




Rediseño de una máquina mezcladora (Original)**Redesign of a mixing machine (Original)**

Alexander Emilio Jañez Viltres. Estudiante de 5to año de Ingeniería Mecánica. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. ajanezv@estudiantes.udg.co.cu 

Wilmer Javier Changoluisa Toaquiza. Estudiante de 5to año de Ingeniería Electromecánica. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. wilmerchangoluisa5@utcedu.ec 

Rafael Francisco Jiménez Salgado. Ingeniero. Doctor en Ciencias Pedagógicas. Profesor titular. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. rjimenezs@udg.co.cu 

Recibido: 15-07-2022/ Aceptado: 08-10-2022

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo el rediseño de una máquina mezcladora, la cual se emplean en la industria alimenticia para humanizar el trabajo, lograr mayor calidad y eficiencia en la elaboración de alimentos, así como homogeneidad de la masa. Esta máquina presenta irregularidades en su funcionamiento tales como: parte de la masa a preparar se aloja en los rodamientos, disminuyendo su vida útil por no tener un adecuado sistema de retenedores, difícil extracción del árbol por incorrecto diseño, deficiencia en la construcción de la estructura ya que dificulta la extracción de la mezcla al no poseer un límite en su movimiento. En la actualidad es un impedimento la importación de estas máquinas y se advierten diversos obstáculos tecnológicos en los talleres; en consecuencia, se toman dimensiones y materiales necesarios. De este modo se realiza un estudio acerca de lo más conveniente, en su rediseño, con énfasis en piezas laminadas de acero, así como su fabricación mediante procesos de maquinado y soldadura

por arco eléctrico. Este rediseño puede mejorar el funcionamiento general, de manera que se incremente su productividad.

Palabras clave: mezcladora; alimenticia; árbol; homogeneidad

Abstract

The objective of this research is the redesign of a mixing machine, which is used in the food industry to humanize the work, achieving greater efficiency and quality in the food preparation process since it achieves a better homogeneity of the dough; this machine presents different irregularities in its operation such as the mass is introduced into the bearings, considerably reducing their useful life, due to not having an adequate system of retainers, difficult extraction of the shaft due to poor design of the same, deficiency in the construction of the structure as it makes it difficult to extract the mixture as it does not have a stop that allows a resting position of the moving, among others; consequently, the purpose is to improve the general operation of the mixing machine, so as to increase its productivity, to develop this purpose the necessary dimensions are taken and a study of the materials is carried out to determine the most convenient, with emphasis in rolled steel parts, after an analysis of the operating conditions to which it is subjected, it is proposed to manufacture it by means of a machining process and electric arc welding, this redesign advance its general operation and development this su productivity.

Keywords: mixer; food; shaft; homogeneity

Introducción

Uno de los principales problemas del tercer mundo es lograr el desarrollo de la industria alimenticia, ya que para poseer una industria avanzada se requiere de un flujo constante de materias primas y de máquinas requeridas para su elaboración. Actualmente en los países

subdesarrollados, abatidos por la pandemia y la falta de apoyo de las principales potencias de la economía, se ha arreciado el problema alimentario.

Enfrentando este adverso escenario Cuba se ha sometido a profundos cambios y transformaciones en todos los órdenes, con el fin de propiciar un rápido progreso científico y tecnológico; en este sentido, cobra auge la fabricación de maquinaria indispensable para la industria alimenticia, entre ellas se encuentra las máquinas mezcladoras. Su uso se advierte en diversos sectores tales como en la fabricación de embutidos, la repostería y en otros tipos de mezcla como frutas y verduras.

Bastas son las experiencias con que cuenta el sector industrial y el sector cuentapropista en nuestra región. Desde esta perspectiva, este proceso tiene altos niveles de aceptación por las altas velocidades de producción, baja calificación de la mano de obra y la automatización del proceso; por estos medios se obtienen grandes cantidades de masa y con gran homogeneidad en la mezcla. En el empeño de mejorar, se realizan investigaciones acerca de la variedad de máquinas mezcladoras que se han construido.

Por consiguiente, se impone el mejoramiento del equipamiento empleado en la industria alimenticia, tomando como base un diagnóstico para conocer el estado actual de la máquina mezcladora en condiciones de producción, sustentado en un conjunto de visitas al proceso de producción, la calidad de los productos, la experiencia de operarios y clientes de los productos. Los elementos aportados revelan una serie de insuficiencias, entre ellas, baja preparación de los obreros implicados en el funcionamiento de la máquina mezcladora, deficiencia en la masa por sobrecargas y no darle el tiempo establecido, derramamiento de la masa hacia los rodamientos.

En relación con las insuficiencias constatadas se indica el siguiente problema de investigación: ¿cómo mejorar el funcionamiento general de la máquina mezcladora, de manera

que se incremente su productividad? Algunas de las ventajas de utilizar la máquina mezcladora en la industria alimenticia reside en que permite mezclar grandes cantidades de masa, se logra gran homogeneidad en la masa, gran higiene tanto en el puesto de trabajo como en la manipulación de los alimentos; el proceso se lleva a cabo en la máquina mezcladora que no es más que un recipiente con unas paletas en el interior encargadas de mezclar la masa, de aquí que nuestro objetivo general se enmarca en el rediseño de una máquina mezcladora.

Precisamente, para complementar este objetivo se parte de una serie de acciones interrelacionadas enmarcadas en los antecedentes del proceso de preparación de masa, con énfasis en la máquina mezcladora, así como, elaborar una metodología del rediseño de la máquina mezcladora, su modelación en 3D. las piezas que conforman el rediseño de la máquina mezcladora en una plataforma CAD, y un análisis de los resultados del rediseño de la máquina mezcladora.

Lo anterior permite proyectar como hipótesis de investigación que, si se rediseña una máquina mezcladora, utilizando un nuevo diseño para su fabricación y materiales adecuados, entonces se mejora el funcionamiento general y se incrementa su productividad.

La economía cubana economía está enfrascada en nuevas formas de producción y la construcción de un nuevo modelo económico donde el sector cuentapropista juega un papel fundamental. Este sector de la economía está presente en la producción de alimentos y busca lograr cada día mayor eficiencia y rentabilidad en sus procesos mediante la industrialización, como se evidencia en la fabricación de embutidos, en la que las mezcladoras juegan un papel fundamental en el acondicionamiento de la masa. En el proceso de la industrialización los cuentapropistas buscan apoyo y asesoramiento en profesionales de las universidades e industrias.

Materiales y métodos

Definición de mezcla

La mezcla tiene por objeto combinar, de manera uniforme, todos los componentes que entran en distinta proporción y con características muy variadas, como densidad, tamaño, forma y otras, para conseguir la distribución equivalente de las materias primas, es decir homogenizar el producto. Esto crea un valor agregado que no concurre en los componentes de modo individual. Las cantidades de cada componente que se van a combinar dependen del tipo de fórmula que se esté ejecutando, la cual se balancea de acuerdo a la disposición de las materias primas. Aunque las mezclas que se realizan son diferentes tanto en ingredientes como en cantidad, el orden de mezclado es prácticamente el mismo, aunque varía en algunos casos.

Factores que influyen en la mezcla

Existen algunos factores que influyen en la mezcla, tales como: tamaño de partícula, forma de la partícula, peso específico, humedad y tamaño de la partícula.

- El tamaño de la partícula es importante, puesto que conforme disminuye el tamaño, se produce una distribución más uniforme, la reducción del tamaño a la mitad altera las características del mezclado por más de dos veces. Entre las características más afectadas se incluye la absorbencia por ingredientes líquidos, el tamaño óptimo se establece a raíz del tipo de alimento o de animal consumidor.
- Forma de la partícula: la rapidez y eficiencia del mezclado depende de la forma de la partícula. Una forma menos angular y más redondeada aumenta la rapidez y eficiencia del mezclado.
- Peso específico: los productos que tienen mayor peso específico, tienden a caer hacia el fondo de la mezcla y la de menor se queda en la parte superior.

- **Humedad:** la humedad afecta la correcta dispersión de las partículas provocando la formación de grupos aislados.

Selección de las características de la máquina

Tipos de mezcladoras

Mezcladora de tambor

Esta clase de máquina (ver figura 1), revuelve sus ingredientes de la misma forma que las mezcladoras de concreto, teóricamente hablando, dándose un mezclado eficiente, aunque se dan problemas de atascamiento cuando se añaden sustancias pegajosas. Se debe detallar que hay información reducida con respecto a su confiabilidad o capacidad en lo que refiere a la mezcla uniforme (Rodríguez, 2006).

Figura 1. Mezcladora de tambor.



Fuente: adaptado de García (2016).

Mezcladora horizontal

Las mezcladoras horizontales (ver figura 2), pueden originar una mezcla uniforme de 2 a 4 minutos, mezclando en su totalidad las partículas que se encuentran en movimiento. Se debe

detallar además que este tipo de mezcladoras son estacionarias. La ventaja en comparación con las verticales es que su desgaste es más lento, obteniéndose un costo de producción por año más bajo. La desventaja de las mezcladoras horizontales en función a las verticales es su costo, en vista que son más caras, por sus componentes de mayor resistencia (Rodríguez, 2006).

Figura 2. Mezcladora horizontal



Fuente: adaptado de Pulvex (2017).

Mezcladora vertical

Una mezcladora vertical (ver figura 3) puede llegar a originar una mezcla homogénea en un intervalo de 8 a 10 minutos si se utiliza el sistema de doble gusano, es ventajosa en comparación con otras que comúnmente necesitan de 12 a 15 minutos, se debe acotar que solo el 10 % de alimento es movido en igual tiempo, en vista que la mayor parte del mezclado se da a través de un tubo elevador y un gusano, que origina la recirculación de los componentes, por la razón primordial de que los alimentos que se encuentran afuera del tubo no son movidos a la par, necesitando más tiempo para homogenizarlos.

Figura 3. Mezcladora vertical



Fuente: adaptado de Rubhima (2020).

En tanto, en la investigación en curso se escoge emplear el material AISI 1045, AISI 316 barra de acero inoxidable recocido y el AISI 316 chapa de acero inoxidable, por las propiedades mecánicas, composición química y propiedades tecnológicas. Es ampliamente utilizado en la industria alimenticia (productos forjados y estampados), se usa en partes de máquinas que requieran dureza y tenacidad como: manivelas, chavetas, pernos, bulones, engranajes de baja velocidad, acoplamientos, árboles, bielas, cigüeñales, ejes de maquinaria de resistencia media, piezas de armas, cañones de fusiles, espárragos, barras de conexión, tornillería, pernos de anclaje, fabricación de herramientas agrícolas, mecánicas y de mano forjadas de todo tipo como: hachas, azadones, rastrillos, picas, martillos, palas, barretones y llaves. Los aceros inoxidables son muy utilizados en la industria alimenticia ya que es el material más adecuado para estar en contacto con los alimentos.

Se selecciona para la investigación el tipo de máquina mezcladora horizontal, debido a sus ventajas, eficiencia y durabilidad. La clasificación seleccionada presenta excelentes

características como la sencillez, fácil construcción y funcionalidad. Por lo descrito, ofrece amplias ventajas, demostrando que es la configuración más recomendable para las máquinas mezcladoras y de la que más se puede conseguir información, suministros y servicios técnicos.

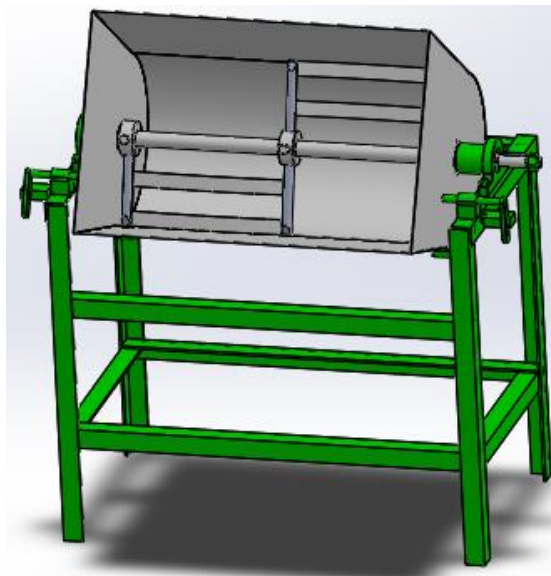
Características generales del diseño

Una vez determinadas las características asociadas a la máquina, se procede a realizar las primeras intenciones del diseño, para su posterior elaboración con herramientas computacionales del sistema CAD, SolidWorks (2016) (ver figura 4), se prueban las configuraciones preliminares, para a ver cambios y llegar a las configuraciones definitivas, algunas de ellas se desecharon por inconvenientes de resistencia, configuración, dificultades de construcción, manufactura y por costos elevados.

Sistema de la máquina

La máquina diseñada consta de los siguientes componentes: unidades de soporte (estructura), recipiente, árbol, paletas y motor eléctrico.

Figura 4. Máquina mezcladora



Fuente: elaboración propia.

Unidades de soporte: es la armadura en donde sitúan los elementos de la máquina, debe de cumplir con los requisitos de rigidez, resistencia, forma y estética adecuados para proporcionarle un buen funcionamiento, se compone principalmente de perfiles laminados de 40x40x5 mm y de diferentes longitudes. Todo el material a emplear es acero AISI 1045, el cual se une mediante el proceso de soldadura por arco eléctrico.

Recipiente: es el encargado de recibir la materia prima (ingredientes de la masa), donde se realizará la mezcla de los mismos.

Árbol: es el elemento encargado de transmitir el torsor a las paletas y donde se apoya el recipiente. Está fabricado de AISI 316, barra de acero inoxidable recocido por las condiciones a que estará sometido y su interacción directa con los alimentos.

Paletas: este es el componente encargado de la homogenización de la mezcla a través de un movimiento rotatorio uniforme.

Motor eléctrico: elemento encargado de proporcionar el torsor a la máquina a través de un sistema de transmisión por cadena.

En consecuencia, el proceso investigativo actual se enmarca en el rediseño del árbol para lograr su fácil extracción, el aumento del tamaño del recipiente, buscando capacidad de producción y cambio de sistema de sellos al demostrar que el anterior no resulta eficiente en su interacción con las masas que se trabajan en la máquina.

Dimensiones del árbol: el árbol de la máquina inicial es de 25 mm de diámetro y 800 mm de longitud fabricado de AISI 1045, sin escalones apreciables, por lo que no existe un tope preciso para los rodamientos. No logra una restricción adecuada de movimiento en el eje horizontal, pero no permite la extracción fácil del mismo por la deficiencia en el diseño lo que conlleva a un desarme total de la máquina. El árbol propuesto es escalonado de forma

decreciente alrededor de los 30 mm de diámetro y 950 mm de longitud, fabricado de AISI 316, barra de acero inoxidable recocido, que permite una fácil extracción al retirar solo un rodamiento.

Dimensiones del recipiente: el recipiente de la máquina inicial tiene un ancho en la parte superior de 450 mm y en la parte inferior de 350 mm; una longitud de 550 mm, fabricado de una chapa de acero galvanizada de 1.5 mm de espesor. El recipiente propuesto tiene un ancho en la parte superior de 450 mm y en la parte inferior de 350 mm; una longitud de 700 mm, fabricado de AISI 316, chapa de acero inoxidable de 1.5 mm.

Sistema de retenedores: la máquina poseía un retén doble labio de material sintético (caucho nitrilo NBR) de 25 x 42 x 7 mm (interior x exterior x altura) con una vida útil en la máquina estimada de 3 meses de explotación a bajo ritmo de trabajo, el propuesto es un buje de bronce fosfórico de 30 x 40 x 60 mm.

Asimismo, se consideran las propiedades mecánicas y la composición química del AISI 1045, material que se emplea en la fabricación de la máquina. (ver tabla 1 y 2); propiedades mecánicas del AISI 316, barra de acero inoxidable recocido (ver tabla 3); propiedades mecánicas del AISI 316, chapa de acero inoxidable (ver tabla 4) y propiedades mecánicas del bronce fosfórico (ver tabla 5).

Tabla 1. Composición química del AISI 1045

Elemento	C		Mn		Si		Fe
	n				i		
Composición química (%)	0,42 - 0,5	0,60 - 0,9	0,05	0,04	0,07 - 0,37	0,25	98,5 - 99,98

Fuente: adaptado de Guliáev, A. P, 1978.

Tabla 2. Propiedades mecánicas del AISI 1045

Nombre de las propiedades	Valor	Unidades
Resistencia a la tracción	610	MPa
Dureza	229	HB
Coefficiente de deformación transversal	0,29	
Módulo de elasticidad longitudinal	206	Gpa
Tracción	610	Mpa
Compresión	530	Mpa

Fuente: adaptado de Guliáev (1978).

Tabla 3. Propiedades mecánicas del AISI 316 Barra de acero inoxidable recocido (SS)

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	193	GPa
Coefficiente de Poisson	0,3	N/D
Densidad de masa	8 000	kg/m ³
Límite de tracción	550	MPa
Límite elástico	137,9	MPa

Fuente: adaptado de Callister (2009).

Tabla 4. Propiedades mecánicas del AISI 316 Chapa de acero inoxidable (SS)

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	193	GPa
Coefficiente de Poisson	0,27	N/D
Densidad de masa	8 000	kg/m ³
Límite de tracción	580	MPa
Límite elástico	172,37	MPa

Fuente: adaptado de SolidWorks (2016).

Tabla 5. Propiedades mecánicas del bronce fosfórico

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	110000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.341	N/D
Módulo cortante	41000	N/mm ²
Límite de tracción	455	N/mm ²
Límite elástico	193	N/mm ²

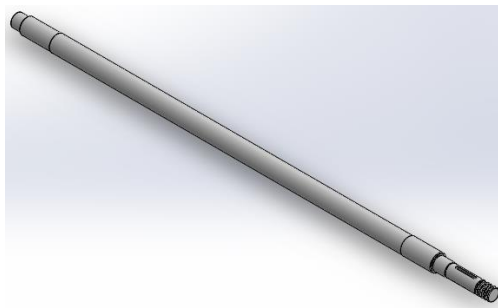
Fuente: adaptado de SolidWorks (2016).

Las máquinas-herramientas tienen el objetivo de transfigurar físicamente un semiproducto, sea en la forma geométrica o en las dimensiones, es decir, la transformación física radica en adquirir una forma diferente a la inicial, puede ocurrir con o sin desprendimiento de

virutas. Tanto en una variante como en otra es necesario operar con herramientas adecuadas, aplicables a cada máquina-herramienta que se emplea. En esta investigación es imprescindible el maquinado a través del torneado, fresado, operaciones de ajuste, además de la soldadura por arco eléctrico.

Precisamente la propuesta es un árbol escalonado (ver figura 5.) de 35 mm de diámetro con una longitud de 1000 mm, que permite mayor capacidad de la máquina y facilita un mantenimiento sencillo y rápido.

Figura 5. Modelo CAD del eje



Fuente: Adaptado de SolidWords (2016).

Algunas de las ventajas son: alto rendimiento, mejor homogenización de la masa, mayor vida útil y facilidad de operar la máquina.

Conclusiones

1. Se alcanza rediseñar la máquina mezcladora para mejorar el funcionamiento general e incrementar su productividad.
2. Se realiza el rediseño de los elementos de la máquina en SolidWords 2016, posibilitando facilidad de los cambios mecánicos surgidos.
3. Se realiza una propuesta innovadora con costos económico de fabricación inferiores al diseño original

Referencias bibliográficas

Callister, W. D. (2009). *Materials Science and Engineering an Introduction* (5ta ed.). Felix Varela.

García, A. A. (2016). *Diseño de una máquina mezcladora de alimentos con diferentes frecuencias. Destinada al gremio de pequeños productores de animales en el recinto San Luis, del Catón Motcache* [Tesis en opción del título de Ingeniero Mecánico, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Quevedo-Ecuador.

<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1408>

Guliáev, A. P. (1978). *Metalografía*. Mir.

Pulvex. (2017) *Mezcladora horizontal*. Industrias.

Rodríguez, I. J. C. (2006). *Mezclado y mezcladoras*.

Rubhima. (2020) *Mezcladora vertical*. Industrias.

Solidworks, C. (2016) "SolidWorks Premium" [Sistema CAD], 2014. Suresnes, Francia, Dassault, Systemes.