, etc.
3. Asegúrese de que el sistema de calentamiento esté limpio y libre de obstrucciones antes de usarlo. La limpieza regular ayudará a mantener la eficiencia del sistema.
4. Ajuste la temperatura del sistema de calentamiento según las especificaciones del alimento para animales. La temperatura ideal puede variar según el tipo de alimento que se esté calentando.
5. Coloque el alimento para animales en el sistema de calentamiento. Asegúrese de que esté colocado uniformemente para garantizar una cocción uniforme.
6. Revise regularmente el alimento para animales mientras se calienta para evitar el sobrecalentamiento o el secado excesivo.
7. Retire el alimento para animales del sistema de calentamiento cuando esté listo. Asegúrese de dejarlo enfriar antes de alimentar a los animales.

Es importante seguir las instrucciones del fabricante para el uso adecuado del sistema de calentamiento. Además, siempre debe tener en cuenta la seguridad y el cuidado al manipular cualquier sistema de calentamiento.

Los sistemas de secado y calentamiento de alimentos para animales tienen una larga historia que se remonta al siglo XIX. En esa época, los agricultores comenzaron a darse cuenta de la importancia de reducir la humedad de los alimentos para prolongar su vida útil y evitar el desperdicio. Para ello, utilizaban diferentes técnicas, como el secado al sol, el secado en hornos o el calentamiento en estufas.

En la década de 1930, se desarrollaron los primeros secadores de tambor, que permitían un secado más eficiente y uniforme. En la década de 1950, se introdujeron los secadores por pulverización, que utilizan una corriente de aire caliente para pulverizar los alimentos y evaporar la humedad de forma rápida.

4.9 Sistema Eléctrico

Un sistema eléctrico es básicamente un conjunto de partes que sirven para la obtención, transmisión, distribución y uso de la energía eléctrica. Un sistema eléctrico permite armar toda una red eléctrica la cual nos ayuda en nuestro día a día.

Los sistemas eléctricos nos permiten alimentar los motores eléctricos, el alumbrado público, sistemas de calefacción y muchos más procesos en nuestra vida cotidiana.

En este caso, un sistema eléctrico en un horno sería un conjunto de componentes o productos eléctrico que permitirán el funcionamiento de este mismo, estos componentes serán los que ayuden en generar el calor que se desea para la cocción y el secado de los alimentos.

El nacimiento de los sistemas eléctricos para dar paso a una red eléctrica se remonta a los años de 1860 a 1885, en esa época se pudo conjuntar variedad de componentes de sistemas eléctricos existentes y también la creación de nuevos que se requerían, todo esto se hizo con el fin de alimentar cargas comprendidas por alumbrado público, calefacción y motores eléctricos de las ciudades más importantes del mundo en ese tiempo. Con esto se creó la industria eléctrica que fue la columna para el desarrollo económico en el mundo.



Figura 4. Sistema eléctrico.

Fuente: extraído de <https://images.unsplash.com/photo-1530240852689-f7a9c6d9f6c7?ixlib=rb-4.0.3&ixid=M3wxMjA3fDB8MHxwaG90by1wYWdlfHx8fGVufDB8fHx8fA%3D%3D&auto=format&fit=crop&w=685&q=80>

4.10 Alimentación fotovoltaica

La alimentación fotovoltaica en el proceso de secado del alimento para animales se refiere al uso de energía solar fotovoltaica para alimentar los equipos de secado utilizados en la producción de alimentos para animales. Este enfoque sostenible tiene varios beneficios, incluyendo la reducción de costos de energía, la disminución de la huella de carbono y la independencia de la red eléctrica.

Para lograr la alimentación fotovoltaica, se utilizan paneles solares fotovoltaicos que convierten la energía solar en energía eléctrica. Esta energía eléctrica se utiliza para alimentar los equipos de secado, como los hornos y los sistemas de ventilación.

La alimentación fotovoltaica en el proceso de secado de alimentos para animales es una técnica cada vez más utilizada en la industria alimentaria. A medida que la tecnología fotovoltaica se vuelve más asequible y eficiente, se espera que la adopción de este enfoque aumente en el futuro.

El uso de paneles solares en la alimentación de los sistemas de secado de alimentos para animales permite reducir el costo y la dependencia de la energía eléctrica convencional.

La aplicación de la alimentación fotovoltaica en el proceso de secado de alimentos para animales se ha desarrollado en las últimas décadas, en paralelo al creciente interés por la eficiencia energética y el uso de energías renovables en la industria de alimentos para animales.



Figura 5. Alimentación fotovoltaica.

Fuente: extraído de <https://images.unsplash.com/photo-1521618755572-156ae0cdd74d?ixlib=rb-4.0.3&ixid=M3wxMjA3fDB8MHxwaG90by1wYWdlfHx8fGVufDB8fHx8fA%3D%3D&auto=format&fit=crop&w=1476&q=80>

4.11 Aprovechamiento de la luz solar

El aprovechamiento de la luz solar se da por medio de captadores, estos son dispositivos que recogen la energía que proviene del sol y puede transformarla a energía eléctrica o energía calórica.

Para aprovechar la energía del sol y transformarla en energía eléctrica se utilizan los módulos o paneles solares (Fotovoltaicos) y para transformarla en energía calórica se utilizan paneles térmicos. El aprovechamiento del sol permite que se produzca energía eléctrica y que este sea un medio renovable para nuestro planeta.

En la antigüedad a pesar de no contar con la tecnología que tenemos hoy en día para aprovechar de mejor manera la radiación del sol, la aprovechaban de otras maneras, como por ejemplo en hornos solares los cuales se utilizaban para cocinar alimentos y fundir metales. Estos hornos aprovechaban la luz solar por medio de reflectores o espejos que apuntaban la luz solar a un punto focal y así generaban altas temperaturas. Este método era utilizado por los antiguos egipcios, chinos, griegos e indios.

Otra manera en la que aprovechaban la luz solar era para el secado de alimento, utilizaban la luz solar para secar y preservar los alimentos, por ejemplo, en varias culturas ponían las frutas, verduras y otros alimentos expuestos al sol para así deshidratarlos y prolongar su vida útil.



Figura 6. Aprovechamiento de la luz solar.

Fuente: extraído de <https://images.unsplash.com/photo-1613665813446-82a78c468a1d?ixlib=rb-4.0.3&ixid=M3wxMjA3fDB8MHxwaG90byl1YWdlfHx8fGVufDB8fHx8fA%3D%3D&auto=format&fit=crop&w=1458&q=80>

4.12 Eficiencia energética en hornos

Básicamente la eficiencia energética se basa en el aprovechamiento de la energía minimizando las pérdidas o desperdicios innecesarios.

Hoy en día la eficiencia energética es muy importante porque esta contribuye al ahorro de energía y la sostenibilidad, además de ayudar al medio ambiente. En el caso de los hornos la eficiencia energética se refiere a la capacidad que tiene este para convertir esa energía eléctrica en calor de una manera eficiente y así que se minimicen las pérdidas en el proceso de cocción.



Figura 7. Eficiencia energética

Fuente: extraído de <https://www.aicad.es/eficiencia-energetica>

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

El proyecto se basará en un estudio investigativo para poder ver cómo será el diseño de cada parte del horno, será un proyecto aplicado en donde se buscará los mejores mecanismos o estrategias para poder alcanzar el objetivo deseado.

5.2 Método

La metodología que se utilizara para el proyecto será dividida en varias actividades que permitirán que el proyecto sea exitoso, entre las actividades encontramos el diseño de la infraestructura que tendrá el horno, este tendrá como fin saber qué forma y tamaño tendrá el horno. Luego tenemos la actividad de poder seleccionar los materiales y componentes, es decir, mirar de qué tipo de material será construido el horno y que componentes necesitará. Se tendrá también la implementación del sistema eléctrico con las lámparas, las cuales se estudiará que tipo de lámpara son las que se necesitaran para este proceso, se realizaran pruebas a alta potencia y media potencia con las lámparas escogidas para ver sus resultados.

También se realizará el diseño del sistema de control que será alimentado por fuente fotovoltaica por lo que hay que hacer una elección del sistema fotovoltaico que se utilizará, luego se podrá generar la energía eléctrica por medio del sistema fotovoltaico y por último alimentar el horno por medio de la energía fotovoltaica, beneficiando al medio ambiente. Lo anterior se logra mediante las siguientes actividades:

Evaluación de dos métodos de cocción de alimentación animal a partir de residuos orgánicos.

Establecimiento de las necesidades energéticas para la cocción de alimentos en regiones no interconectadas.

Propuesta de la parte mecánica del sistema para la cocción de alimentos para animales

Propuesta de la parte eléctrica del sistema para la cocción de alimentos para animales

Evaluación de dos métodos de secado de pellets para alimentación animal.

Propuesta de modificaciones al sistema de cocción para hacerlo utilizable en el proceso de secado.

Modificaciones a la parte mecánica del sistema para la cocción de alimentos para animales.

Modificaciones a la parte eléctrica del sistema para la cocción de alimentos para animales.

Selección del dispositivo de control y suministro energético.

Tabla de variables de entrada y salida del sistema de control.

Secuencia de control del horno para la cocción y el secado de alimentos para animales.

Protocolo de pruebas del sistema de cocción y secado.

5.3 Instrumentos de recolección de información.

5.3.1. Fuentes primarias. Las fuentes de recolección utilizadas en este proyecto se realizaron por medio de fuentes de confiabilidad como el Google académico y IEEE Xplore, en donde recopilamos información por medio de libros, revistas, artículos de investigación y otras más. Todas estas informaciones tomadas serán debidamente referenciadas, cabe resaltar que cada una de estas informaciones fue de gran ayuda para definir cada uno de los temas que necesitábamos para la investigación.

5.3.2. Fuentes secundarias. Entre las fuentes secundarias que utilizamos se encuentran enciclopedias de internet, diccionarios, revistas y entre otros, esto nos permitió poder comprender conceptos que no comprendíamos para poder dar una buena redacción entendiendo lo que significaba cada aspecto.

6. Resultados

Una de las cosas que se busca con este gran proyecto es que los habitantes de Sabanalarga puedan tener ahorro en sus hogares y es por esto que se investiga la evaluación de dos métodos de cocción de alimentación animal a partir de residuos orgánicos. La utilización de residuos orgánicos para la alimentación de animales puede ser una práctica sostenible y beneficiosa para los habitantes de la zona, este tipo de práctica es de gran importancia en términos de reducción de desperdicio de alimentos y el aprovechamiento de recursos.

Se debe tener en cuenta que es de mucha importancia que los residuos orgánicos sean muy bien procesados y de buena manera para garantizar la seguridad alimentaria y la salud de los animales.

6.1 Evaluación de dos métodos de cocción de alimentación animal a partir de residuos orgánicos.

Para la evaluación de los dos métodos de cocción a partir de los residuos orgánicos se estudiaron los diferentes tipos de cocción que se pueden generar en un horno y las dos mejores opciones para este caso fue la cocción a vapor en horno como primer método, esta ayuda a la conservación de nutrientes y ablandamiento de los alimentos, aunque para este tipo de cocción sería indispensable un horno con capacidad de cocinar a vapor.

El segundo método es la cocción a alta o baja temperatura, si se utiliza la cocción a alta temperatura con esta se garantiza en gran parte la seguridad alimentaria ya que elimina los patógenos presentes en los residuos orgánicos, sin embargo, esto puede resultar en la pérdida de algunos nutrientes debido a la alta temperatura. Por otro lado, tenemos la cocción a baja temperatura, con este método los residuos orgánicos pueden cocinarse a bajas temperaturas en un horno durante un periodo de tiempo prolongado, esto ayuda a que se desactiven los anti nutrientes y también ayuda a mejorar la digestibilidad de los alimentos.

Mediante la evaluación de los métodos de cocción descritos anteriormente se pasará a escoger cual será el mejor para este proyecto y esto se hará teniendo en cuenta que productos son los más viables para la construcción del horno de cocción y de secado para alimento de animales.

6.2 Establecimiento de las necesidades energéticas para la cocción de alimentos en regiones no interconectadas.

Este proceso es muy importante para garantizar que las comunidades no interconectadas tengan acceso a una fuente de energía segura y sostenible con la que puedan cocinar los alimentos para sus animales, para esto se deben considerar una serie de pasos en los que se puedan identificar esas necesidades que se presentan en estas zonas rurales y aisladas.

Algunos de esos pasos claves para la identificación de las necesidades serían:

Primero una evaluación de las fuentes de energía disponibles para las regiones no interconectadas, en estas regiones es muy común que se utilicen fuentes como por ejemplo la leña o el carbón, pero como sabemos este tipo de fuentes son contaminante para la atmósfera y lo que se busca hoy en día es que los proyectos sean renovables y amigables para nuestro planeta, por lo que este caso lo más viable es la utilización de la energía solar como fuente principal de energía.

Otro paso sería la selección de tecnologías apropiadas, es decir, identificar tecnologías de cocina eficiente y limpia que se adapten a las necesidades de la comunidad y de la fuente de energía disponible para estas zonas.

Como otro paso también tenemos el establecimiento de la infraestructura, en este caso al tener como nuestra fuente principal a la energía solar este paso tendría que ver con la instalación del panel solar y el sistema de almacenamiento adecuado.

Además de que también se debe tener un plan de monitoreo y mantenimiento para poder establecer un sistema de seguimiento en el que se pueda evaluar la eficiencia y el funcionamiento de la tecnología que se está implementando y para garantizar la durabilidad de la instalación.

Por último, hay que tener una evaluación continua mediante la cual se podrá evaluar regularmente el impacto de la implementación de la solución energética en la calidad de vida de la comunidad y por ende en los animales.

Como un punto adicional e importante se debería de tener en cuenta la educación y capacitación para la comunidad para de esta manera estas personas se capaciten sobre el uso seguro y eficiente de esta tecnología y sobre las prácticas sostenibles relacionadas con la fuente de energía elegida, es decir, la energía solar aprovechadas por el panel solar. Esto hará que las comunidades no interconectadas se puedan concientizar sobre los beneficios ambientales y de salud, tanto para ellos como para sus animales, de la transición de las fuentes de energía más limpias.

6.3 Propuesta de la parte mecánica del sistema para la cocción de alimentos para animales.

Primeramente, hay que tener en cuenta cómo será la infraestructura del horno de cocción y para esto se empieza por la base, esta base será el puesto donde se colocará el horno para una mejor comodidad. En la tabla 1 se puede ver el tipo de material utilizado y sus medidas.



Figura 8. Base estructural
Fuente: Imagen propia

Tabla 1.

Materiales para el puesto base del horno

Puesto base del horno		
Material	Tamaño	Característica
Perfil estructural de aluminio	84,5 x 40 x 40cm	Patas y puesto del horno
Soportes para atornillar	Variado	Sostenimiento de la estructura
Tornillos	Variado	Sostén de la base

Fuente: Diseño propio

Nota: El orden de las medidas de la base es Alto x Ancho x Largo y se da en centímetros.

La siguiente parte mecánica que se tiene es la caja o infraestructura del horno, esta caja está elaborada en lámina de Aluminio resistente a las temperaturas que el horno genera.

*Figura 9. Lamina de Aluminio*

Fuente: Imagen propia

La infraestructura del horno tiene la función de cubrir la parte interna donde se realizará el proceso de cocción y secado, cabe resaltar que estas láminas planas fueron dobladas hasta poder tener la forma en la que encajen perfectamente y así darle el diseño que se quería.

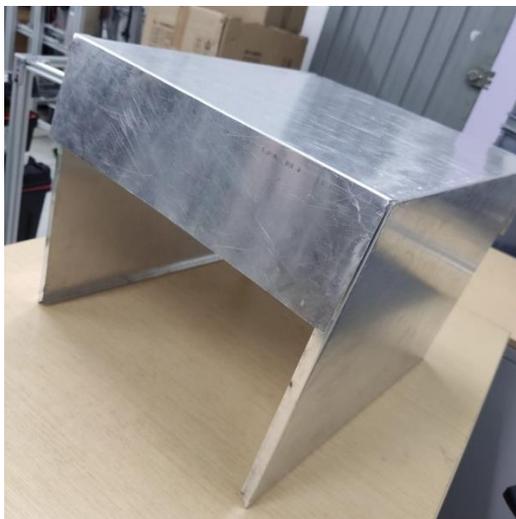


Figura 10. Caja-Infraestructura del horno

Fuente: Imagen propia

En la parte mecánica también se encuentra una banda transportadora que se utilizara para colocar los residuos orgánicos que se cocinaran, al principio de la banda se ingresan los residuos orgánicos que se cocinaran y los pellets que se secaran, cuando se halla hecho cada proceso el alimento podrá salir por la parte trasera de la banda.

Esta banda transportadora fue elaborada en perfil estructural de aluminio a los que se les anclo unos perfiles cuadrados de plástico en los cuales se colocaron los rodillos de acero donde se pone la malla y tiene una medida de 26cm de ancho por 40cm de largo. La banda será movida por un motor paso a paso Bipolar.

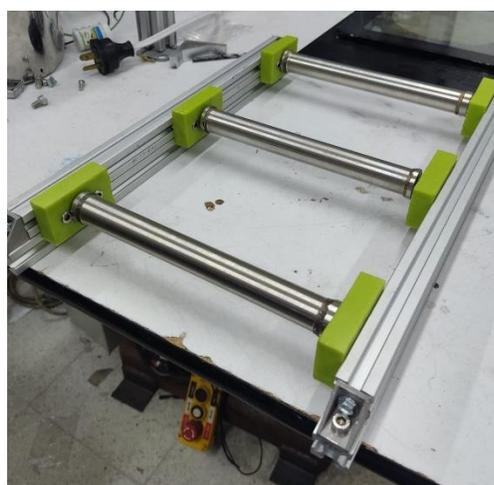


Figura 11. Infraestructura de la banda transportadora

Fuente: Imagen propia

6.4 Propuesta de la parte eléctrica del sistema para la cocción de alimentos para animales.

Primeramente, se piensa en la utilización de varias lámparas incandescentes las cuales sumadas dieran un total de 60W aproximadamente y teniendo en cuenta que estas fueran de 12V, el calor de dichas lámparas sería el encargado de la cocción y el secado de los alimentos. La primera idea era colocar las lámparas incandescentes esparcidas dentro de la estructura del horno.

A medida que se iba consultando las lámparas que servirían para este proceso, se encuentra una lámpara halógena (Bombillo Dicroico Halógeno) de 12V y 50W, en comunicación con el docente encargado de Mecanos para la paz se llegó a la conclusión de poder utilizar esta lámpara halógena para que sea la generadora de calor para la cocción y secado de alimentos.

Además, Las bombillas halógenas se calientan significativamente mas que las bombillas incandescentes tradicionales debido a su diseño, en general, la temperatura exterior de una bombilla halógena puede oscilar entre los 200 y 500 grados Celsius, estos factores pueden variar según factores como la potencia de la bombilla , el diseño específico y la eficiencia del sistema de disipación de calor.



Figura 12. Bombillo Dicroico Halógeno 50w – 12v, Modelo Mr16

Fuente: extraído de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-566250265-bombillo-dicroico-halogeno-50w-bi-pin-gu-53-12-voltios-_JM?searchVariation=173591512611#searchVariation=173591512611&position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=8f989627-645e-49e2-99f1-0dab497d6470

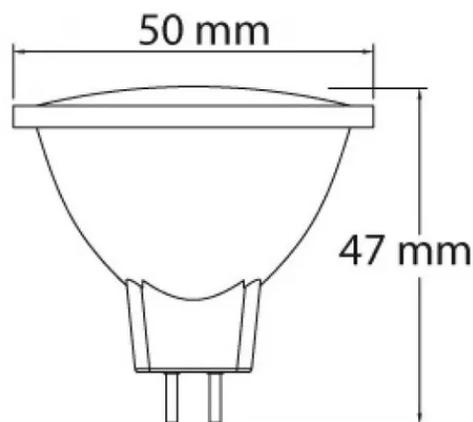


Figura 13. Medidas del bombillo Dicroico Halógeno

Fuente: Obtenido de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-566250265-bombillo-dicroico-halogeno-50w-bi-pin-gu-53-12-voltios-_JM?searchVariation=173591512611#searchVariation=173591512611&position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=8f989627-645e-49e2-99f1-0dab497d6470

6.5 Evaluación de dos métodos de secado de pellets para alimentación animal.

Mediante las investigaciones realizadas se puede ver que el secado del alimento es de mucha importancia ya que por medio de este hace que el alimento se conserve durante mucho más tiempo, es por eso que se buscan dos métodos de secado para pellets que puedan ser implementados para el proyecto. El primer método es el secado al aire libre, mediante este se exponen los alimentos a las condiciones ambientales para reducir su contenido de humedad y de esta manera prolongar su vida útil y preservar su calidad, este método es uno de los utilizados para la producción de alimentos para animales como los pellets, el heno y el pasto.

El segundo método es el secado en horno, en este método se utiliza el calor producido en el horno para la eliminación de la humedad, la diferencia con el método de secado al aire es que el secado en horno es un proceso más controlado y más rápido. Este método también es muy utilizado en la producción de alimento para animales como los pellets, croquetas y concentrados con el propósito de reducir la humedad a niveles más seguros para el almacenamiento y para preservar la calidad del alimento.

6.6 Propuesta de modificaciones al sistema de cocción para hacerlo utilizable en el proceso de secado.

La propuesta de modificación pensada para que sea funcional tanto para el sistema de cocción como para el de secado es la implementación de un sistema de flujo de aire. Este es un proceso mediante el cual se puede lograr una cocción más uniforme y eficiente del alimento, pero también servirá para hacer que el proceso de secado sea también más eficiente.

Este sistema de flujo de aire se dará mediante la implementación de un ventilador pequeño que estará anclado a la lámpara halógena, este sistema sirve para distribuir el calor dentro del horno de una forma uniforme, también favorece en la extracción de humedad y vapores que son liberados por los alimentos que se están cocinando, es aquí donde el flujo de aire se hace utilizable en el proceso de secado ya que al extraer la humedad hace que el proceso de secado sea más eficiente. Por último, la gestión adecuada del flujo de aire ayuda a controlar la temperatura, todo esto hace garantizar una mejor calidad y consistencia del alimento.

6.7 Modificaciones a la parte mecánica del sistema para la cocción de alimentos para animales.

Para la parte mecánica se tiene la inclusión de un sistema de riel o deslizador hecho en perfil estructural cuadrado, este riel servirá para la modificación que se presentará en la parte eléctrica que se describe en la siguiente sección. Además de esto, el riel está conectado a un motor paso a paso bipolar que cuente con un módulo driver de motor paso a paso A4988, esto también se conecta a un sistema de control que permita que el riel se mueva de lado a lado a través del alimento.

Para el proceso de cocción el riel o deslizador se moverá a una velocidad más lenta y con más ciclos de repetición de lado a lado que permita la cocción teniendo en cuenta el flujo de aire el cual será bajo para contener un poco el aire dentro del horno y pueda hacer que se cocine mejor el alimento.

Para el proceso de secado el riel se moverá a una velocidad más rápida y menos ciclos de repetición que permita el secado de los pellets además de que el flujo de aire será mayor para poder sacar el aire caliente que queda dentro y de esa manera el secado sea mas eficiente.



Figura 14. Sistema de riel
Fuente: Imagen propia

Además, cabe resaltar que este sistema de riel se anclara de los lados de la banda transportadora y al inicio de esta para cumplir la función de transportarse de lado a lado donde se coloque el alimento.



Figura 15. Riel/Deslizador anclado a la banda transportadora
Fuente: Imagen propia

A continuación, se procede a mostrar el tipo de motor y driver a utilizar:

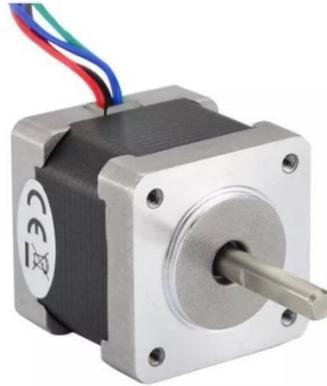


Figura 16. Motor paso a paso Bipolar

Fuente: Extraído de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-1056067698-nema-14-motor-paso-a-paso-bipolar-5-4-v-08-a-255ozin1-_JM#position=6&search_layout=stack&type=item&tracking_id=9b5aa1a7-525e-46be-859b-40af077e0d9f

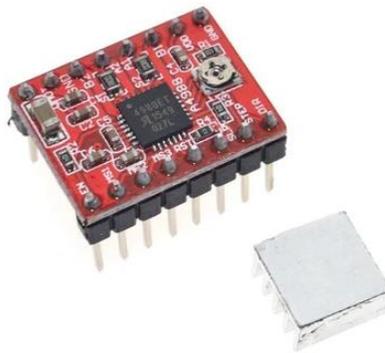


Figura 17. Modulo-Driver para motor paso a paso A4988

Fuente: Extraído de https://ferretronica.com/products/modulo-driver-para-motor-paso-a-paso-a4988?_pos=2&_sid=d3efa35cd&_ss=r

Otra de las modificaciones para la parte mecánica es la implementación de un extractor que se colocara en la parte superior de la caja del horno, la cual permitirá la extracción del vapor que se genere dentro del horno y así evitar la humedad ya que esta humedad puede traer afectaciones a la lampara halógena



Figura 18. Extractor de aire-vapor

Fuente: Extraído de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-592485082-extractor-ventilador-de-aire-12x12-cooler-12-voltios-dc-_JM#position=3&search_layout=stack&type=item&tracking_id=595b81cc-a1b4-49aa-a448-7d5cda3af989

6.8 Modificaciones a la parte eléctrica del sistema para la cocción de alimentos para animales.

Como se ve en el enunciado 6.4 propuesta de la parte eléctrica, se iba a utilizar lámparas incandescentes para que produjeran el calor para la cocción de los alimentos y estas estarían esparcidas dentro del horno.

Entre las modificaciones que se tienen en cuenta, se encuentra la idea de utilizar las lámparas empleadas en las farolas de los vehículos ya que estas generan una temperatura alta en calor. Este tipo de lámpara no se tuvieron en cuenta al final ya que no contaban con la característica de los 12V que se necesitan para este proyecto, la mayoría de estas se encontraban a 110V por lo que no nos sirve para este caso.

Es por eso que se vuelve a modificar la idea del tipo de lámpara que se utilizará y se opta por la opción de usar la lámpara halógena de 50W y que si cumple con la característica de ser a 12V. Esta lámpara será anclada al riel mencionado en el ítem anterior. También es de resaltar que entre las modificaciones se encuentra que la lámpara estará encendida a la misma potencia tanto en el proceso de cocción como para el proceso de secado a diferencia de lo que se tenía pensado de utilizar la alta y media potencia ya que el flujo de aire será el encargado de ayudar en el proceso de cocción y secado.

6.9 Selección del dispositivo de control y suministro energético.

Para el sistema de control se escoge un controlador o también llamado Modulo de desarrollo Amp-Esp32-s3 el cual permitirá controlar de manera adecuada el uso de la energía que se está empleando y los demás circuitos de motores y demás.

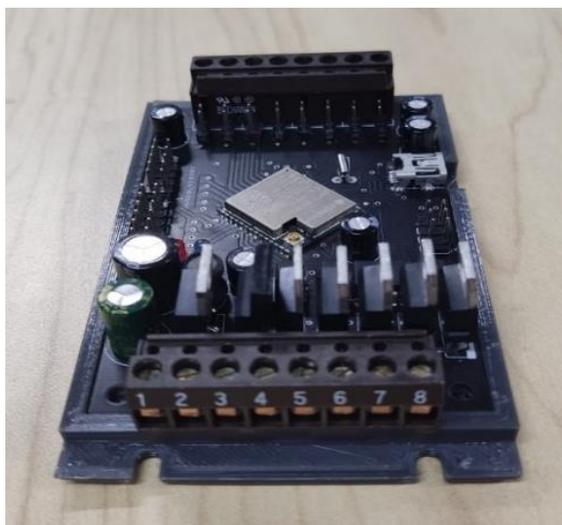


Figura 19. Dispositivo de control Amp-Esp32-s3

Fuente: Imagen propia

A continuación, se puede ver de forma detallada las partes del módulo de desarrollo.

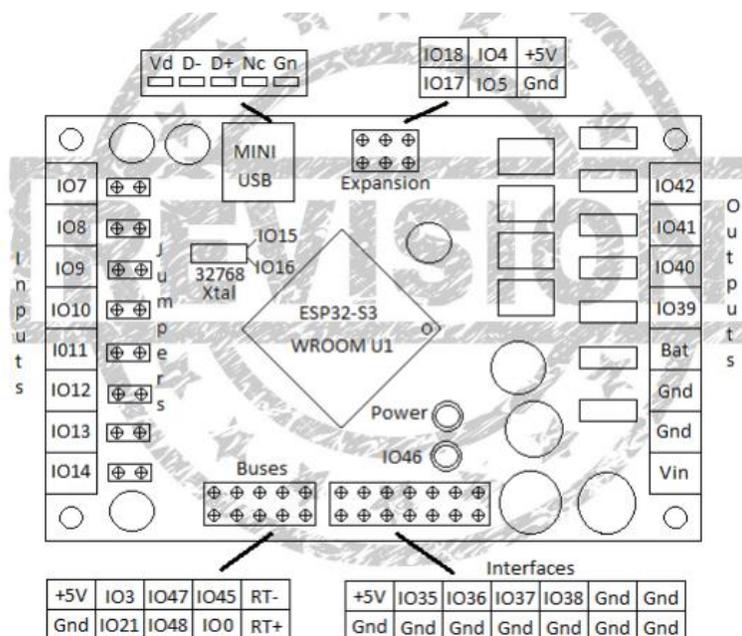


Figura 20. Partes del módulo de desarrollo

Fuente: Tomada del manual virtual del controlador

Mediante las siguientes tablas se explica de manera sencilla y concreta cada una de las partes del módulo de desarrollo también llamadas terminales de conexión, empezando por las terminales de conexión de salida (Outputs):

Tabla 2.
Terminales de conexión Output

Terminales de conexión (Outputs)		
Modulo	ESP32-S3	Destinación
Vin	-	Alimentación del módulo (Rango entre 10 y 30 VDC)
Gnd	GND	GND - común
BAT out	IO1	Salida de voltaje Vin mediante TIP 127
BAT in	IO6	Lectura de voltaje en el terminal BAT
Output 0	IO35	Salida mediante 100r hacia modulo relevos
Output 1	IO36	Salida mediante 100r hacia modulo relevos
Output 2	IO37	Salida mediante 100r hacia modulo relevos
Output 3	IO38	Salida mediante 100r hacia modulo relevos
Output 4	IO39	Salida mediante optoaislador y transistor TIP127
Output 5	IO40	Salida mediante optoaislador y transistor TIP127
Output 6	IO41	Salida mediante optoaislador y transistor TIP127
Output 7	IO42	Salida mediante optoaislador y transistor TIP127

Fuente: Tomado del manual virtual del controlador

Nota: En la tabla se muestra las terminales de salidas y su respectiva destinación

A continuación, se presentan las partes de entrada (Inputs) del controlador:

Tabla 3.
Terminales de conexión Input.

Terminales de conexión (Inputs)		
Modulo	ESP32-S3	Destinación
Input 0	IO7	Entrada 0 a 24 VDC. Impedancia 10k (240r al poner jumper)
Input 1	IO8	Entrada 0 a 24 VDC. Impedancia 10k (240r al poner jumper)
Input 2	IO9	Entrada 0 a 24 VDC. Impedancia 10k (240r al poner jumper)
Input 3	IO10	Entrada 0 a 24 VDC. Impedancia 10k (240r al poner jumper)
Input 5	IO11	Entrada 0 a 24 VDC. Impedancia 10k (240r al poner jumper)
Input 5	IO12	Entrada 0 a 24 VDC. Impedancia 10k (240r al poner jumper)

Input 6	IO13	Entrada 0 a 24 VDC. Impedancia 10k (240r al poner jumper)
Input 7	IO14	Entrada 0 a 24 VDC. Impedancia 10k (240r al poner jumper)

Fuente: Tomado del manual virtual del controlador

Nota: En la tabla se muestra las terminales de entrada y su respectiva destinación

Las siguientes partes que se describen a continuación son la MINI USB y la Expansión:

Tabla 4.

Terminales de conexión MINI USB y expansión

Modulo	Terminales de conexión (MINI USB y Expansión)	
	ESP32-S3	Destinación
USB Vd	No connected	
USB D-	IO19	Terminal negativo USB para programación del modulo
USB D+	IO20	Terminal positivo USB para programación del modulo
USB Gnd	GND	GND-común
RXD_1	IO18	Terminal de transmisión y/o puerto de entrada-salida
TXD_1	IO17	Terminal de recepción y/o puerto de entrada-salida
EXP 1	IO4	Terminales de expansión y/o puerto de entrada-salida
EXP 2	IO5	Terminales de expansión y/o puerto de entrada-salida
+5V	-	Salida de voltaje regulado
Gnd	GND	GND-común

Fuente: Tomado del manual virtual del controlador

Nota: En la tabla se muestra las terminales de la MINI USB y expansión con su respectiva destinación

Por último, se describen las terminales de conexión denominado buses y las terminales de Xtal:

Tabla 5.

Terminales de conexión Buses y Xtal.

Modulo	Terminales de conexión (Buses y Xtal)	
	ESP32-S3	Destinación
RT-	IO43, IO44, IO2	Terminal positivo de RS485 UART_0 (IO2=Enable)
RT+	IO43, IO44, IO2	Terminal negativo de RS485 UART_0 (IO2=Enable)
BUS 1	IO45	Puerto de entra/salida para SPI, I2C, Onewire (100r en serie)
BUS 2	IO0	Puerto de entra/salida para SPI, I2C, Onewire (100r en serie)
BUS 3	IO47	Puerto de entra/salida para SPI, I2C, Onewire (100r en serie)
BUS 4	IO48	Puerto de entra/salida para SPI, I2C, Onewire (100r en serie)
BUS 5	IO3	Puerto de entra/salida para SPI, I2C, Onewire (100r + PullUp)
BUS 6	IO21	Puerto de entra/salida para SPI, I2C, Onewire (100r + PullUp)
+5V	-	Salida de voltaje regulado
Gnd	GND	GND-común

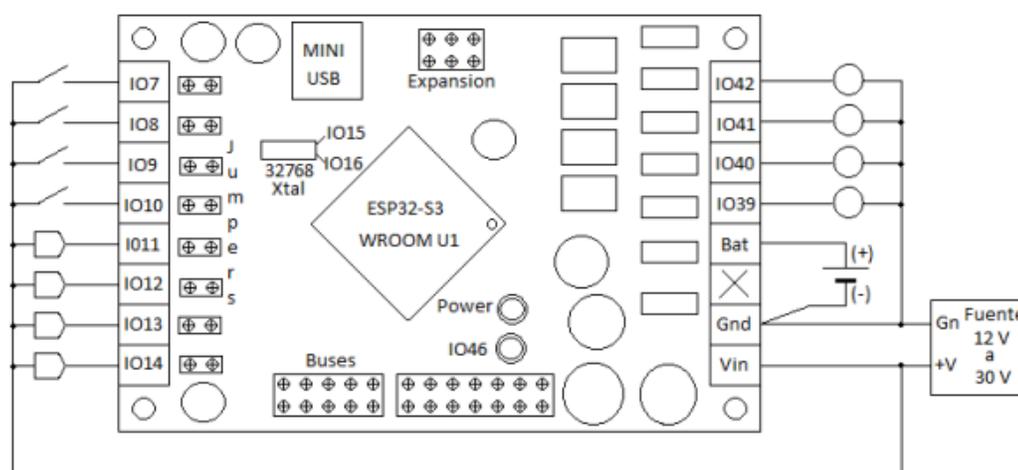
LED	IO46	Led para indicación de estados de la aplicación
Xtal_32k_P	IO15	Cristal de 32760Hz
Xtal_32k_N	IO16	Cristal de 32760Hz

Fuente: Tomado del manual virtual del controlador

Nota: En la tabla se muestra las terminales de los buses y Xtal con su respectiva destinación

En la siguiente figura se puede visualizar el esquema de conexiones que presenta en controlador Amp-Esp32-s3

Figura 21. Conexiones de módulo de desarrollo



Fuente: Tomada del manual virtual del controlador

El controlador presenta una serie de características y se describen las más importantes a continuación:

1. Es un módulo listo para el desarrollo directo de aplicaciones de IOT y control.
2. Módulo basado en el SOC ESP32-s3-WROOM-U1-N4, implementado sobre el procesador de 32 bits LX7 de Xtensa® con dos núcleos con soporte de hasta 240 MHz con 384KB de ROM, 512KB de RAM y 16KB de RTC-RAM.
3. Comunicación Wifi 802.11b/g/n, 1T1R con velocidad de transmisión hasta de 150Mbps con aplicaciones de Wifi MAC/BB/RF/PA/LNA//BLE.
4. Soporta comunicación BLE5.0, Bluetooth a 125Kbps, 500Kbps, 1Mbps, 2Mbps.
5. Soporta múltiples modos de bajo consumo con Corrientes menores que 8uA.

6. Permite el desarrollo de aplicaciones de IOT y control desde entornos de desarrollo IDF, VisualStudio code, Arduino y Open MgdEsp.
7. Salidas opto aisladas mediante transistor y transistor TIP127 que permite el manejo de cargas de hasta 2 Amperios.
8. Conectores tipo Header para la conexión directa de diferentes tipos de sensores mediante SPI, I2C, Onewire, y similares.
9. Bus RS485 para la conexión a dispositivos HMI y otros con protocolos industriales tipo Modbus.
10. Entradas con divisor de tensión y pullDown de 10k y con posibilidad de adición de pullDown de 240r mediante Jumper para la entrada de señales de corriente 4 a 20 mA.

Por último, se describen las especificaciones del controlador:

Dimensiones de 87mm x 57mm.

Base plástica para fijación.

Conexión tipo SLA para antena externa.

Flash SPI de 4 MB.

Alimentación con voltajes entre 10 y 30 VDC.

Entradas de voltajes entre 0 y 10 VDC con soporte Hasta 30 VDC

Para el suministro energético del proyecto se tiene la implementación de energía fotovoltaica, permitiendo el aprovechamiento de la luz solar, para este sistema se escoge un panel solar plegable Dokio de 80Watts y 12Volts monocristalino con los que se cuenta en la Institución Universitaria Pascual Bravo, se escoge este tipo de panel solar ya que se quiere generar un proyecto con ahorro energético y amigable con el medio ambiente.



Figura 22. Panel solar plegable Dokio 80W – 12V monocristalino
Fuente: Imagen propia

6.10 Tabla de variables de entrada y salida del sistema de control.

Tabla 6.

Tabla de variables de entrada y salida

Tabla de variables sistema de control	
Entradas	Salidas
Botón de Start	Motor banda transportadora
Botón de Stop	Motor de movimiento de la lampara
Sensor de temperatura	Lampara

Fuente: Diseño propio

Nota: Se definen las entradas y salidas del sistema de control.

Con base en la información de la tabla 6, se procede a realizar una breve explicación de cada una de las variables descritas empezando por las variables de entrada:

El botón de Start es el encargado de encender o iniciar el ciclo de funcionamiento, en este caso es el encargado de iniciar el sistema de los motores y la lampara.

El botón de Stop se usa como un mecanismo de parada y cumple la función de que al presionarse detiene inmediatamente todas las operaciones del sistema, este botón es de gran

importancia ya que en casos de emergencia o riesgo permite la interrupción de lo que se este realizando, brindando seguridad al dispositivo y al operador.

El sensor de temperatura permite la medición de la temperatura del horno y además de esto permite el control del mismo, La información del sensor se utiliza para controlar la temperatura del horno. Si la temperatura medida se desvía de la temperatura objetivo, el sistema de control del horno toma medidas correctivas para aumentar o reducir la potencia de calentamiento. Esto asegura que la temperatura se mantenga en el rango deseado.

A continuación, se procede a describir las variables de salida del sistema de control:

El motor de la banda transportadora cumple la función de hacer que la banda se pueda mover a través de los rodillos que la componen, cabe resaltar que esta banda es la parte donde se podrán colocar los residuos orgánicos que se van a cocinar por lo que es muy importante que esta variable de salida sea funcionable y pueda hacer mover la banda.

El motor de movimiento de la lampara es el que permite que el riel al que está anclado la lampara pueda moverse de lado a lado a través de los residuos orgánicos a cocinar.

Por ultimo la lampara es la que genera el calor con el que se puede cocinar el alimento y de igual manera secar lo alimentos cambiando las medidas de cuando se esta cocinando.

6.11 Secuencia de control del horno para la cocción y el secado de alimentos para animales.

Para la secuencia de control se sigue una serie de pasos que permiten que el horno de cocción y secado funcione de una manera correcta y eficiente.

Primeramente, se toma la energía a través del panel fotovoltaico que será utilizada para empezar el funcionamiento del horno. De igual forma se procede a activar el sistema de control del horno para regular de manera correcta la energía almacenada tomada mediante el panel.

Cuando el sistema de control tiene todo bajo control se inicia la fase previa a la cocción mediante un precalentamiento del horno y seguido se dispone a empezar el proceso de cocción introduciendo los residuos orgánicos dentro del horno y activando la lámpara a una alta potencia, de igual manera se da la activación del riel anclado a la lámpara para que se vaya trasladando a

través de los residuos a cocinar. Por consiguiente, se procede a activar el sistema de flujo de aire para cocción de alimentos. Mediante el sistema de control se va teniendo la regulación de temperatura adecuada para la cocción.

Al terminar el proceso de cocción se procede a dar la activación del proceso de secado utilizando la lámpara a una media potencia y modificando el sistema de flujo de aire para que el proceso de secado sea el correcto.

6.12 Protocolo de pruebas del sistema de cocción y secado.

El protocolo de pruebas basado en el sistema de cocción y secado permite tener los datos de temperatura alcanzada por el horno tanto para la cocción como para el secado, el tiempo de operación para cada sistema y la cantidad de alimento que puede cocinar en cierto tiempo determinado.

Es por eso que se requiere una serie de pasos que permitan la obtención de dichos datos, como primero tener a la mano todos los instrumentos necesarios para la prueba, dichos instrumentos se verán descritos en la Tabla 3

Tabla 7.

Materiales para protocolo de pruebas

Materiales protocolo de prueba	
Instrumento	Característica
Sistema de cocción y secado	Horno
Termómetro	Tomar temperatura
Temporizador de reloj	Tomar tiempos
Utensilios de cocina necesarios	Bandejas, cuchillos, cucharas, etc.
Alimentos a cocinar y secar	Residuos orgánicos y Pellets
Libreta y lapicero	Registro de datos de las pruebas

Fuente: Diseño propio

Nota: Enseña los materiales y/o instrumentos necesarios para realizar el protocolo de pruebas

Cabe resaltar que antes de iniciar los procesos de prueba se debe revisar que todo este correcto y bien conectado, como por ejemplo verificar el almacenamiento de energía del panel, verificar que el sistema de control este correctamente y todo seguro.

La cocción de residuos orgánicos para la preparación de alimento para animales por lo general tiene unas temperaturas de cocción típicas de entre 60°C a 80°C o más ya que con estas temperaturas se permite eliminar los patógenos y antinutrientes presentes en dichos residuos.

Para el protocolo de prueba del sistema de cocción se dispone al encendido de la lámpara para un previo calentamiento hasta los 40°C, esto para ir calentando el horno de a poco para ingresar los residuos orgánicos. Luego se ingresa los residuos orgánicos que serán cocinados. Al tener los residuos dentro del horno se activa el flujo de aire para el proceso de cocción y la velocidad del riel lenta con más ciclos de repetición de pasada.

Datos obtenidos: La temperatura ideal alcanzada para la cocción de alimentos fue de entre 70°C a 80°C y esta se pudo obtener en un lapso de tiempo de 5min.

Manteniendo este rango de temperatura se pudo realizar el proceso de cocción de alimentos en un tiempo de 20min.

Para el secado de los pellets de alimentación animal la temperatura de secado a menudo se sitúa entre un rango de 70°C a 90°C, por lo que utilizando las temperaturas utilizadas en la cocción (70°C a 80°C) y modificando el flujo de aire se puede alcanzar un secado efectivo de los pellets.

Para el protocolo de prueba de sistema de secado se modifica el sistema de flujo de aire para que sea correcto el proceso de secado y se modifica la velocidad del riel a una más rápida que la velocidad de la cocción y menos ciclos de repetición de pasada. Se ingresan los Pellets y se proceden a tomar los mismos datos anteriores que con la cocción.

Datos obtenidos: Utilizando las temperaturas de entre 70°C a 80°C que se produjo en la cocción, el proceso de secado de pellets teniendo en cuenta la humedad se da un tiempo de 30min aproximadamente.

El tiempo de secado siempre dependerá de la humedad del alimento que se vaya a secar, por lo que si el alimento tiene mucha humedad el proceso de secado tomará más tiempo a diferencia de un alimento que tenga poca humedad.

7. Conclusiones

-La implementación del flujo de aire fue una gran opción ya que este permitió que el proceso de cocción y secado fueran mas efectivos porque por medio de este se podía regular el aire caliente dentro del horno, para el caso de la cocción manteniendo el aire para que el calor pueda cocinar el alimento y para el caso del secado haciendo que el aire caliente se distribuyera y saliera para que los pellets fueran secados. Además, la implementación de este flujo de aire permitió que la lampara no tuviera que ponerse a alta potencia y media potencia, sino que este siempre encendida en la misma potencia y con la ayuda del flujo de aire realizar los procesos.

-La lampara Halógena para el sistema eléctrico termina siendo la mejor opción por las características que presentan y a diferencia de utilizar varias lámparas incandescentes para generar calor se puede utilizar una sola lampara que pueda cumplir esta misma función y a la vez permita que el proyecto sea de carácter de ahorro energético.

-Implementar el extractor en la parte superior de la cubierta del horno hizo posible que el vapor saliera cuando se debía para evitar la humedad dentro del horno debido a los vapores, esto permite un mayor tiempo de vida para la lampara ya que evitando esa humedad se cuida la lampara de posibles daños.

-El dispositivo de control utilizado es un dispositivo muy completo que permite diversidad de funciones para el control y manejo de las necesidades energéticas del horno y de igual manera para las necesidades mecánicas como el manejo de los motores para el movimiento de la banda y el riel/deslizador.

-La utilización de un panel solar plegable hace que el transporte sea mucho más fácil para estas zonas interconectadas, ya que al poderse doblar es mucho más cómodo transportarlo e instalarlo fácilmente y además de que no pesa ni incomoda su traslado, de igual manera las características de dicho panel son muy buenas para aportar a la eficiencia energética y cuidado del planeta que se recomienda hoy en día.

8. Recomendaciones

-Realizar un encendido previo antes de ingresar los alimentos a cocinar para que el horno vaya alcanzando la temperatura deseada.

-Para la seguridad del operador es importante que se utilicen guantes y utensilios adecuados para evitar quemaduras.

-Es importante tener el horno limpio para evitar la acumulación de residuos que puedan afectar los demás procesos de cocción y secado.

-Estar siempre atento a los tiempos de cocción y secado para que evitar o que se quemen o que queden crudos.

-Colocar siempre los residuos orgánicos y pellets en el sitio exacto donde la lampara realizara el movimiento para que la cocción y secado sean eficientes.

-Recordar manipular la lampara cuando esta se haya enfriado ya que este tipo de lámparas alcanzan temperaturas bastante altas.

-Mantener siempre el horno en un sitio donde no se moje para evitar la oxidación de las partes metálicas que componen el horno o el desgaste de demás materiales como el aluminio.

9. Referencias bibliográficas

- C. M. Bourgeois y B. K. Bala. (s.f.). *Drying of Agricultural Crops and Animal Feeds*. Aicad Business School. (05 de Noviembre de 2021). Obtenido de <https://www.aicad.es/eficiencia-energetica>
- al, K. e. (2016). *Effect of Medium Pressure UV Lamps on Drying Kinetics and Nutritional Quality of Animal Feedstuffs*.
- Al-Juhani, A. M., & Nizami, A. S. (2021). *Review on solar drying of agricultural products*. *Renewable Energy*.
- APPA. (2023). *¿Qué es la energía fotovoltaica?* Obtenido de Appa renovables: <https://www.appa.es/appa-fotovoltaica/que-es-la-energia-fotovoltaica/>
- BBVA. (2023). *¿Qué es la eficiencia energética y cómo se calcula?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-eficiencia-energetica-y-como-se-calcula/>
- Boksar, R. B. (2019). LO CRUDO Y LO COCIDO. UNA NUEVA APROXIMACIÓN A LOS “CERRITOS DE INDIOS. *Revista Uruguaya de Antropología y Etnografía*.
- Dictionary, B. B. (s.f.). *Corriente eléctrica*. Scientific Committees.
- Duarte Forero, J., & Amador Diaz, G. . (2013). *Desarrollo de ecuaciones de sintonía para controladores tipo PID aplicados al control de temperatura en intercambiadores de calor*. INGE@UAN - TENDENCIAS EN LA INGENIERÍA.
- EnergyEducation. (2023). Obtenido de Enciclopedia de Energia: https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Luz_solar
- ESSA. (2023). *¿Qué es la energía eléctrica?* Obtenido de <https://www.essa.com.co/site/comunidad/portal-kids/aprende-sobre-la-energia/-que-es-la-energia-electrica>
- Garda, M. (2020). *Técnica del manejo de los alimentos*. . (3a. Ed.).
- LARROUSSE. (2023). *Cocción*. Obtenido de Larousse Cocina Diccionario Gastronomico: <https://laroussecocina.mx/palabra/coccion/>
- Laudan, R. (2019). *Gastronomía e imperio. La cocina en la historia del mundo*. (1a ed en español).
- M. Al-Amin and M. S. Islam. (2021). *Design of an Intelligent Temperature Controller of Furnace System using the Fuzzy Self-tuning PID Controller*. Khulna, Bangladesh:

International Conference on Electronics, Communications and Information Technology (ICECIT).

Mohapatra, D., & Misra, S. ((2017)). *Food dehydration: A review. International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*. 10(4), 393-404.

Núñez, L.B. . (s.f.). *Ahorro y eficiencia energetica*. Manual practico para el consumidor y usuario n°66. .

Pajares Moreno, B.; Peris Fajarnes, G.; Moncho Santonja, M.; Garrigós Simón, FJ.; Lengua Lengua, I. (2019). *Análisis de la cocción de alimentos precocinados mediante tecnología de infrarrojos*. Editorial Universitat Politècnica de València.

Pareja, M. (s.f.). *Radiacion solar y su aprovechamiento energetico*. MARCOMBO S.A.

RAE. (2023). *Diccionario de la Lengua Española*. Real Academia Española.

Sánchez-Silva, L., López-González, L. M., & Carmona-Quiroga, P. M. (2020). *Drying of agricultural and food products using solar energy: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

SLAVOVA, Y. y MARINOVA, M. (2019). *Sobre la determinación de la eficiencia energética del horno eléctrico*. Varna, Bulgaria: 16.^a Conferencia sobre máquinas eléctricas, accionamientos y sistemas de potencia (ELMA) .

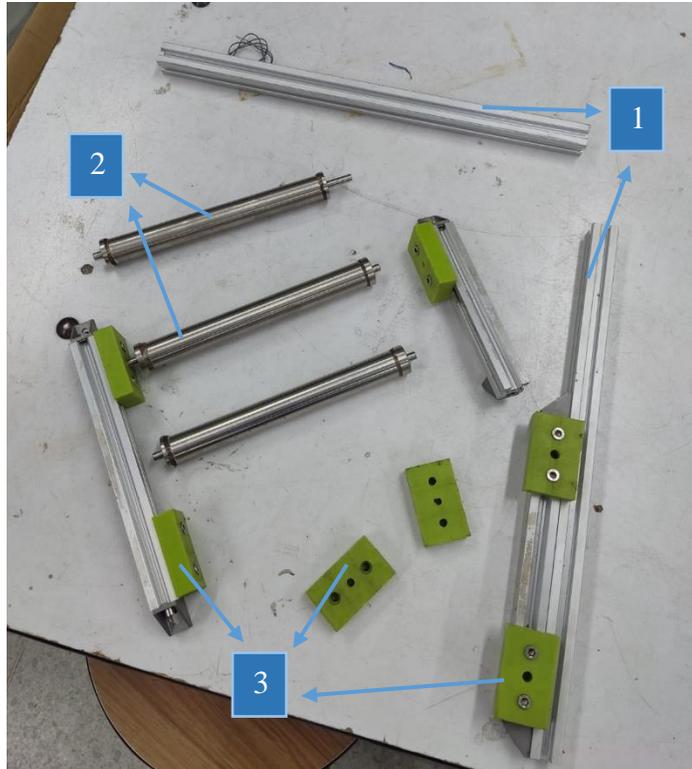
ujaen. (2023). *Secado*. Obtenido de Universidad de Jaen:

http://www4.ujaen.es/~ecastro/proyecto/operaciones/materia_calor/secado.html

Yebra, J.A. (2009). *Sistemas electricos de distribucion*. . (1a. Ed.).

10. Anexos

Anexo 1. Elementos para la construcción de la banda transportadora



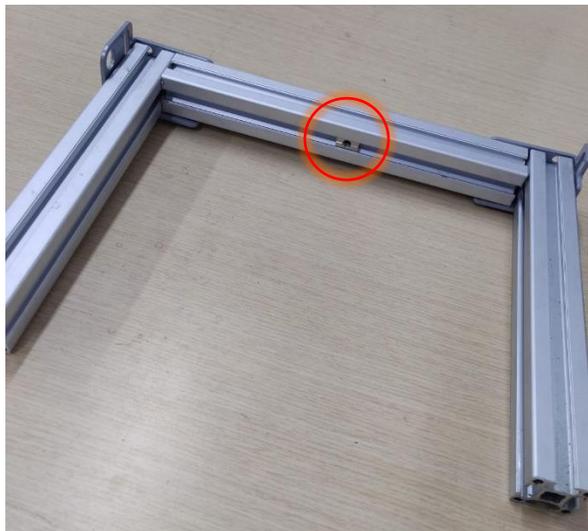
Para una mejor explicación se enumera cada uno de los elementos para mejor comprensión y se describe a continuación:

1. Perfil estructural de aluminio para la base de la banda transportadora
2. Rodillos en acero por donde se transportará la malla.
3. Perfiles cuadrados en plástico para colocar cada uno de los rodillos.

Y como punto adicional mencionar que en la imagen no se visualiza la malla metálica que se utilizara para la banda.

Anexo 2. Trabajo en el anclaje del riel/deslizador

Con el presente anexo 2 se evidencia el trabajo en el laboratorio.

Anexo 3. Explicación riel/deslizador

La parte señalada en el anexo 3 es donde se ancla la lámpara y este mediante el motor puede deslizarse de lado a lado para que cumpla la función mencionada en el enunciado 6.7

“Modificaciones a la parte mecánica del sistema para la cocción de alimentos para animales.”

Anexo 4. Partes de anclaje

Estos perfiles metálicos fueron los utilizados para la mayor parte de anclaje del proyecto gracias a su exactitud en ángulos de 90°