



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE MECATRÓNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASISTENTE DE COCINA TIPO WOK PARA
UN RESTAURANTE CON MOVIMIENTO ANGULAR Y CONTROL DE FLAMA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniera en Mecatrónica**

AUTOR: LESLY JAZMÍN AMAGUA BARRIONUEVO

TUTOR: FABIO EDUARDO OBANDO HERRERA

Quito – Ecuador

2023

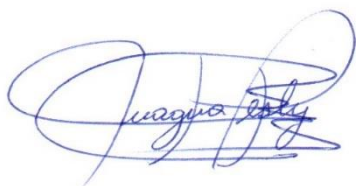
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Lesly Jazmín Amagua Barrionuevo con documento de identificación N° 1718919184 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 18 de septiembre de 2023

Atentamente,



Lesly Jazmín Amagua Barrionuevo

1718919184

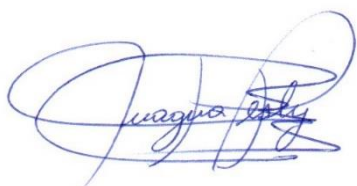
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Lesly Jazmín Amagua Barrionuevo con documento de identificación No. 1718919184, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Dispositivo Tecnológico: “Diseño y Construcción de un Asistente de Cocina Tipo Wok para un Restaurante con Movimiento Angular y Control de Flama”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que haga la entrega del trabajo final en formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 18 de septiembre de 2023

Atentamente,



Lesly Jazmín Amagua Barrionuevo

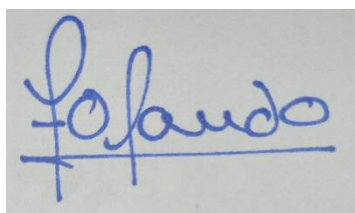
1718919184

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fabio Eduardo Obando Herrera con documentación de identificación N° 1707982169, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ASISTENTE DE COCINA TIPO WOK PARA UN RESTAURANTE CON MOVIMIENTO ANGULAR Y CONTROL DE FLAMA, realizado por Lesly Jazmín Amagua Barrionuevo con documento de identificación N° 1718919184, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Dispositivo Tecnológico que cumple con todos los requisitos determinando por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 18 de septiembre de 2023

Atentamente,



Ing. Fabio Eduardo Obando Herrera MSc.

1707982169

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, que fueron el motor esencial que hizo posible que cumpliera esta meta, gracias por apoyarme, darme amor y nunca dejarme sola en esta locura que fue querer ser ingeniera, no podría haberlo hecho sin ustedes.

A mi mejor amiga, Abigail, que a pesar de la distancia siempre estuvo conmigo cuando la necesitaba, apoyándome, dando ánimos y fuerzas para concretar este trabajo, te quiero mucho y siempre te estaré agradecida por nuestra amistad.

De igual manera quiero dedicar este trabajo a cada una de las personas que siempre me apoyaron y me motivaron a seguir adelante cada vez que contaba que quería ser una ingeniera mecatrónica, todos esos mensajes se quedaron en mí y fueron un empujoncito cada vez que sentía que no se podía.

Lesly Jazmín Amaga Barrionuevo

AGRADECIMIENTOS

Al culminar este trabajo de titulación, quiero agradecer de la manera más sincera a mis padres por brindarme todo el apoyo para poder cumplir esta meta, sus palabras de aliento y constantes motivaciones me permitieron llevar a cabo este proyecto. Gracias por siempre acompañarme y haber confiado en mí, aun cuando el camino ha sido largo, lo hemos conseguido.

Un agradecimiento especial a todos los docentes que formaron parte de esta aventura, me llevo, no solo, grandes enseñanzas de cada uno de ellos, además conocí las grandes personas que guardan esos profesionales. Dentro de ellos gracias al Ing. Fabio Obando y al Ing. Ricardo Zapata por haber contribuido y guiado de manera adecuada este trabajo, les agradezco mucho la disposición y todas las sugerencias que me supieron ofrecer en este trabajo. De igual manera al Ing. Pablo Larrea que puso a disposición su tiempo para ayudarme en este trabajo.

A los amigos que hice en el transcurso de todo este camino, hemos compartido un largo camino para poder llegar hasta aquí y espero que todos consigamos seguir cumpliendo más metas a lo largo de nuestras vidas.

Lesly Jazmín Amaga Barrionuevo

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	III
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRAC	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO 1	4
MARCO TEÓRICO	4
1.1. Maquinaria en la industria alimentaria	4
1.2. Asistentes de cocina en la actualidad	4
1.3. Tiempos de cocción	5
1.3.1. Tallarines	5
1.3.2. Verduras y vegetales	6
1.3.3. Salsas	7
1.4. Gas licuado de petróleo (GLP)	7
1.4.1. Poder calórico del GLP	8
1.5. Quemadores Industriales	8
1.6. Wok de cocina	9
1.7. Microcontrolador	9
1.8. Movimiento angular	10

CAPÍTULO 2.....	11
ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	11
2.1. Detalle de alternativas de solución y análisis cualitativo	11
2.1.1. Alternativa 1: BATIDORA INDUSTRIAL	11
2.1.2. Alternativa 2: WOK DE COCINA CON MOVIMIENTO ANGULAR Y CONTROL DE FLAMA	12
2.1.3. Alternativa 3: COCINA INDUSTRIAL	13
2.2. Análisis cuantitativo de alternativas	14
2.3. Selección de alternativa con mayor puntaje.....	15
CAPÍTULO 3.....	16
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	16
3.1. Cargas de trabajo	16
3.1.1. Peso final de la máquina.....	16
3.1.2. Carga sujeta al movimiento del motor	16
3.2. Cálculos.....	16
3.2.1. Cálculo del eje.....	16
3.2.2. Torque necesario del motor.....	20
3.2.3. Potencia del motor.....	21
3.3. Simulaciones.....	23
3.3.1. Simulación de estructura base de la máquina.....	23
3.4. Resultados de simulación	24
3.4.1. Deformaciones	24
3.4.1.1 <i>Deformación XX</i>	25
3.4.1.2 <i>Deformación YY</i>	26
3.4.2. Factor de seguridad	26
3.5. Simulación de la parte electrónica	28
3.5.1. Control de la planta	28
3.5.2. Diagrama de flujo del control del quemador.....	29
3.5.3. Diagrama de conexiones del Arduino	30
3.5.4. Diagrama de potencia del motor	31
3.6. Boceto de la máquina	32
CAPÍTULO 4.....	33
ANÁLISIS Y RESULTADOS	33
4.1. Resultados.....	33

4.1.1. Pruebas de funcionamiento	35
4.2. Análisis y discusión	37
4.3. Análisis económico.....	38
4.3.1. Costos directos	39
4.3.2. Costos indirectos	40
4.3.3. Mano de obra.....	40
4.3.4. Resumen de costos y precio de la máquina.....	40
CONCLUSIONES.....	42
RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	45
ANEXOS	48
5.1. Ficha Técnica EJE ACERO INOXIDABLE (DIPAC)	49
5.2. Ficha Técnica: TUBO CUADRADO ACERO INOXIDABLE (DIPAC).....	50
5.3. Ficha Técnica: PLANCHA ACERO INOXIDABLE (DIPAC).....	51
5.4. Construcción de la máquina	52
5.5. Planos de la máquina.....	55
5.6. Código de programación para la máquina.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Ejemplos de la maquinaria auxiliar en el sector alimenticio [4].....	4
Fig. 2 Ayudante de cocina Self Cooking Center. [6]	5
Fig. 3 Cilindros de gas donde se almacena el GLP en estado líquido. [16].....	7
Fig. 4 Tipos de quemadores industriales (a) Llama continua (b) Radiales [20].....	8
Fig. 5 Wok de cocina [22].....	9
Fig. 6 Alternativa 1: Batidora Industrial [27].....	11
Fig. 7 Alternativa 2: Wok de cocina [28].....	12
Fig. 8 Alternativa 3: Cocina Industrial [29]	13
Fig. 9 Límite de elasticidad del AISI 304	17
Fig. 10 Representación de concentración del lugar para calcular el torque necesario.....	20
Fig. 11 Estructura base diseñada en Inventor	23
Fig. 12 Características del material en Inventor.....	23
Fig. 13 Deformación Equivalente lado izquierdo	24
Fig. 14 Deformación equivalente lado derecho	25
Fig. 15 Deformación XX	25
Fig. 16 Deformación YY	26
Fig. 17 Factor de seguridad estructura base	27
Fig. 18 Factor de seguridad y Localización de los puntos donde se encuentra	27
Fig. 19 HD103-110 Controlador de quemador [31]	28
Fig. 20 Diagrama de flujo	29
Fig. 21 Diagrama conexión Protoboard-Arduino	30
Fig. 22 Diagrama de fuerza del Motor en CadeSimu.....	31
Fig. 23 Vista esquemática de la máquina.....	32
Fig. 24 Vista frontal de la máquina terminada.....	33
Fig. 25 Resultado final de las verduras fritas.....	34
Fig. 26 Corte y dobléz de la estructura	52
Fig. 27 Disposición de lugares (olla y motor).....	52
Fig. 28 Sistema del movimiento giratorio.....	53
Fig. 29 Vista general de la estructura de la máquina terminada	53
Fig. 30 Sistema eléctrico y de control.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tiempos de cocción (al vapor y hervidos) de varias verduras y vegetales.	6
Tabla 2	Tiempos de cocción de salsas.....	7
Tabla 3	Análisis cualitativo Alternativa 1	11
Tabla 4	Análisis cualitativo Alternativa 2.....	12
Tabla 5	Análisis cualitativo Alternativa 3	13
Tabla 6	Proceso de evaluación de las distintas alternativas	14
Tabla 7	Evaluación de las alternativas	14
Tabla 8	Peso total la máquina.....	16
Tabla 9	Carga que moverá el motor	16
Tabla 10	Características del motor seleccionado	22
Tabla 11	Especificaciones Técnicas del HD103-110.....	28
Tabla 12	Partes de la máquina.....	32
Tabla 13	Registro de resultado de pruebas.....	36
Tabla 14	Precio de los componentes mecánicos	39
Tabla 15	Precio de los componentes electrónicos	39
Tabla 16	Costos Indirectos	40
Tabla 17	Mano de obra.....	40
Tabla 18	Costos finales	41

RESUMEN

En el siguiente documento se detalla el diseño y construcción de un wok de cocina que permita realizar la tarea de mantener un movimiento giratorio constante, que será útil para llevar a cabo tareas como revolver fideos con verduras, al igual que realizar salsas de manera autónoma. Permitiendo, de esta manera, librar al operario de este trabajo; brindando la posibilidad de ocupar ese tiempo en otras tareas que requieran estrictamente de su presencia.

Se plantea que este dispositivo puede implementarse en un espacio determinado y no presente ningún riesgo significativo para cualquier persona que vaya a operarlo. Con dicha especificación, se implementará un control de flama que garantice seguridad, dado que la máquina trabajará con GLP.

Ante las consideraciones previas necesarias, y siguiendo todas las normas requeridas para implementar un equipo de cocina, se propone que la planta conste de un sistema mecatrónico que asegure el movimiento angular necesario y el control de flama asignado.

Palabras clave: Control de flama, movimiento angular, sistema mecatrónico

ABSTRAC

The following document details the design and construction of a kitchen wok that allows the task of maintaining a constant rotating movement, that will be useful to carry out tasks such as stirring noodles with vegetables, as well as making sauces autonomously. Allowing, in this way, to free the operator from this work; allowing you to occupy that time in other tasks that strictly require your presence.

It is proposed that this device can be implemented in a given space and does not present any significant risk to anyone who is going to operate it. With this specification, a flame control will be implemented to guarantee safety, since the machine will work with LPG.

Given the necessary preliminary considerations, and following all the rules required to implement a kitchen equipment, it is proposed that the plant consists of a mechatronic system that ensures the necessary angular movement and assigned flame control.

Key words: Flame control, angular motion, mechatronic system

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La incursión que la tecnología tiene en la actualidad es tan amplia, que cada área se ve necesitada de algún tipo de maquinaria para solventar ciertas necesidades, mejorar la calidad de las actividades o encontrar una mano que aliviane el trabajo en muchos de los casos. Una de las áreas que pueden verse beneficiada con la implementación de algún tipo de maquinaria es el área de la gastronomía. El no utilizar las nuevas tecnologías en las cocinas limita a lograr objetivos diferentes. [1]

Debido al crecimiento en la demanda que los restaurantes han experimentado en los últimos años (ocasionado por el estilo de vida moderno) [2], estos establecimientos requieren de un medio que les permita producir platillos de manera rápida y constante sin perder la calidad que caracteriza a los mismos. A esto se suma que la cantidad de personal no siempre abastece la ayuda necesaria en un momento pico de la producción. Los accidentes en la cocina también forman parte de los problemas a los que se enfrentan día a día, al estar expuesto a altas temperaturas y con sustancias que a veces pueden llegar a irritar o quemar la piel, como en el caso del aceite. Con esto en mente, la eficiencia del lugar se ve reducida viéndose reflejado en pérdidas económicas y de futuros clientes.

En muchos casos el acceso a maquinaria industrial de este tipo también llega a ser demasiado costosa y difícil de usar. Esto dificulta las mejoras en el ámbito laboral, y se tiende a recurrir a medios que a largo plazo no cumplen con la demanda establecida. Si no se conoce como manipular la máquina no se obtiene el beneficio completo y la inversión queda obsoleta. Las limitaciones que este acarrea generan gastos innecesarios y acumulación de instrumentos de trabajo que restan beneficios en las tareas.

JUSTIFICACIÓN

Ante estos limitantes radica la importancia de la construcción de un elemento que aliviane la carga de trabajo. Una vez establecido los puntos en los que se podría colaborar, se pretende estimar el mayor alcance para poder minimizar los problemas y brindar las mejoras necesarias. Mismas que deben conseguirse sin que la máquina afecte directamente en el estilo de trabajo, pudiéndose adecuar a los tiempos y maneras que chefs y personal tiene en su respectivo establecimiento.

Este trabajo pretende llegar a término con varios aportes entre ellos: la optimización de tiempos, favorecer en las actividades del personal, reducir los accidentes de cocina y brindar un componente que sea sencillo de manejar por los colaboradores. Asegurando que estos a largo plazo crearán un nuevo sistema de apoyo que convenga a la demanda del trabajo. Pudiendo sumar más opciones dentro de la carta gastronómica del lugar, llamando la atención de nuevos comensales y socios para ampliar a gran y mayor escala el negocio, generando las ganancias necesarias para posteriores adquisiciones que sigan beneficiando el crecimiento de la empresa. A su vez, en futuros trabajos se puede retomar esta idea y sumarle nuevas automatizaciones, acoplar un sistema mucho más complejo (sin dejar de ser sencillo de usar), y obtener una línea de producción que pueda derivar de la misma, conectando a más dispositivos permitiendo más colaboración entre la máquina y el humano.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un asistente de cocina tipo wok para un restaurante con movimiento angular y control de flama.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las características físicas y mecánicas del asistente de cocina para determinar parámetros de construcción.
- Diseñar los elementos mecatrónicos para la implementación del dispositivo.
- Implementar el sistema realizando pruebas de funcionamiento para verificar su correcta funcionalidad.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Maquinaria en la industria alimentaria

Para cada ámbito de la vida cotidiana, la tecnología ha incursionado de manera amplia, sirviendo como una herramienta para agilizar actividades. Dada esta ayuda, el sector alimentario no podría verse de lado al momento de utilizar la tecnología. Dentro de una cocina, los auxiliares siempre están presentes (**Fig. 1**), ya sean desde las básicas como: cutters, trituradoras, batidoras y picadoras, hasta empaquetadoras al vacío, selladoras y centrifugadoras [3].



Fig. 1 Ejemplos de la maquinaria auxiliar en el sector alimenticio [4]

Y es esta selección de maquinaria, lo que asegura el éxito de elaboración de los productos en la industria [4]. Ante esto radica una importante decisión, considerando que herramienta sería la mejor compañera para la cocina. He ahí la existencia de ayudantes de cocinas con características específicas.

1.2. Asistentes de cocina en la actualidad

Los asistentes de cocina, si bien es cierto, han existido desde hace varios años, y con la tecnología que avanza estos se han ido modernizando conjuntamente. Todo esto con la finalidad de poder responder a las nuevas necesidades a las que se enfrenta el sector alimenticio.

Desde los más tecnológicos, capaces de preparar una comida completa por su cuenta, como lo es “Alfred”, un autómata que realiza tareas repetitivas y monótonas [5] hasta un ayudante de cocina *Self Cooking Center* (**Fig. 2**), que es capaz de generar una receta con los materiales que se tenga [6] los asistentes de cocina son una opción rentable para el trabajo.

Sin importar su grado de complejidad, esta herramienta se posiciona como una adquisición inteligente, y dado que existen de diversas características, tanto en tamaño, como precios y utilidades siempre existirá en el mercado una opción para cada persona.



Fig. 2 Ayudante de cocina Self Cooking Center. [6]

1.3. Tiempos de cocción

El éxito de una buena comida, además de saber escoger los mejores ingredientes, también recae en el tiempo de cocción que tendrán los mismos según la técnica que se utilice, por lo que es importante tener en consideración estos datos.

1.3.1. Tallarines

Como cualquier otro alimento, la *pasta* y sus variaciones puede ser consumida de diversas maneras, ante los diversos gustos la pasta puede tomar tiempos de cocción que se reparten entre los **7 a 12 minutos**, inclusive existen recetas en las que con **3 minutos** (si la pasta es fresca) es suficiente para que puedan ser degustados [7] [8].

1.3.2. Verduras y vegetales

Con un tiempo adecuado se asegurará que una sobrecocción no arruine los sabores del plato [9] y que estas no pierdan sus nutrientes, además de que seguirán siendo atractivas visualmente a los comensales.

En la **Tabla 1** se detallan los tiempos de cocción recomendados [10] [11] [12] de algunos de los vegetales y verduras más consumidos:

Tabla 1 Tiempos de cocción (al vapor y hervidos) de varias verduras y vegetales.

VERDURA	TIEMPO AL VAPOR (min)	TIEMPO HERVIDO (min)
Brócoli	5-6	4-6
Coliflor	3-5	6-8
Zanahoria	4-5	10-12
Choclos	4-7	5-8
Arvejas	4-5	8-12
Pimientos	2-4	4-6 (no recomendado)
Espinacas	5-6	2-5
Espárragos	8-10	6-8 (no recomendado)
Acelgas	2-3	1 – 1 1/2
Guisantes frescos	4-5	15-20
Repollo col	4-6	5-10
Berenjena	6-7	6-8
Calabacín	6-7	8-10
Cebolla	3-5	15-20
Remolacha	8-10	20-30

Nota: Elaboración propia

1.3.3. Salsas

Como acompañamiento de diversos platos, existe una lista de salsas que requieren cocción y la ayuda de movimientos envolventes, entre ellas destacan [13] [14] [15]:

Tabla 2 Tiempos de cocción de salsas

TIPO DE SALSA	TIEMPO (min)
Salsa Bechamel	40
Salsa Velouté	15
Salsa Española	20
Salsa de Tomate	40 -45
Salsa Holandesa	30
Salsa de champiñones	16

Nota: Elaboración propia

1.4. Gas licuado de petróleo (GLP)

El gas licuado de petróleo o conocido mayormente por sus siglas GLP, es uno de los combustibles que más se utiliza en la actualidad en sus diferentes presentaciones. Obtenido a través de un proceso de refinamiento del petróleo y procesos químicos que le añaden características distintivas. Aunque su estado natural es gas, mayormente se lo encuentra en su estado líquido (**Fig. 3**) que es utilizado para: uso doméstico, transporte, uso industrial y en la agricultura [16] [17].



Fig. 3 Cilindros de gas donde se almacena el GLP en estado líquido. [16]

1.4.1. Poder calórico del GLP

El GLP es un tipo de energía amigable con el medio ambiente y sus niveles de contaminación son excesivamente bajos [17]. Conjuntamente se destaca su poder calórico, es decir la cantidad de energía que puede proveer cuando este realice algún tipo de reacción química, siendo **11,867 kcal/kg** para el caso del butano y **12,052 kcal/kg** para el propano [18]. Es por estas características que se puede usar este combustible en pequeñas cantidades y obtener una gran cantidad de energía de uso.

1.5. Quemadores Industriales

Los quemadores industriales, como muchos otros elementos, se han ido adaptando a los avances que surgen. Dentro de estos, los sistemas digitales de control han hecho de las suyas empujando a que estos quemadores puedan adoptar una técnica que permita incluirlos y de esta manera se pueda controlar las variables que antes no se podían como la combustión y el funcionamiento continuo que estas puedan brindar, permitiendo que se reduzca los consumos excesivos o innecesarios del combustible [19]. Dado su gran catálogo en el mercado (**Fig. 4**), siempre existirá un quemador que se ajuste a las demandas que la producción requiera y con las instalaciones adecuadas el trabajo que estos realicen garantizará un resultado favorable [20].

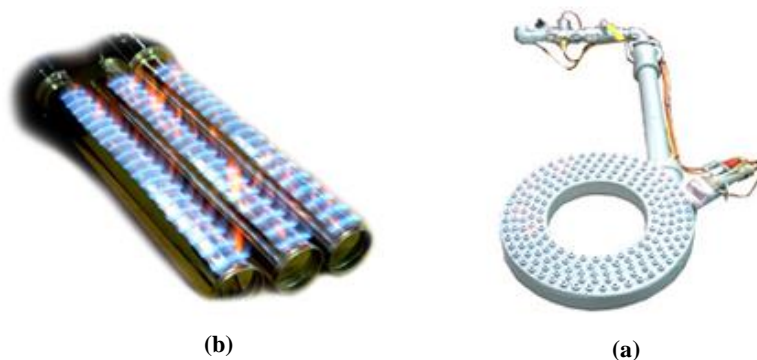


Fig. 4 Tipos de quemadores industriales (a) Llama continua (b) Radiales [20]

1.6. Wok de cocina

Dentro de los utensilios que más se utiliza en una cocina, un wok es uno de los más importantes para esta área. Dependiendo de su forma y tamaño pueden realizarse en este una extensa cantidad de platillos (**Fig. 5**), gracias a esta versatilidad es posible que con un solo objeto se pueda freír, guisar, hervir o cocer al vapor sin la necesidad de cambiarlo o adaptarle algún elemento extra. El éxito de un wok radica en la forma ancha y profunda que presenta, pudiendo mantener las temperaturas adecuadas de cocción y evitando un enfriamiento brusco una vez que deja de estar al fuego. Con esto se pretende brindar una cocción más sana que no desaproveche los beneficios de los alimentos y que no sea tedioso el preparar diferentes recetas a lo largo de la jornada [21] [22].



Fig. 5 Wok de cocina [22]

1.7. Microcontrolador

Las actividades que un computador realiza son ampliamente conocidas, estas facilitan mucho diversos trabajos, sin embargo, no siempre se puede o es necesario llevar una máquina de este tipo a todos lados. Ante esto los microcontroladores son la herramienta que mejor soluciona el dilema, ya que replican las características que un computador ofrece, siendo capaz de realizar diversas tareas, “tales como la administración de entrada y salida de un proceso informático determinado” [23]. El sector industrial (sin importar a que se dedique este), es el mayor

consumidor y encuentra en estos una gran utilidad, ya sea en la implementación de sistemas de automatización de las diversas plantas o propiamente controladores de diversas acciones.

1.8. Movimiento angular

Dentro de los conceptos de la mecánica resalta una magnitud física que es el movimiento angular o momento cinético, este permite explicar el estado de rotación que caracteriza el movimiento de un cuerpo en torno a un punto [24] con esto se establece los comportamientos de cualquier masa que realice este tipo de movimiento. Como características que se pueden obtener para el estudio se encuentra la magnitud que en este caso es vectorial, la velocidad angular que puede llegar a alcanzar y el momento de inercia que se genera [25]. Es importante resaltar que este tipo de movimiento puede ser influenciado por otras fuerzas presentes y por el entorno donde se lleve a cabo el estudio. Esto nos permite establecer una conexión entre las medidas angulares y lineales, como la velocidad instantánea y la aceleración tangencial [26].

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

2.1. Detalle de alternativas de solución y análisis cualitativo

Se presentan a continuación las alternativas consideradas para completar las actividades: tanto de cocción como mezcla de salsas. Dentro de las mismas constan las ventajas y desventajas que cada equipo presenta.

2.1.1. Alternativa 1: BATIDORA INDUSTRIAL



Fig. 6 Alternativa 1: Batidora Industrial [27]

Tabla 3 Análisis cualitativo Alternativa 1

DESCRIPCIÓN	
Este tipo de maquinaria es óptima para realizar mezclas homogéneas de cualquier tipo.	
<i>Ventajas</i>	<ul style="list-style-type: none">• Niveles de velocidad giro regulable.• Fácil de manejar.• Apta para realizar salsas.• Operación autónoma.• Ocupa un espacio pequeño.• Capacidad media de producción.
<i>Desventajas</i>	<ul style="list-style-type: none">• Las aspas podrían maltratar los alimentos• Sin los implementos adecuados la mezcla se haría uniforme y convertiría en masa.

Nota: Elaboración propia

2.1.2. Alternativa 2: WOK DE COCINA CON MOVIMIENTO ANGULAR Y CONTROL DE FLAMA



Fig. 7 Alternativa 2: Wok de cocina [28]

Tabla 4 Análisis cualitativo Alternativa 2

DESCRIPCIÓN	
Maquinaria que permita un giro autónomo sin la necesidad de operario con un tiempo establecido según sea el plato a cocinar.	
<i>Ventajas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Giro constante y seguro, para evitar salpicaduras de los alimentos • Regulación de la llama por un controlador, asegurando seguridad al momento de trabajar con GLP. • Apta para realizar salsas y cualquier comida que requiera movimientos envolventes. • Operación autónoma. • Ocupa un espacio moderado. • Apto para realizar pequeñas cantidades de alimentos.
<i>Desventajas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • El trabajo con esta máquina necesita de dos fuentes de energía GLP y energía eléctrica. • Requiere de una mayor cantidad de componentes electrónicos.

Nota: Elaboración propia

2.1.3. Alternativa 3: COCINA INDUSTRIAL



Fig. 8 Alternativa 3: Cocina Industrial [29]

Tabla 5 Análisis cualitativo Alternativa 3

DESCRIPCIÓN	
Cocina de tipo estable con recubrimiento en la parte inferior para mantener el calor de la cocción encerrado.	
<i>Ventajas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Apta para realizar salsas y comida • Temperatura de cocción visible en la pantalla LCD • Encierro del calor en cocción. • Apta para grandes cantidades de alimentos.
<i>Desventajas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Operación por personal • Contacto constante con el fuego. • Configuración manual del fuego. • Tamaño relativamente grande y pesado. • Ocupa un espacio amplio en la cocina.

Nota: Elaboración propia

2.2. Análisis cuantitativo de alternativas

Tabla 6 Proceso de evaluación de las distintas alternativas

	CRITERIOS A CALIFICAR	EQUIVALENCIAS		
		1-3	4-7	8-10
1	Costo	Costoso	Normal	Económico
2	Facilidad de operación	Difícil	Normal	Sencillo
3	Facilidad de montaje	Difícil	Relativamente fácil	Fácil
4	Existencia de materiales en el mercado	No existen	Existen muy pocos	Existen siempre
5	Seguridad	Nada seguro	Medio seguro	Seguro
6	Tamaño	Grande	Mediano	Pequeño
7	Peso	Pesado	Normal	Liviano
8	Eficacia	No cumple con ninguna tarea	Completa la mitad de las tareas	Completa todas las tareas

Nota: Elaboración propia

Con base a los parámetros de la Tabla 3, las alternativas quedan evaluadas:

Tabla 7 Evaluación de las alternativas

	CRITERIOS A CALIFICAR	CALIFICACIÓN		
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1	Costo	7	6	3
2	Facilidad de operación	8	9	8
3	Facilidad de montaje	8	8	5
4	Existencia de materiales en el mercado	6	7	7
5	Seguridad	8	9	8
6	Tamaño	7	8	3
7	Peso	6	7	3
8	Eficacia	5	10	5
Sumatoria		55	64	42

Nota: Elaboración propia

2.3. Selección de alternativa con mayor puntaje

Con los resultados de la **Tabla 7**, la ALTERNATIVA 2 se alza por sobre el resto de las demás, asegurando que esta opción podrá realizar tanto las tareas de mezcla de alimentos, sin destruir ni moler por completo a los mismos, como la realización de diversas salsas. De igual manera su facilidad de operación y la seguridad que este brinda lo hace la opción más óptima.

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

3.1. Cargas de trabajo

3.1.1. *Peso final de la máquina*

Tabla 8 Peso total la máquina

Elemento:	Peso [kg]:
Olla	1.5
Alimentos (peso máximo)	1.5
Motor	4
Otros	13
TOTAL	20 kg

Nota: Elaboración propia

3.1.2. *Carga sujeta al movimiento del motor*

Tabla 9 Carga que moverá el motor

Elemento	Peso [kg]
Olla	1.5
Peso de los alimentos	1.5
Otros	6
TOTAL	9 kg

Nota: Elaboración propia

3.2. Cálculos

3.2.1. *Cálculo del eje*

Para determinar el esfuerzo que el eje soportará y el diámetro que el mismo debe tener para soportar dicha carga se empleará la Ecuación 1. Asignando un factor de seguridad previo de 3 [30] y considerando el límite elástico del Acero Inoxidable AISI 304 (**Fig. 9**) a 215 MPa.

$$F_s = \frac{\sigma_{material}}{\sigma_{calculado}}$$

Ecuación 1. Factor de Seguridad

Donde:

F_s= Factor de seguridad

$\sigma_{material}$ = Esfuerzo del material/ Límite elástico (MPa)

$\sigma_{calculado}$ = Esfuerzo de trabajo o de diseño (MPa)

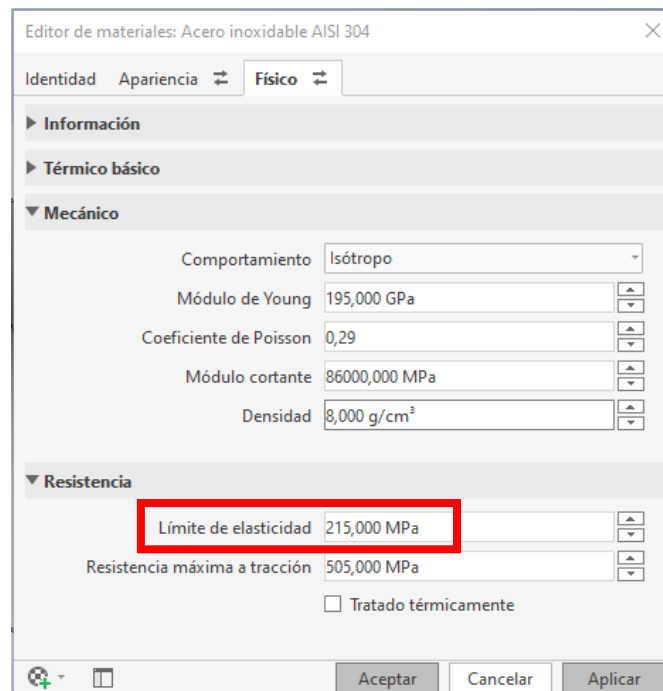


Fig. 9 Límite de elasticidad del AISI 304

Fuente: Propiedades del Material Autodesk Inventor

Obteniendo así:

$$\sigma_{calculado} = \frac{\sigma_{material}}{F_s}$$

$$\sigma_{calculado} = \frac{215 \text{ MPa}}{3}$$

$$\sigma_{calculado} = 71.667 \text{ MPa}$$

A partir del esfuerzo calculado anteriormente y con ayuda de la Ecuación 2 se procederá a obtener el área del eje necesario.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Ecuación 2. Esfuerzo Normal

Donde:

σ = Esfuerzo normal (MPa)

P= Fuerza normal interna resultante (N)

A= Área transversal (mm)

Para el cálculo de la fuerza se tiene la Ecuación 3.

$$P = m * a$$

Ecuación 3. Fórmula de la fuerza

Donde:

P= Fuerza (N)

m= masa (kg)

a= aceleración (m/s²)

Resultando:

$$P = (W_{olla} + W_{comida} + W_{adicional}) * 9.81$$

$$P = (1.5kg + 1.5kg + 6kg) * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$P = 88.90 N$$

Y conociendo que el área transversal en este caso corresponde a un círculo, su área queda expresada en términos de la Ecuación 4.

$$A = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

Ecuación 4. Área de un círculo

Donde:

A= Área del círculo

d= diámetro del círculo

π = constante de pi

Reemplazando la **Ecuación 4** en la **Ecuación 2** y despejando la incógnita del diámetro, se tiene:

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi\sigma}}$$

Ecuación 5 Diámetro del eje

$$d = \sqrt{\frac{4(88,29N)}{\pi(77,67 \frac{N}{mm^2})}}$$

$$d = 1.20 \text{ mm}$$

En base a los resultados obtenidos podría utilizarse un eje de 1/16" (1.588 mm), sin embargo, en base al catálogo comercial de Dipac (proveedor que se decidió utilizar: Anexo 5.1), se optó considerar las medidas de 3/4" (19.050 mm) y 1/2" (12,7) como posibles dimensiones de implementación, que con la construcción determinará que opción resulta más ventajosa.

3.2.2. Torque necesario del motor

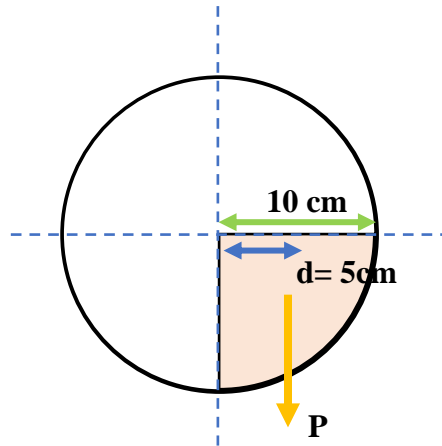


Fig. 10 Representación de concentración del lugar para calcular el torque necesario

Nota: Elaboración propia

En la Ecuación 6 se presenta la fórmula requerida para conocer el torque necesario para este trabajo.

$$T = P \times d$$

Ecuación 6. Torque

Donde:

T= Torque o Par ($N \cdot m$)

P= Fuerza (N)

d= Distancia de brazo (m)

De igual manera con la **Ecuación 3** se establecerá la fuerza necesaria para este caso:

$$P = (W_{olla} + W_{comida} + W_{adicional}) * 9.81$$

$$P = (1.5kg + 1.5kg + 2kg) * 9.81$$

$$P = 49.05 \approx 50 N$$

De este modo el torque necesario será de:

$$T = 50 \text{ N} \times 0.05 \text{ m}$$

$$T = 2.5 \text{ N} \cdot \text{m}$$

3.2.3. *Potencia del motor*

Para el cálculo de la potencia del motor se tiene a la **Ecuación 7**

$$P = \frac{T * RPM}{716}$$

Ecuación 7. Potencia de un motor

Donde:

P= Potencia (HP)

T= Torque o Par ($kg \cdot m$)

RPM= número de giros por minuto

Tomando en cuenta que el torque calculado presenta una diferencia de unidades, se lo ajustará para que pueda cuadrar con las unidades de la **Ecuación 7**. Adicionalmente, el sistema requiere que las revoluciones por minuto (RMP) se encuentren en un rango de 15-20, por lo que en un promedio se necesitan de 17 RPM que permiten realizar un movimiento en el que sea seguro que ningún alimento o aditivo (sea salsa o aceite) saltará al usuario.

Por lo que el resultado de la potencia necesaria será:

$$P = \frac{0.25 \text{ kg} \cdot \text{m} * 17}{716}$$

$$P = 5.93 \times 10^{-3} \text{ HP}$$

Con este resultado se aprecia que la potencia necesaria no es excesivamente alta, al tener que mover una cantidad pequeña de peso, por lo que un motor que pueda ofrecer una potencia en el rango de ¼ hasta menos de 1HP será idóneo para que pueda efectuarse el movimiento. En este caso el motor seleccionado cuenta con una potencia de 0.18 HP como se detallan las especificaciones de la **Tabla 10**.

Es importante destacar que el motor seleccionado debe acompañarse de un reductor para que las RPM necesarias se cumplan, en este caso la relación de reducción es de 100:1 para cumplir con este parámetro. Con los reductores se espera que la potencia propia del motor no se vea afectada, he ahí por qué se debe considerar la relación de reducción y la potencia que este brinde, con esto se asegura que las necesidades se verán suplidas y el cumplimiento del movimiento de una manera adecuada. Como última consideración se espera que el motorreductor en conjunto se ajuste a los periodos de trabajo, asegurando su vida útil y siendo capaz de llegar a soportar sobrecargas (si se da el caso) sin dañar todo el sistema implementado.

Tabla 10 Características del motor seleccionado

Especificaciones del Motor Monofásico			
Modelo	ML631-4	EFF%	55
Potencia	0.12 kW	RPM	1700
	0.18 HP	IP	55
V	Hz	A	Cos Φ
220	60	1.1	0.9
110	60	2.2	0.9

Nota: Elaboración propia

3.3. Simulaciones

3.3.1. Simulación de estructura base de la máquina

Software de simulación utilizado: Autodesk Inventor Professional 2022

Medidas de la estructura: 460 mm x 305 mm

Perfil utilizado: Cuadrado de 3/4" x 2mm

Material utilizado: Acero Inoxidable AISI 304

Método de unión: Soldadura TIG

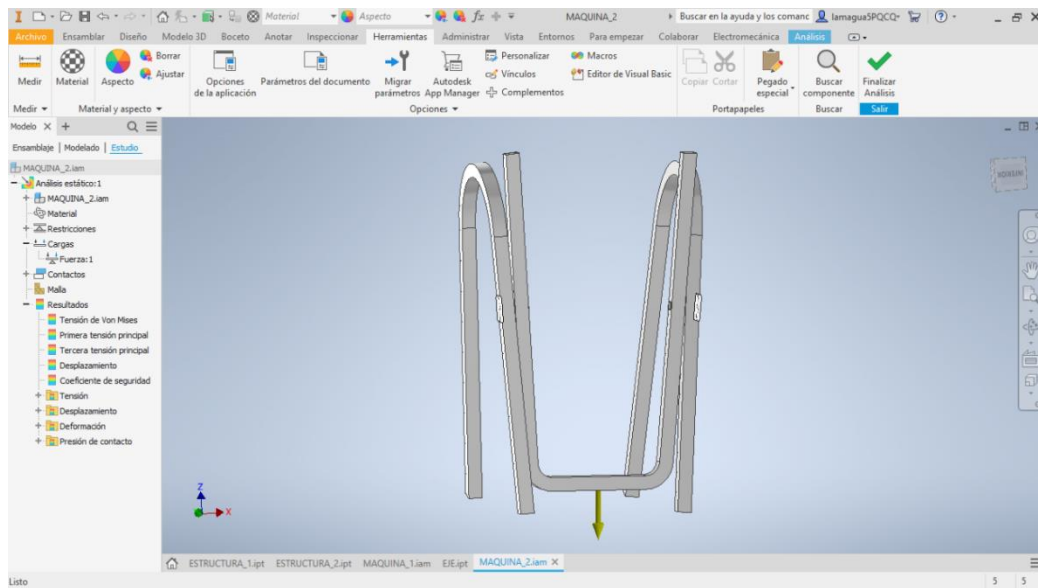


Fig. 11 Estructura base diseñada en Inventor

Nota: Espacio de trabajo de Inventor

Material(es)

Nombre	Acero inoxidable AISI 304	
General	Densidad de masa	8 g/cm ³
	Límite de elasticidad	215 MPa
	Resistencia máxima a tracción	505 MPa
Tensión	Módulo de Young	195 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,29 su
	Módulo cortante	75,5814 GPa
Nombre(s) de pieza	EJE.ipt ESTRUCTURA_1.ipt ESTRUCTURA_2.ipt	

Fig. 12 Características del material en Inventor

Fuente: Informe Análisis de Tensión Inventor

3.4. Resultados de simulación

3.4.1. Deformaciones

Los valores de deformación mínimo y máximo que se obtuvieron en este caso fueron de 0,0000000000451444 y 0,0000152954 respectivamente. Siendo estos valores extremadamente pequeños, que responden al hecho que la carga que la estructura va a soportar no es muy grande; y aun cuando no lo es, el arco en el que aplica la carga se deforma de tal manera, que alcanza una escala media 0,00000611 quedándose en un área segura. Las Figuras 13 y 14 indican los puntos en los que se localizan estos valores de deformación.

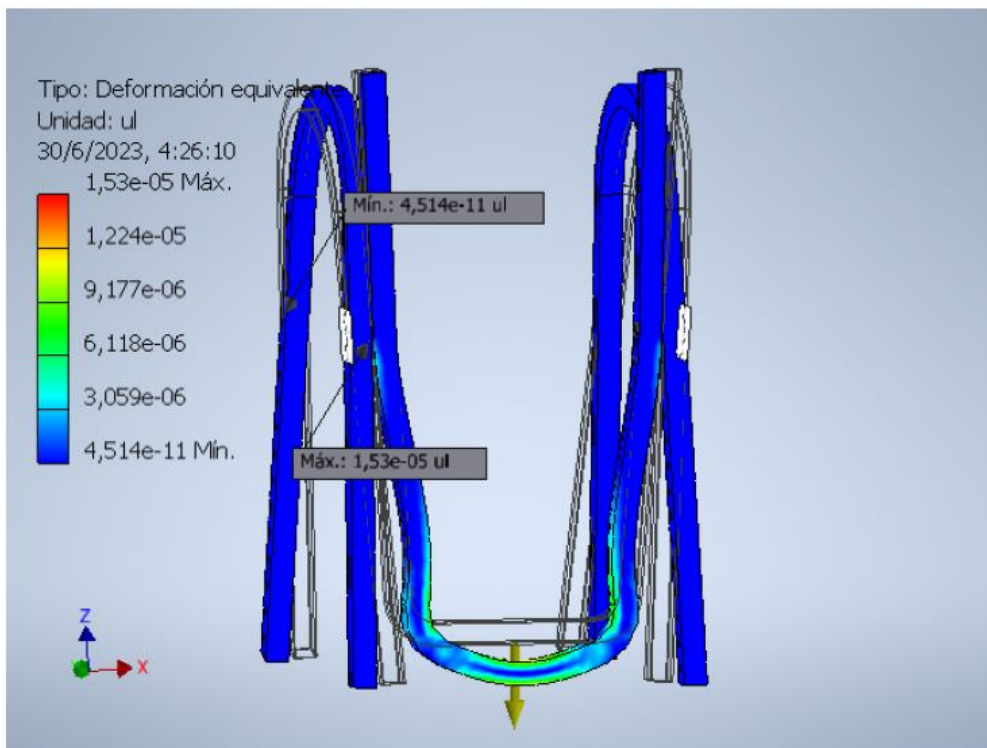


Fig. 13 Deformación Equivalente lado izquierdo

Fuente: Informe Análisis de Tensión Inventor

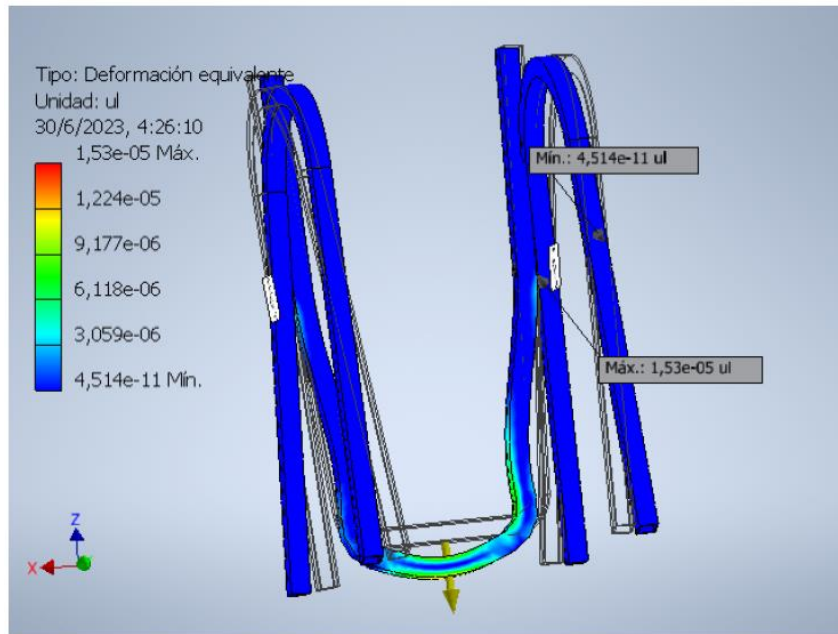


Fig. 14 Deformación equivalente lado derecho

Fuente: Informe Análisis de Tensión Inventor

3.4.1.1 Deformación XX

La deformación XX brinda los datos -0,0000157236 y 0,000015694 como valores mínimos y máximo respectivamente.

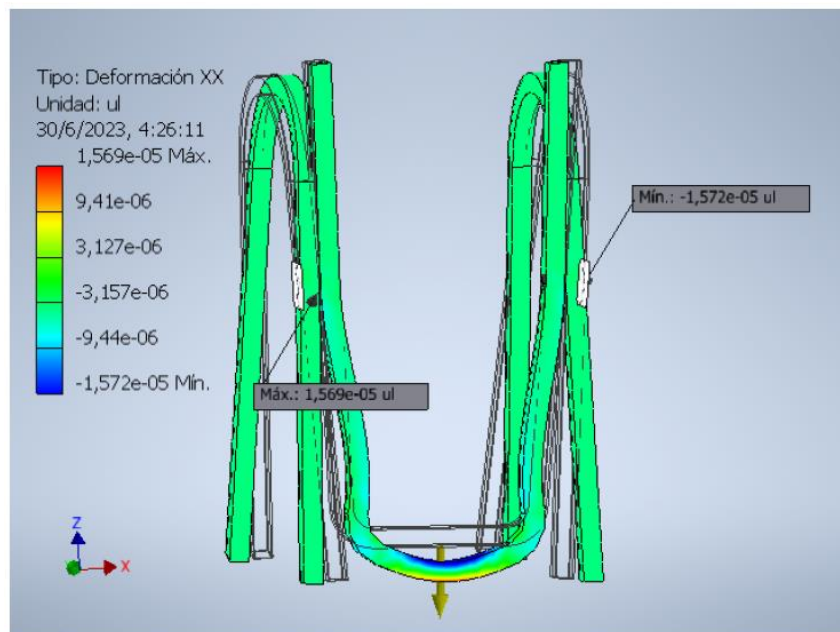


Fig. 15 Deformación XX

Fuente: Informe Análisis de Tensión Inventor

3.4.1.2 Deformación YY

En este apartado se puede observar cómo los valores de deformación alcanzan los valores de -0,0000066553 y 0,00000578836 para los valores mínimo y máximo.

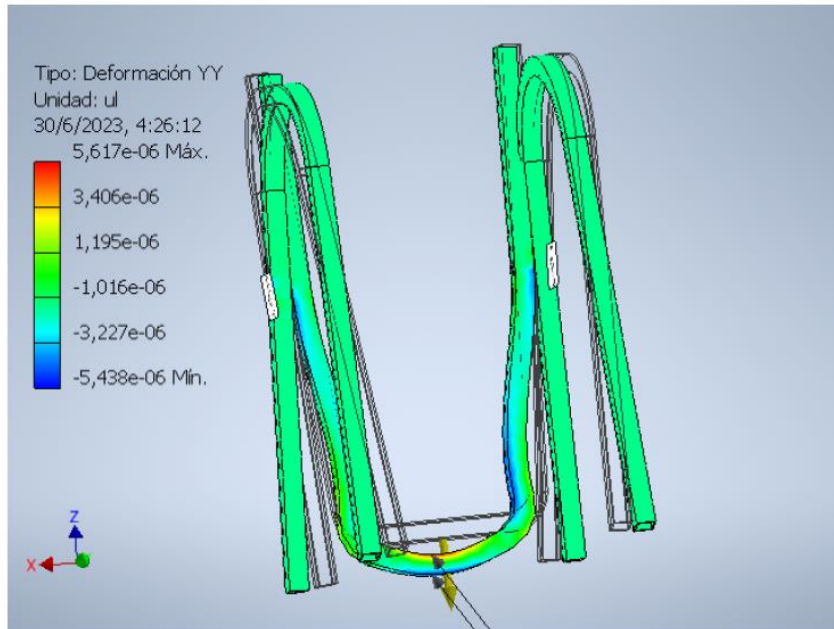


Fig. 16 Deformación YY

Fuente: Informe Análisis de Tensión Inventor

En ambas deformaciones se puede apreciar que el arco es el que alcanza los valores máximos de deformación y llega a obtener valores de la escala que alcanzan al color rojo. Aun cuando la coloración es ligera, es necesario considerar brindar un apoyo a esa parte del arco.

3.4.2. Factor de seguridad

En las Figuras 17 y 18, se puede observar, en base a la escala, un factor de seguridad de 15, y se denota que toda la estructura se torna del mismo color, por lo que la misma puede trabajar de manera correcta y adecuada ya que no amenaza a ni denota que algún lugar pueda llegar a sufrir daños permanentes con las características que se asignó.

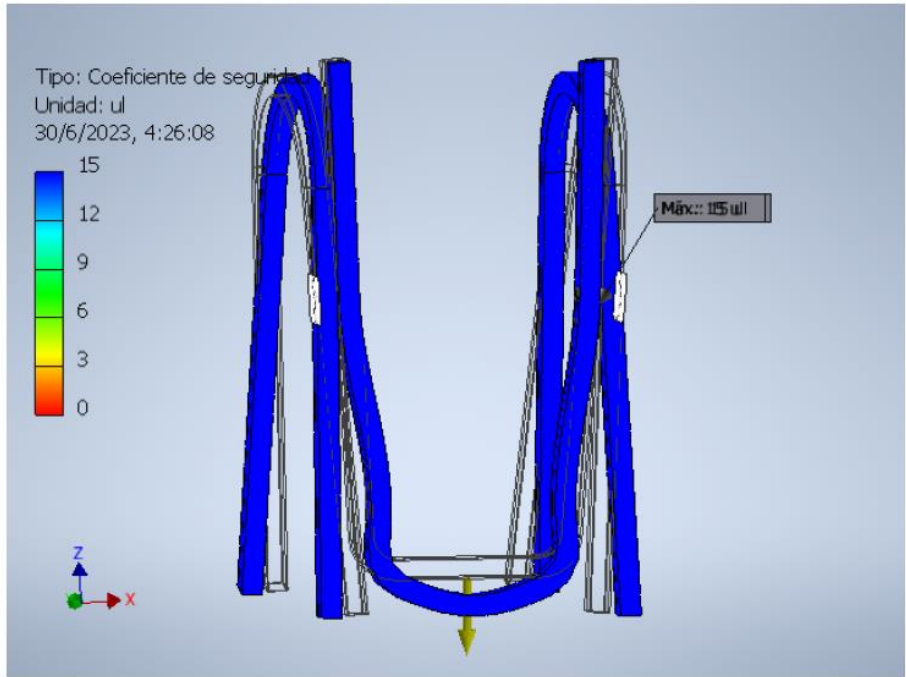


Fig. 17 Factor de seguridad estructura base

Fuente: Informe Análisis de Tensión Inventor

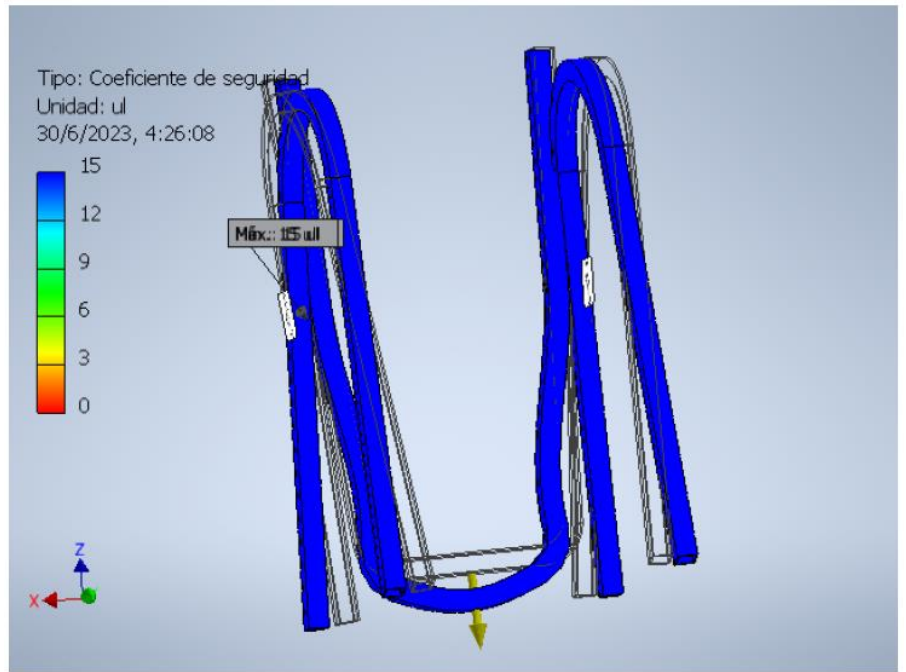


Fig. 18 Factor de seguridad y Localización de los puntos donde se encuentra

Fuente: Informe Análisis de Tensión Inventor

3.5. Simulación de la parte electrónica

3.5.1. Control de la planta

Dentro de las características que este trabajo posee, se destaca la idea de controlar la flama que llegará al quemador. Para lo cual se cuenta con un ‘mechero de gas infrarrojo encendedor de pulso eléctrico’ (**Fig. 19**) que será programado a través de la aplicación de Arduino IDE 1.8.19.

Acorde a los elementos complementarios que este puede llegar a tener (ya sean estos actuadores y/o sensores) se realizará una programación que sea capaz de controlar de manera conjunta todo el trabajo que se requiera necesario para poner en marcha al mechero.

Tabla 11 Especificaciones Técnicas del HD103-110

Descripción	Valor	Observación
Voltaje operativo nominal	VAC	
Frecuencia de descarga	60 Hz	
Distancia de arco	$\geq 6\text{mm}$	
Duración de la ignición	10s	Ajustable
Duración de la reactivación	10s	
Energía de descarga	$\geq 4\text{J}$	
Ciclo de descarga	$\leq 400\text{ms}$	
Ancho	$\geq 12\mu\text{s}$	
Alta presión diferente	$\geq 15\text{kV}$	

Fuente: Chongqing Haodong Technology Co. Ltd. [31]



Fig. 19 HD103-110 Controlador de quemador [31]

3.5.2. Diagrama de flujo del control del quemador

Para una mejor comprensión en cuanto al trabajo del mechero, se presenta un diagrama de flujo que resume en funcionamiento del mismo.

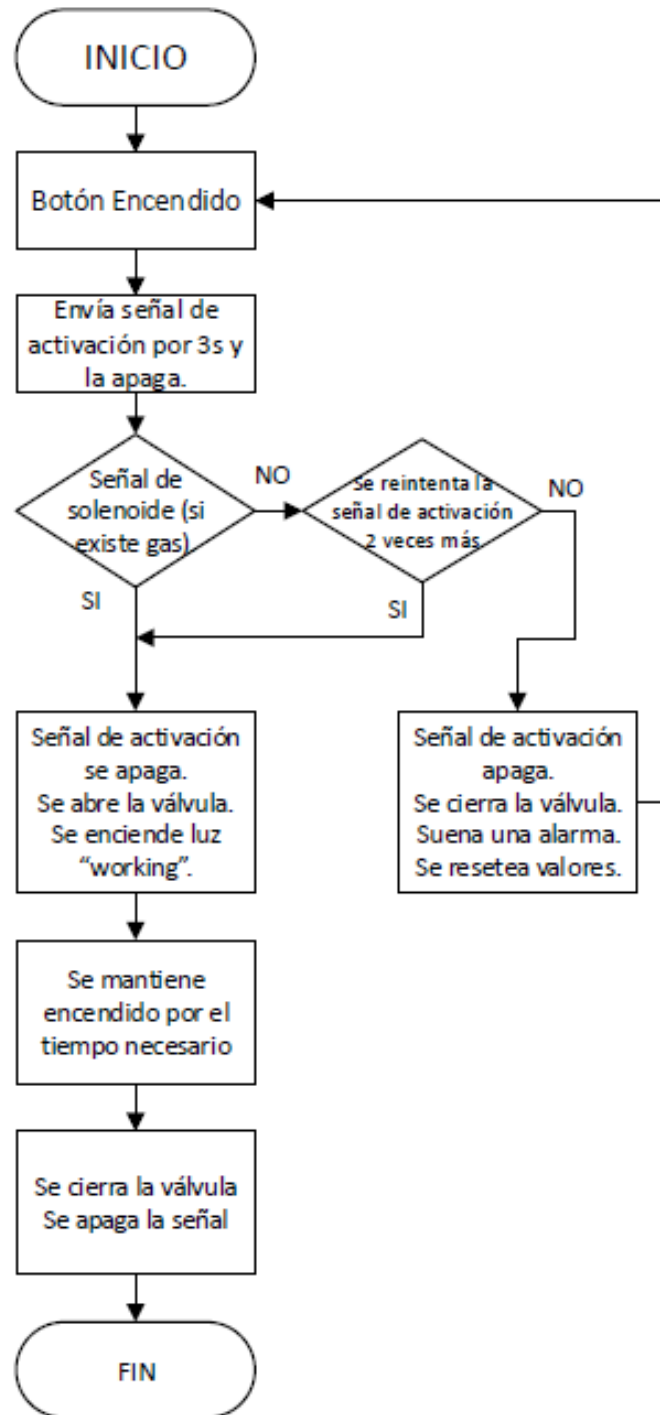


Fig. 20 Diagrama de flujo

Nota: Elaboración Propia

3.5.3. Diagrama de conexiones del Arduino

A partir de todos los elementos que son necesarios para establecer la conexión de la parte electrónica, se presenta una esquematización de como deberían realizarse las conexiones.

Exceptuando por el chispero, el resto del circuito es de fácil comprensión. Por lo que se detallan las señales que este posee:

- ✓ Verde: Alimentación 110
- ✓ Amarillo: Alarma BZ/
- ✓ Rojo (cable morado en conexiones) : Luz indicadora encendida (en funcionamiento)
- ✓ Azul: Neutro
- ✓ Naranja: Válvula solenoide para gas
- ✓ Blanco: Luz indicadora de apagado (ignición)
- ✓ Café: Cable de tierra

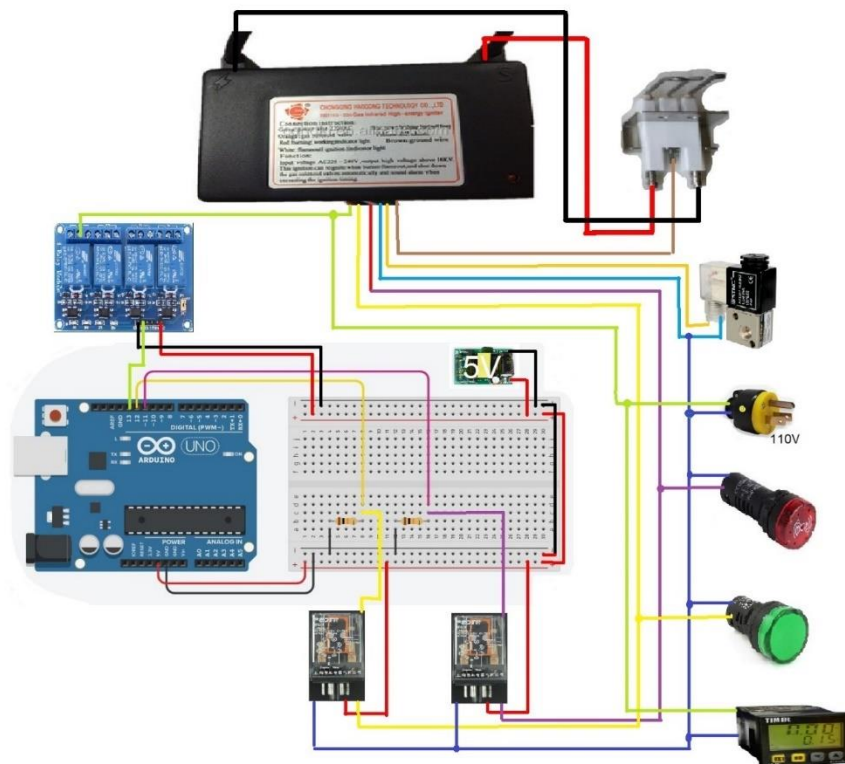


Fig. 21 Diagrama conexión Protoboard-Arduino

Nota: Elaboración propia

3.5.4. Diagrama de potencia del motor

La Fig. 22 expone el esquemático de potencia, que presenta de manera rápida y sencilla los elementos que se verán involucrados para realizar la conexión del motor monofásico seleccionado.

Dentro del mismo se encuentran los siguientes elementos:

-F1: Fusibles

-KM: Contactores

-F: Relé Térmico

-M1: Motor monofásico

-S1: Pulsador NA

-S2: Pulsador NC

-KM: Bobina monoestable/ Contacto auxiliar NA/ Contacto auxiliar NC

-TM1: Temporizador a la conexión/ Contacto temporizador conexión NC

-H/-H1: Luz Piloto

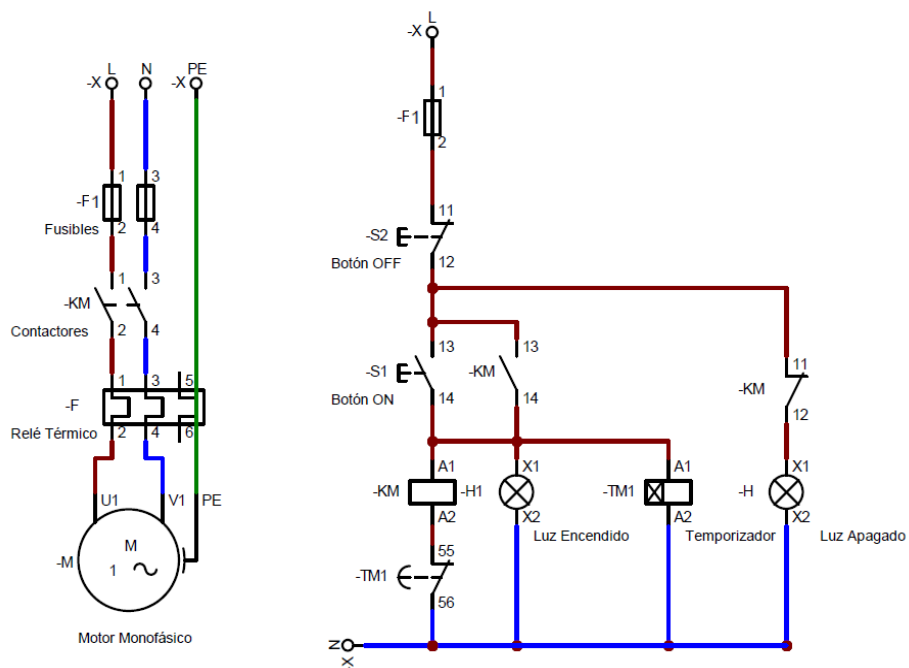


Fig. 22 Diagrama de fuerza del Motor en CadeSimu

Nota: Elaboración propia

3.6. Boceto de la máquina

En la **Fig. 23** se muestra, de manera general, una representación de los componentes de la máquina.

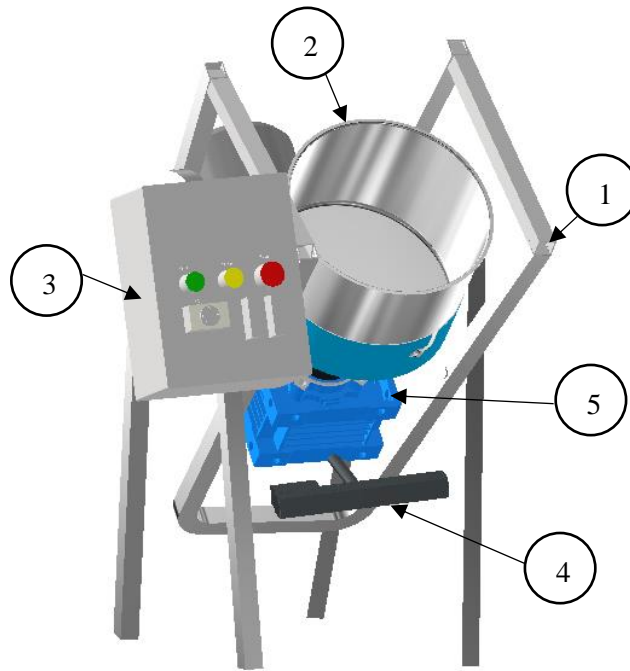


Fig. 23 Vista esquemática de la máquina

Nota: Espacio de trabajo de Inventor

En la **Tabla 12** se detallan las denominaciones de cada una de las partes señaladas en la imagen anterior.

Tabla 12 Partes de la máquina

Número	Parte
1	Estructura de soporte
2	Olla y mecanismo de giro
3	Panel de control
4	Quemador
5	Motor

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. Resultados



Fig. 24 Vista frontal de la máquina terminada

Nota: Elaboración propia

En tanto que la máquina se encuentre por completo construida, y a la misma se le incorpore los respectivos sistemas electrónicos y de control (**Fig. 24**), estará lista para comenzar a realizar las correspondientes pruebas de rigor, que permitan aseverar que tan acorde trabaja todo el equipo en conjunto y si existen elementos, o alguna nueva consideración que tomar en cuenta para realizar a posteridad los cambios necesarios.

Una vez instalado el artefacto en el área de trabajo, y terminadas las conexiones necesarias para el gas, revisando que la misma este hecha de manera adecuada, para evitar que existan falsas señales de que el gas no pase y active erróneamente la alarma, se dispone a realizar las pruebas con una pequeña cantidad de vegetales que serán sofritos para tener un primer resultado que permita conocer si la máquina puede realizar el trabajo adecuadamente.

Para este caso se consideró una porción de 250 gr de diversos vegetales, que se mantuvo al fuego por un tiempo de 3 minutos, para realizar un refrito de las verduras. Una vez concluido este tiempo se obtuvieron vegetales que no sufrieron daños como los tendría si una chuchara o espátula los revolviere. Dado que la olla no cuenta con ninguna pieza que simule por dentro el accionar de los utensilios mencionados, el solo movimiento rotatorio de la olla agolpaba en un solo lugar la comida y pese a no sufrir daños parte de los vegetales parecían que no se habían sofrido por completo como se ve en la **Fig. 25**.



Fig. 25 Resultado final de las verduras fritas

Nota: Elaboración propia

Con este resultado se consideró añadir “aspas” pequeñas dentro de la olla que sirvan como una espátula y permitan separar los alimentos dentro de la misma y replique el movimiento envolvente que una persona haría. Adicionalmente se consideró esparcir el aceite por los laterales de la olla y no solo en la base, ya que al estar inclinada muchos de los vegetales se quedaron pegados.

Referente al tiempo que se empleó para realizar esta cocción, no se puede decir que se lo mejoró dado que es necesario que cumpla con el tiempo estimado para entregar un platillo acorde a las necesidades que el cocinero requiere. En este aspecto la duración de la cocción no ofreció algún resultado directo que se pudiera mejorar. Lo que sí, permitió que, ya sea el ayudante o el cocinero puedan ocupar ese tiempo para realizar otras actividades como: cortes de más

vegetales, planificación de un nuevo menú o tareas de gestión de equipo que se puedan hacer en ese periodo de tiempo.

En lo que concierne a la flama, el control para activar la chispa funcionó de manera correcta permitiendo que el quemador se encendiera como se tenía previsto. Por esta razón no se pudo conocer de manera certera como sería la respuesta de la alarma incorporada, de igual manera, y dentro de lo seguro, se realizarán pruebas con corte de gas para asegurar que todos los elementos cumplan su funcionalidad.

Para las salsas y la mezcla de vegetales con tallarines, se consideraron los factores como la cantidad de agua que esta deberá llevar para evitar derrames, por lo que también se sigue planteando realizar más pruebas referentes a estos platillos.

4.1.1. Pruebas de funcionamiento

Cabe destacar que el objetivo de la máquina, responde a mezclar los vegetales de manera autónoma, más que a su cocción por completo. En algunos casos, dentro de los diversos platillos, solo se pretende que los vegetales se encuentren en un punto medio (que no estén completamente crudos, pero que tampoco reciban la cocción total) por lo que una exposición al calor y un tiempo corto bastarán para conseguir ese requerimiento, en otras ocasiones será necesario que las verduras tengan una previa cocción, para que al momento de añadirlas compensen el tiempo que les falta.

Esto último puede variar aún más si se decide trabajar con agua (si se requiere una cocción al vapor) o con aceite (si se trata de un refrito rápido). Por lo que como parte de las pruebas a las que se somete el asistente de cocina, se considera el tamaño de los cortes de cada vegetal y la temperatura a la que estos se expongan para determinar si el tiempo establecido en **Tabla 1** es el adecuado para realizar una cocción al vapor o hervir a las verduras en la máquina.

Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 13**.

Tabla 13 Registro de resultado de pruebas

Producto	Corte	Al vapor			Hervido		
		Temperatura* (°C)	Tiempo (min)	Observación	Temperatura* (°C)	Tiempo (min)	Observación
Zanahoria	<i>Fino</i>	33.6	4	Semi crudo	53.1	10	Suave
	<i>Grueso</i>	25.1	4	Crudo	24.5	10	Semi suave
Brócoli	<i>Fino</i>	36.3	5	Semi suave	37.4	5	Suave
	<i>Grueso</i>	54.5	5	Semi suave	54.7	5	Semi crudo
Acelga	<i>Fino</i>	30.9	3	Semi suave	30.4	1	Semi suave
	<i>Grueso</i>	32	3	Crudo	58.1	1	Crudo
Pimientos	<i>Fino</i>	31.1	3	Semi suave	31.1	5	Semi suave
	<i>Grueso</i>	36.8	3	Crudo	35.2	5	Semi suave
Cebollas	<i>Fino</i>	30.5	4	Crudo	32.9	15	Suave
	<i>Grueso</i>	35.6	4	Crudo	32.1	15	Semi crudo

Nota: Elaboración propia

*La temperatura registrada corresponde a la alcanzada por los alimentos en el tiempo asignado

Estas pruebas se realizaron con una llama media promedio que será la regulada en la máquina, y dan como resultado que la mayoría de los alimentos tendrían una cocción de tipo medio, apta para los salteados de verduras que muchas veces se requiere.

Ante la distinción del corte, se puede tomar como referencia estos datos para establecer un tiempo más largo que complete la cocción de los alimentos por completo o, por el contrario, optar por refritar las verduras en la máquina para obtener otro tipo de resultado.

4.2. Análisis y discusión

A lo largo de todas las etapas que constituyeron la creación de este proyecto, se vieron reflejados cambios constantes, tanto en el diseño como en los elementos que requerían programación. Mientras la construcción estaba en marcha se consideraron nuevas ideas, que podrían resultar en mayores beneficios, por lo que hubo cambios que se considerarían significativos a la idea original con la que comenzó el proyecto.

Algunas de estas ideas iniciales se descartaron por motivos de costos o de difícil adquisición de algunos materiales, en su lugar ingresaron nuevas ideas que no estaban contempladas en el plan y se acomodaron a las necesidades que se habían descrito previamente. Es importante resaltar que la máquina aún puede optimizarse con otros elementos haciendo que, a la larga, pueda contar con mayor autonomía.

En cuanto la estructura que se diseñó para ser la base de toda la máquina, fue la que más cambios sufrió, dada la geometría y el espacio que se tenía para acomodarla, mientras se daba su construcción, se prestó atención a nuevas especificaciones que surgían. Ante esto, la posibilidad de entregar una máquina que pueda ocupar poco más de la mitad del espacio asignado se hizo factible. Lo que ayudaba, de igual manera, en la estética que el aparato podría brindar a cualquier persona que tenga contacto con ella.

En cuanto los elementos eléctricos, electrónicos y su control, al manejar diferentes voltajes se prestó atención en que estos no entraran en conflicto, y no causaran ningún cortocircuito o sobrecarga de los elementos que intervenían. El panel de control de la misma manera sufrió cambios, y aun cuando la máquina esta completa no se descarta seguir realizando cambios, que serán considerados en tanto siga haciéndose uso de la misma.

Una vez que la máquina entró en funcionamiento, la primera consideración que se tuvo fue con respecto al quemador, si el mechero realizaba su función acorde a lo que tenía planeado. Dado que no se encontraron inconvenientes respecto a esta situación, parcialmente, se considera que la programación fue realizada de la manera adecuada. Frente a eso hay que resaltar que no se llegó a tener un episodio en el que no existiera gas, por lo que la constancia del funcionamiento de la alarma, se podría ver reflejado en el momento en el que los niveles de gas del tanque estén disminuyendo.

De manera general con las pruebas realizadas, los vegetales como tal responden de acuerdo a los tiempos estimados en la **Tabla 1**. La olla al tener un grado de inclinación reduce la cantidad de agua que se puede añadir y la cocción, si se desea hervir los alimentos, tomará más tiempo, consideraron el tamaño del corte que se le a las verduras. Si la máquina se utiliza para realizar una cocción al vapor conllevará menos tiempo para tener a los mismos listos.

En cuanto la pasta repite el tema de la cocción por hervor, sin embargo, esto afectará según la cantidad de fideos que se le quiera añadir. Siempre y cuando no exceda la capacidad prevista (1.5 kg en comida) el resultado de todos los alimentos ha sido favorables.

4.3. Análisis económico

Para la implementación física de este proyecto, se consideran todos los materiales que formaron parte de la creación, tanto en los elementos mecánicos, como los elementos electrónicos y de control. A su vez se consideran los costos de mano de obra en base a todos los procesos de fabricación por los que tuvieron que pasar todos los elementos.

4.3.1. Costos directos

En este apartado se toma en cuenta a la materia prima que se utilizó tanto en la parte de mecánica (Tabla 14) , como la electrónica (Tabla 15) con la que la máquina cuenta.

Tabla 14 Precio de los componentes mecánicos

Elemento	Cantidad	Precio [\$]
Tubo cuadrado acero inoxidable AISI 304 de ¾"	6 m	18
Eje acero inoxidable AISI 304 ½"	2 m	13
Plancha de acero inoxidable AISI 304 e=1mm	0.50 x 1.10 m	67.25
TOTAL		\$ 98.25

Nota: Elaboración propia

Tabla 15 Precio de los componentes electrónicos

Elemento	Cantidad	Precio [\$]
Arduino Uno	1	35
Mechero	1	53.09
Válvula solenoide 110V	1	22.56
Enchufe 110 V	1	2.52
Motor	1	260
Relé auxiliar 110 V	2	13.02
Luz piloto	2	3.30
Buzzer	1	3.90
Interruptor rotativo	1	1.35
Breacker P/Riel	2	8.08
Módulo de relé x4	1	4.80
Relé estado sólido	1	18
Timer 1s-10m	1	28.01
TOTAL		\$ 453.63

Nota: Elaboración propia

4.3.2. Costos indirectos

Para este apartado se estiman los valores de los elementos y/o procesos complementarios que se utilizó en la construcción, así mismo se encuentran añadidos actividades que se vieron involucradas en todo el proceso y se los detalla en la **Tabla 16**.

Tabla 16 Costos Indirectos

Elemento/Actividad	Costo [\$]
Olla	55
Quemador	12.50
Uso de maquinaria	60
Transporte	50
TOTAL	177.50

Nota: Elaboración propia

4.3.3. Mano de obra

El costo de mano de obra, que se muestra en la **Tabla 17**, se lo presenta como un costo general.

Tabla 17 Mano de obra

Actividad	Costo [\$]
Mano de obra	260
TOTAL	\$ 260

Nota: Elaboración propia

4.3.4. Resumen de costos y precio de la máquina

Resumido a continuación, en la **Tabla 18**, se encuentran todos los gastos previamente especificados, y el valor que la máquina alcanza. Todo esto sujeto a los cambios que se puedan dar, y que puedan afectar directa o indirectamente en el valor de alguno de los costos aquí incluidos.

Tabla 18 Costos finales

Costo	Cantidad [\$]
Costo directo	551.88
Costo de Ingeniería	250
Costo indirecto	177.50
Mano de obra	260
TOTAL	\$ 1239.38

Nota: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Después de considerar en la mayor cantidad posible todos los parámetros y necesidades que el usuario requería se realizó el diseño y la implementación física mediante la construcción de un asistente de cocina tipo wok que se hizo efectivo al emplearse en un restaurante, mismo que consta de un movimiento angular que pudiera evitarle al operario estar revolviendo alimentos y que ocupase ese tiempo en otras actividades. De igual manera, buscando la seguridad todas las personas que tengan contacto con la máquina, el asistente cuenta con un controlador que permite enviar la chispa para el quemador y en caso de no detectar gas en el sistema emitir una alarma que permita revisar las conexiones de manera segura y evite cualquier accidente relacionado al trabajo con gas. Para todo esto le acompaña un panel de control que sea sencillo de manejar, permitiendo que cualquier persona pueda trabajar con él.

Se analizaron las características físicas y mecánicas que el asistente de cocina podría tener para obtener un diseño que respondiera a los parámetros de espacio, eficiencia y seguridad que eran necesarios en esta máquina. Respondiendo a los requisitos de higiene que establece la Norma NTE INEN-EN 1672-2 (*Maquinaria para Procesado de Alimentos Básicos. Parte 2: Requisitos de Higiene*) [32, 33] por tratarse de un ambiente que maneja alimentos, fue necesario que toda la máquina sea construida de acero inoxidable AISI 304, que no es tóxico y evita de esta manera que se dé el proceso de contaminación cruzada, reduciendo el riesgo de enfermedades. Para luego determinar la forma que mejor se adaptaría para sostener todos los pesos necesarios y al mismo tiempo no invadiera tanto el lugar en el que se la iba a operar. Al tener un espacio asignado de medidas 70 cm de largo x 40 cm de ancho, se consideró que la base ocupara, poco más de la mitad del largo dado, permitiendo que, de ser necesario, pueda ser fácilmente transportable.

Una vez conocidos todos los componentes que serían necesarios para la construcción de la máquina, se diseñaron todos los elementos mecatrónicos que se verían involucrados. Desde la medida del eje necesario, hasta el cálculo de la potencia del motor requerido, comprendidos en la parte mecánica, se obtuvieron valores que debieron adaptarse a la realidad comercial, como lo es el caso del diámetro del eje que permitiría la inclinación de la olla, de su valor 1.2 mm se optó por considerar las medidas de $\frac{1}{2}$ " (12,7) y $\frac{3}{4}$ " (19.05), siendo 10 y 15 veces más la medida original. Algo similar con sucedió con la potencia del motor, referidos a que el peso que iba a mover no sobrepasaba los 5kg, una potencia baja era lo que se predecía, haciendo uso de un motor de menos de 1HP. Con la parte electrónica y de control, se consideró utilizar un Arduino para controlar el chispero del quemador, mediante una programación que involucra a todas las señales que debían estar inmersas para que se diera el proceso. Un sistema de alarma e indicación de trabajo normal por parte del quemador y obviamente el control del motor para realizar el giro.

Con todo lo anterior tomado en consideración, se realizaron pruebas de funcionamiento para determinar si surgía alguna modificación o cambio en cualquiera de los elementos ya sea mecánicos o electrónicos, pudiendo asegurar que la máquina en conjunto realice las tareas necesarias y no presente fallos en medio proceso. Hay que mencionar que fueron estas pruebas las que permiten retroalimentar las actividades que ya se realizaron, con las mismas se pudo detectar si la programación se había realizado de manera adecuada y respondía acorde lo planteado o si requería de algún otro elemento. Al poner la máquina en funcionamiento, se evaluó si todos los factores tomados en cuenta durante su construcción fueron adecuados o si se omitió alguno que pudo haber afectado su desempeño de manera inesperada. Esto permitió ir incorporando gradualmente las mejoras necesarias.

RECOMENDACIONES

Considerar colocar el motorreductor en un lugar diferente, lejos del calor al que la llama lo expone, para evitar daños a largo plazo y para reducir la carga de peso que caería sobre el eje.

Se considera realizar más pruebas con diferentes niveles de capacidad y modalidad de cocción (al vapor o hervido), para conocer las limitantes que la maquina podría enfrentar. Para que, en base a estas, se realicen los cambios necesaria que permitan cumplir de mejor manera con el trabajo.

Probar con una gama diferente de RPM para comparar datos y conocer hasta qué punto es factible trabajar en cuanto al giro respecta. Pudiendo llegar a usarse un motor de con niveles de velocidades.

Implementar un sistema de inclinación por servomotores, en la que el operario indique el ángulo que se necesite, permitiendo que las maquina sea más autónoma y responda a los parámetros iniciales dados. Siendo solo necesario la presencia de una persona para recoger los alimentos y realizar la limpieza de la olla.

Respecto al control de flama, se podrían ajustar las conexiones que son regidas por el microcontrolador de Arduino, para retirar al mismo e implementar un tablero mucho más avanzado, que permita implementar una pantalla que permita leer la temperatura a la que está y algún otro dato que se crea necesario.

Bajo los dictámenes que se incluyen en las Normas *NTE INEN 885* [33] y *NTE INEN 2260* [34], es importante tenerlas en cuenta para que las conexiones que se realicen brinden seguridad y no sean motivos de incidentes en un futuro.

REFERENCIAS

- [1] Cocimia, «Problemas en un restaurante. Cómo corregirlos,» 2022. [En línea]. Available: <https://blog.cocimia.com/problemas-en-un-restaurant/>.
- [2] Soluciones Gastronómicas, «Cocina para restaurante: la importancia de un buen equipo,» Grupo SILMA, 9 noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://solucionesgastronomicas.com/cocina-para-restaurant-la-importancia-de-un-buen-equipo/>.
- [3] A. Tutur, «MAQUINARIA AUXILIAR EN UNA COCINA PROFESIONAL,» 28 septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://recetasdearturo.blogspot.com/2013/09/maquinaria-auxiliar-en-una-cocina.html>.
- [4] Food Service Magazine, «El poder de la maquinaria en la Industria alimentaria,» EGVDigital, 2020. [En línea]. Available: <https://foodservicemagazine.es/2017/06/el-poder-de-la-maquinaria-en-la-industria-alimentaria.html>.
- [5] S. Arteaga, «Alfred, el asistente de cocina robot que prepara los platos de manera autónoma,» COMPUTERHOY, 12 marzo 2020. [En línea]. Available: <https://computerhoy.com/noticias/tecnologia/alfred-asistente-cocina-robot-prepara-platos-manera-autonoma-598471>.
- [6] La Hora, «Un ayudante de cocina inteligente lo convertirá en un chef,» La Hora, 8 noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.lahora.com.ec/cultura/presentacion-ayudante-inteligente-cocina/>.
- [7] S.G., «Cuántos minutos hay que cocer la pasta para lograr la textura que le dan los italianos,» 26 octubre 2020. [En línea]. Available: <https://elpais.com/buenavida/la-despensa/2020-10-26/cuantos-minutos-hay-que-cocer-la-pasta-para-lograr-la-textura-que-le-dan-los-italianos.html>.
- [8] 20 minutos , «Cuánto tiempo hay que cocer los tallarines para que queden al dente,» 20 minutos , 1 noviembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.20minutos.es/gastronomia/productos/cuanto-tiempo-cocer-tallarines-y-que-queden-al-dente-5073111/>.
- [9] Blog Chef Koketo, «Tiempos de cocción de las verduras,» 2016. [En línea]. Available: <https://koketo.es/tempos-de-coccion-de-las-verduras>.
- [10] M. F. URREJOLA, «TIEMPO DE COCCIÓN DE ALGUNAS VERDURAS,» Colegio Manantial Viña del Mar , 31 julio 2020. [En línea]. Available: <https://cmanantial.cl/tiempo-de-coccion-de-algunas-verduras/>.
- [11] V. García, «Tiempos de cocción: la lista completa para cocinar legumbres y verduras,» Cuerpo Mente, 11 marzo 2020. [En línea]. Available:

https://www.cuerpamente.com/blogs/gastronomia-consciente/lista-tiempos-coccion-verduras-legumbres_6035.

- [12] S. BATICÓN, «¿Sabes cuál es el tiempo de cocción de cada verdura? Te sacamos de dudas,» *Hola Cocina*, 15 octubre 2020. [En línea]. Available: <https://www.hola.com/cocina/tecnicas-de-cocina/20201015177160/tiempo-coccion-verduras/>.
- [13] *Directo al Paladar*, «Salsa bechamel: la receta definitiva para que siempre te quede perfecta,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.directoalpaladar.com/curso-de-cocina/salsa-bechamel-receta-definitiva-siempre-te-quede-perfecta>.
- [14] P. PEREA y M. ALCAIRE, «LAS SALSAS: VARIEDADES Y CÓMO EMPLEARLAS EN LA COCINA,» 6 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.micasarevista.com/recetas-trucos-cocina/a28618044/salsas-cocina-variedades/>.
- [15] Nestlé., «Conoce las 6 clases de salsas madre,» *Recetas Nestlé*, 29 junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.recetasnestle.com.ec/escuela-sabor/coccion-tecnica/clases-de-salsas>.
- [16] GASNOVA, «¿Qué es el GLP?,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.gasnova.co/sobre-el-glp/que-es-el-glp/>.
- [17] *Amarilla Gas*, «¿Qué es el GLP?,» 2023. [En línea]. Available: <https://acortar.link/Yri7hz>.
- [18] *Gas País*, «PODER CALORÍFICO DEL GLP,» 2023. [En línea]. Available: <https://gaspais.com.co/poder-calorifico-del-glp/>.
- [19] *GI Supplier Inc*, «Quemadores Industriales,» *CICSA*, 2022. [En línea]. Available: <https://acortar.link/7mZcOr>.
- [20] *TECNOVAPOR*, «Quemadores,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.tecnovapor.com.ec/quemadores.html>.
- [21] *Teixido*, «¿Qué es un wok en la cocina? Sus características, consejos de utilización y cuidados,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.angelteixido.com/es/398-2/>.
- [22] *MU Mecánicos Unidos S.A.S.*, «Wok: qué es, características, ventajas y técnica para cocinar.,» 2022. [En línea]. Available: <https://victoria.com.co/blogs/blog/blog-wok-que-es-caracteristicas-ventajas-y-tecnica-para-cocinar>.
- [23] *Industrias GSL*, «QUÉ ES UN MICROCONTROLADOR,» 14 julio 2021. [En línea]. Available: https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/que_es_un_microcontrolador.

- [24] J. L. Fernández, «Momento Angular,» FisicaLab, 2022. [En línea]. Available: <https://www.fiscalab.com/apartado/momento-angular>.
- [25] M. V. Díaz, «¿Qué es el momento angular?,» 29 abril 2022. [En línea]. Available: <https://elpais.com/ciencia/las-cientificas-responden/2022-04-29/que-es-el-momento-angular.html>.
- [26] J. Junquera, «Momento Angular,» s.f.. [En línea]. Available: https://personales.unican.es/junqueraj/javierjunquera_files/fisica-1/11.momento-angular.pdf.
- [27] Seven Castle Ent. Co., Ltd., «Mezcladores De Cocina - Aplicar A Los Alimentos,» 2023. [En línea]. Available: <https://cdn.ready-market.com/101/5dbde277//Templates/pic/all%20seasoning.jpg?v=59c79a65>.
- [28] RKBDH, «Noodles,» s.f.. [En línea]. Available: <https://www.rkbdh.com/>.
- [29] Focus Technology Co., Ltd. , «Cocina industrial utilizado para la cocina wok eléctrico,» 2023. [En línea]. Available: https://es.made-in-china.com/co_qinxin/image_Industrial-Kitchen-Used-for-Electric-Wok-Stove_eisyhueeg_2f1j00RkUYTDhPRiol.html.
- [30] «Factor de seguridad: Coeficiente de seguridad en el diseño y el uso,» 3 abril 2023. [En línea]. Available: <https://safetyculture.com/es/temas/factor-de-seguridad/>.
- [31] Alibaba, «Mechero de gas infrarrojo controlador pulso eléctrico encendido HD103-120,» 2023. [En línea]. Available: <https://m.spanish.alibaba.com/p-detail/Infrared-gas-burner-controller-electric-pulse-60310299008.html>.
- [32] Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN, «MAQUINARIA PARA PROCESADO DE ALIMENTOS. CONCEPTOS BÁSICOS. PARTE 2: REQUISITOS DE HIGIENE,» INEN, 2017. [En línea]. Available: <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/zBMSs9QD8kMEcCY>.
- [33] Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, «ARTEFACTOS DOMÉSTICOS A GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GLP). MANGUERAS FLEXIBLES DE CONEXIÓN. REQUISITOS Y PRUEBAS DE ENSAYO,» INEN, 2013. [En línea]. Available: <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/ef2smWMKtwszrrr>.
- [34] Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, «INSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL. REQUISITOS,» INEN, 2010. [En línea]. Available: <https://inencloud.normalizacion.gob.ec/index.php/s/4A3tNZSfCmSWA48>.