

DISEÑO DE MÁQUINA CORTADORA Y FREIDORA DE PAPAS

Juan Arturo Mendoza Razo*, Jorge Zaragoza Siqueiros**,
Pedro de J. García Zugasti*, A.A. Pérez Villegas**.

*Instituto Tecnológico de San Luis Potosí.
Av. Tecnológico s/n Col UPA, C.P. 78437
Tel. (444) 8182136 Extensión 202

**Facultad de Ingeniería de La UASLP, Área Mecánica Eléctrica.
Av. Manuel Nava Martínez No.8, Zona Universitaria, C.P. 78290
amrazo@uaslp.mx, jorge.yorch@hotmail.com

RESUMEN

Este trabajo es parte de un proyecto conformado por una correspondiente al diseño y otra a la construcción. En el presente artículo se presenta solamente el diseño del dispositivo, ya que la construcción del mismo se planea concluir para diciembre del presente debido a condiciones del financiamiento para así poder evaluar los resultados. El objetivo es el diseño de una máquina cortadora y freidora de papas, ya que su principal objetivo se debe a que en la actual industria restaurantera y a nivel casero los procesos de corte y freido de papas se efectúan por separado, ocasionando que el proceso sea tardado ya que el usuario deberá cortar primeramente la papa y después freirla. Para la realización del diseño se inició con un análisis de los requerimientos establecidos por el cliente, enseguida, la realización de un diagrama de funciones donde se establece la secuencia y enlace entre las diferentes estructuras que compondrán el dispositivo, la selección de la estructura óptima para cumplir cada función, así como, bosquejos y cálculos para definir el diseño final. Al realizar el diseño del dispositivo se cumplieron exigencias técnicas y del cliente, que se establecieron para el óptimo funcionamiento de éste; para que la intervención del operador fuese la mínima, refiriéndose a colocar la papa natural y sólo esperar a recibirla ya frita.

ABSTRACT

The objective of designing a potato cutting and frying machine, is because in the current restaurant industry and homemade processes the cutting and frying of potatoes are done separately, causing the process to be somewhat slow, making the consumer choose not to carry out the process personally. The design process began with an investigation to carry out an analysis of the requirements set by the client, putting together a diagram of functions which contains the sequence and liaison between the different structures that make up the device; the selection of the structure that best fulfills each function; as well as sketches and calculations to define the final design. In undertaking the design of the device the technical and customer requirements were complied with, settling for optimal functioning of it, so that operator intervention was minimal.

NOMENCLATURA

F	Fuerza
in	Pulgadas
Kg	Kilogramo
m	Metro
mm	Milímetro
BTU	Unidad térmica británica
N	Newton
N·m	Newton metro
N·in	Newton pulgada
□	Ángulo de la rosca
μ	Coefficiente de fricción entre el tornillo y la tuerca
μ_c	Coefficiente de fricción entre el collarín y la tuerca
°C	Grados Centígrados
d_c	Diámetro del collarín
d_p	Diámetro de paso de la rosca
d_c	Diámetro del collarín
d_p	Diámetro de paso de la rosca

ASAE	American Society of Agronomists Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Agrónomos)
IVA	Impuesto al valor agregado
NOM	Norma Oficial Mexicana
NTC	Norma Técnica Colombiana

INTRODUCCIÓN

Las papas fritas en la alimentación de las personas es un platillo que por lo general es atractivo para ingerirlo, sin embargo, el tiempo de preparación a nivel casero para éste, provoca que, aunque sean del gusto de la gente, no se cocine con frecuencia. A nivel comercial sin embargo, se requiere de la adquisición de dispositivos para poder ofrecer este alimento a los clientes.

Hoy en día, dentro del mercado de mobiliario para la industria alimenticia existen diversos productos, entre los cuales se encuentran las freidoras de papas y las cortadoras de papas, pero únicamente es posible encontrarlas por separado y no dentro de un mismo dispositivo, generando y propiciando que dentro de la industria restaurantera se adquieran papas ya cortadas y congeladas, impactando en los costos del establecimiento, ya que se adquiere un producto ya procesado como lo son las papas de corte francés congeladas.

Es por esto que en este proyecto se diseña un dispositivo que efectúe el proceso de corte y de freído dentro del mismo, evitando así que los establecimientos de comida rápida, restaurantes, así como en el hogar, se tengan que adquirir papas previamente congeladas, y que el usuario intervenga en la mayor parte del proceso. Por lo que en este trabajo se presenta el diseño del dispositivo, teniendo como meta la construcción de un prototipo del mismo dentro del segundo semestre del presente año.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Dentro de la industria restaurantera y la de comida rápida, el proceso de freír y cortar papas se hacen por separado, ocasionando que el vendedor de papas fritas adquiera por separado un dispositivo para realizar cada una de las funciones, lo que conduce a elevar costos por la adquisición de dos dispositivos.

Otra opción es que sean adquiridas papas ya cortadas, la adquisición de materia prima, lo que igualmente conlleva a incurrir en costos de almacenamiento, ya que tienen un costo mayor comparándolas con la papa sin cortar y sin congelar debido al procesamiento de corte y congelación que han recibido.

De esta manera, es necesaria la creación de un dispositivo que realice ambas funciones, cortar y freír papas. Atendiendo a la demanda de amas de casa, de pequeños restaurantes y negocios.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este proyecto se centra en diseñar un prototipo en el cual se incorporen en un solo utensilio el corte estilo francés de la papa y el freírlas. Lo que mejorará en gran medida el procesamiento de este alimento no sólo dentro del hogar sino también dentro de la industria restaurantera.

Este dispositivo pretende revolucionar el proceso dentro del hogar y de la industria alimenticia, para que la intervención del usuario final ya sea una ama de casa, un operador o un restaurantero, sea la mínima. Asimismo, se pretende atender a la seguridad de la persona al aislarla prácticamente de la cercanía con el aceite caliente.

Objetivos particulares

Dentro de los objetivos particulares se plantean:



- Empleo de gas como la fuente principal de energía en la parte del freidor, para el mercado nacional, pudiéndose emplear energía eléctrica para su uso en otros países.
- Ergonomía en cuanto al usuario y dimensiones necesarias.
- Bajo costo de mantenimiento y de operación.
- Precio accesible de acuerdo al tamaño y capacidad de la máquina.
- Material de acuerdo a las normas de sanidad.
- Fácil limpieza.
- Opción para distintos tamaños de corte estilo francés.
- Fácil drenado de aceite sin riesgo de lesiones para el usuario.

- Control del nivel de temperatura en la parte del freidor.
- Alarma que indique el final del tiempo de freído.

ANTECEDENTES GENERALES.

Dentro de la investigación efectuada referente a dispositivos similares, es posible únicamente encontrar por separado las freidora y cortadoras de papa, por parte de las freidoras es posible clasificar éstas de una forma general de acuerdo a su fuente principal de energía en freidoras que usan gas y las que emplean electricidad. Algunas de estas, muy similares en cuanto a la capacidad que se desea tener para el dispositivo que se diseña, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Freidores de papa existentes en el mercado.

Imagen	Características	Datos técnicos	Precio aproximado
	<ul style="list-style-type: none"> • Freidora con capacidad de 3 litros de aceite. • Canastilla niquelada con mango recubierto de plástico. • Fabricado en acero inoxidable. • Funcionamiento con gas L.P. 	Frente: 0.26m. Alto: 0.40m. Fondo: 0.50m. Peso: 12 Kg. 10,802BTUs.	\$2,570.00 + IVA 00/100 M/N MX.
	<ul style="list-style-type: none"> • Freidora con capacidad de 4.5litros de aceite. • Canastilla Fabricada de alambón cincado. • Funcionamiento mediante resistencia eléctrica. 	Potencia: 3,000W Medida: .38 x .53 x .40 m Producción de 12 kilos x hora.	\$6,200.00 + IVA 00/100 M/N MX.

En lo referente a cortadores de papa para uso a nivel semi industrial y el hogar se encuentra dentro del mercado el que se muestra en la figura 1, el cual es un cortador de papas manual que genera un corte limpio ya que cuenta con cuchillas de acero inoxidable intercambiables para distintos tamaños de corte, este utensilio se comercializa en el presente año a un precio aproximado de \$1,200.00 + IVA 00/100 M/N.



Figura 1. Cortador manual de papa.

DISEÑO DEL DISPOSITIVO

El dispositivo consistirá básicamente en tomar una papa natural; es decir, sin cortar o refrigerar, colocarla en un recipiente y después de un tiempo tomar las tiras de papa ya fritas. Con ello se reduce la intervención de personas y se elimina la necesidad de un congelador para las papas previamente cortadas y refrigeradas.

Dentro de los antecedentes teóricos se incluyen las exigencias técnicas, con las que debe contar el dispositivo, para obtener un diseño que logre satisfacer por completo las necesidades del cliente y cumpla con los requerimientos competentes en cuanto a materiales de fabricación, componentes mecánicos, ergonomía y características de empleo de energía, se refiere.

En lo referente a materiales de fabricación y de acuerdo a la norma existente dentro del país, la **NOM**, se exige que todos los dispositivos para corte, manejo o transformación de alimentos se encuentren fabricados de acero inoxidable o plástico.

Selección de los elementos

Dentro de los componentes mecánicos se analiza la conveniencia de adaptar al dispositivo alguno de los tantos mecanismos, o partes existentes comercialmente de acuerdo con las funciones básicas y auxiliares presentadas en un diagrama de funciones (*ver figura 2*), mediante una comparativa de las ventajas y desventajas de ellos, seleccionando la opción más adecuada para cumplir con la función principal. En las tablas 2 a 4 se muestra a manera de ejemplo sólo algunos de los componentes valorados como posibles soluciones para cada función del dispositivo, señalando con sombreado la opción seleccionada para satisfacer las exigencias del dispositivo.

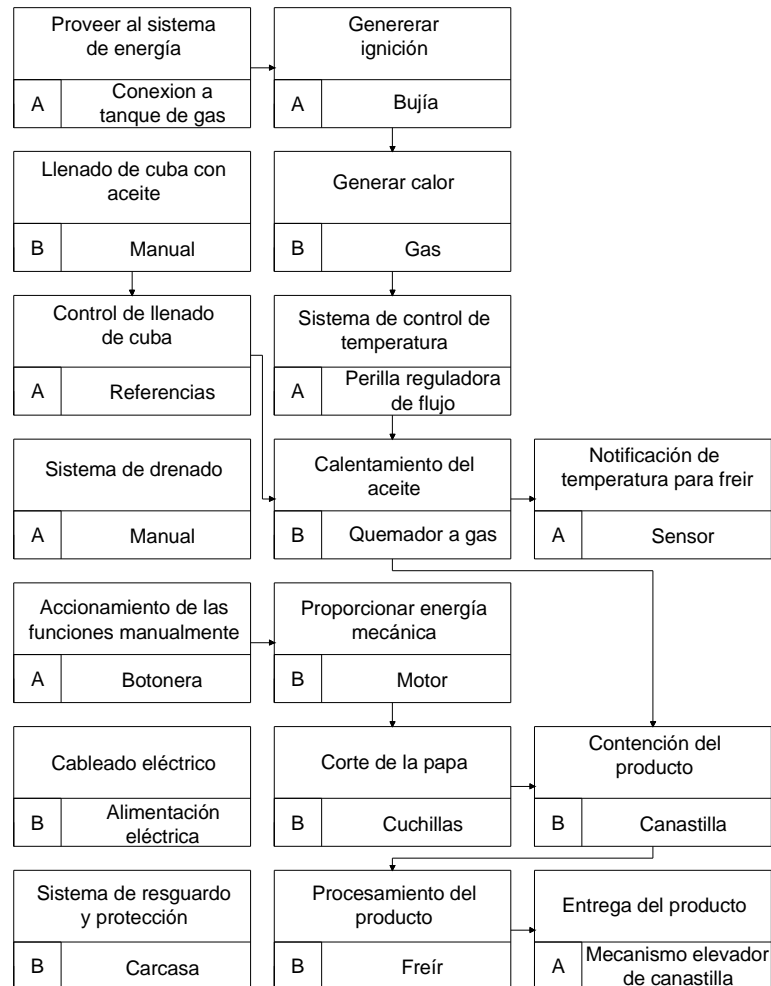


Figura 2. Diagrama de funciones.

Tabla 2. Instrumento de corte.



Instrumento de corte		Ventajas	Desventajas
Cuchillas de acero inoxidable		Estables en el corte	Pérdida del filo
Alambre de acero inoxidable		Proporciona cortes precisos	Costoso Suele romperse el alambre

Tabla 3. Sistema motriz del cortador.

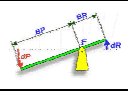


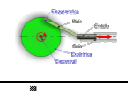
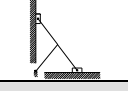

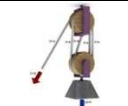


Sistema motriz del cortador		Ventajas	Desventajas
Palanca		Bajo costo. No ocupa mucho espacio Empleo fácil	Es necesaria en gran medida la intervención del usuario Es incómodo para el usuario
Piñón y cremallera		Durabilidad Fácil empleo	Es necesaria la lubricación frecuente
Leva y seguidor		Fácil empleo	Es complicado dar el acabado a la leva La leva sufre desgaste
Biela Manivela		Fácil empleo Fácil fabricación	El espacio necesario puede ser grande, dependiendo de la fuerza requerida
Mecanismo de Crosby		Fácil fabricación	Permite únicamente una carrera de 30 cm
Tornillo de potencia		Fácil de construir Cálculos a efectuar son mínimos Económico Requiere de un espacio pequeño	Sufre desgaste La lubricación debe ser cuidadosa
Polipasto y masa		Ventaja mecánica Fácil construcción El espacio que ocupa es pequeño	Se debe de centrar la masa para evitar que el aceite se salpique

Tabla 4. Sistema de generación de calor.

Sistema de generación de calor		Ventajas	Desventajas
Resistencia eléctrica		Practico Seguro	Costoso
Quemador de gas		Bajo costo Fácil manejo Fácil de mantener	Al sufrir desgaste, se pueden presentar fugas de combustible

Dentro del análisis de partes a emplear para cumplir con la función propia del dispositivo, se seleccionaron las partes más apropiadas en base a los criterios presentados en la tabla 5 [1].

Tabla 5. Criterios y características principales a evaluar para ponderar.

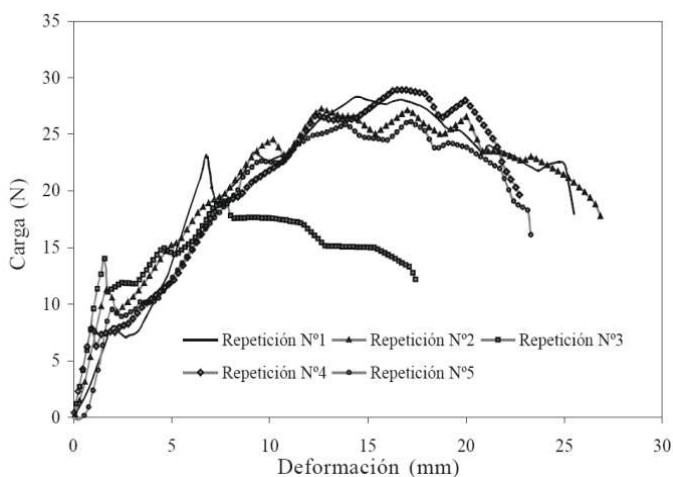
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	PUNTOS A EVALUAR
Fabricación	Pocos procesos de fabricación, los más usuales, ninguna necesidad de herramental costoso y complicado, volumen o espacio reducido, facilidad para conformar el ensamble de piezas, ningún problema especial de material o de dimensionado, elementos y materiales comerciales.
Seguridad	Garantía de seguridad en el funcionamiento y para el usuario final.
Ergonomía	Satisfactorio en la relación hombre-máquina, ninguna carga o deficiencia.
Montaje	Ligero, cómodo y rápido, sin necesidad de medios auxiliares especiales.
Uso	Funcionamiento sencillo, duración prolongada, poco desgaste y operación sencilla.
Mantenimiento	Mantenimiento sencillo y solo el indispensable, de fácil limpieza, inspecciones sencillas y puesta en funcionamiento sin problemas.
Costos	Bajo costo de fabricación y de material.

Cálculos de diseño

Dentro de los cálculos de diseño, se efectuaron los necesarios para conocer la cantidad de calor necesaria para freír las papas y alcanzar la temperatura ideal para freírlas, la cual es de 170° C [2], para la parte de la freidora, en cuanto se refiere a la parte del cortador de papa, se efectuaron cálculos para conocer el par de torsión y la potencia necesaria del motor basándose en los existentes comercialmente.

En lo que se refiere a la parte del freidor, se efectuó un análisis estequiométrico para conocer la mezcla de gas aire necesaria cuando se utiliza gas natural y gas LP para la combustión [3] obteniéndose una relación de 18:1 para el gas natural y para el gas LP una relación de 14:1 y una capacidad calculada de generación de calor de 32,500BTUs.

Dentro de la parte del cortador de papas se calculó el momento de torsión para generar la fuerza necesaria para efectuar el corte. La fuerza requerida para el corte de papa se obtuvo de acuerdo a datos reportados por Buitrago [4], quien siguió medios experimentales de acuerdo a la "Norma NTC 341. Industria Alimentaria- Papa para Consumo" y a normas americanas como la "ASAE S368.1. Compresión Test of Food Materials of Convex Shape" [4] y estos datos son presentados en la gráfica 1, siendo una fuerza de corte de 35 N, la necesaria para cortar una papa.



Gráfica 1. Curvas carga-deformación en la prueba de corte para la variedad criolla, obtenidas de cinco repeticiones

A partir de estos datos, se calculó el torque del motor para activar un tornillo que transmitirá la potencia a una tuerca que se encuentra acoplada a una placa que comprime la papa sobre las cuchillas y así efectuar el corte, este cálculo se efectuó, empleando la ecuación 1 [5].

$$T = \frac{Fd_p}{2} \left(\frac{\mu\pi d_p + L \cos \alpha}{\pi d_p \cos \alpha - \mu L} \right) + \mu_c F \frac{d_c}{2} \quad (1)$$

Substituyendo en la ecuación 1 los datos con que se cuenta, se obtuvo.

$$T = 8.2999 \text{ N} \cdot \text{in}$$

Con el torque previamente calculado se procedió a efectuar, la selección del motor de acuerdo a los que existen comercialmente, obteniéndose como adecuado un motor de 35 W y de 0.25 N·m de torque.

ENSAMBLE FINAL

De acuerdo con los cálculos y la selección de los componentes del dispositivo se realizó el diseño final de éste, tomando como referencia las dimensiones de los componentes seleccionados. En las figuras 3 a 5 se muestran diferentes vistas del dispositivo.

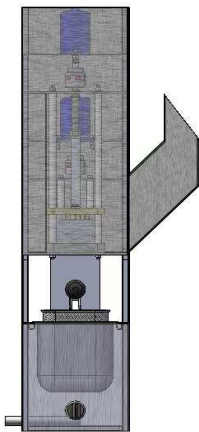


Figura 3. Vista frontal

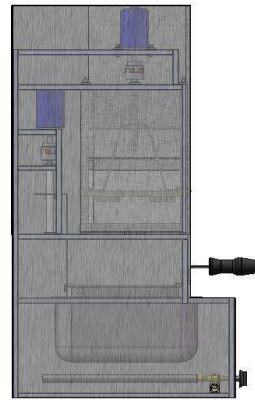
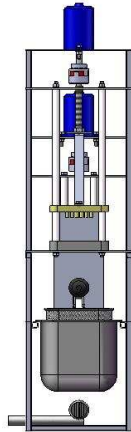


Figura 4. Vista lateral.

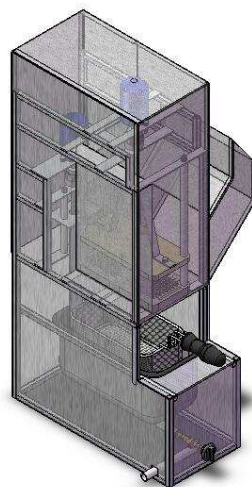
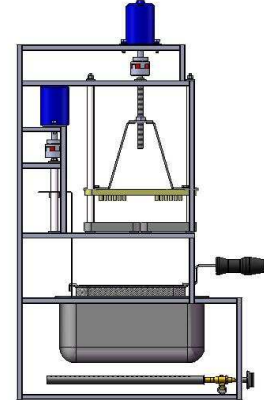
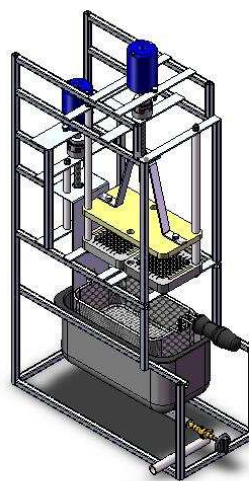
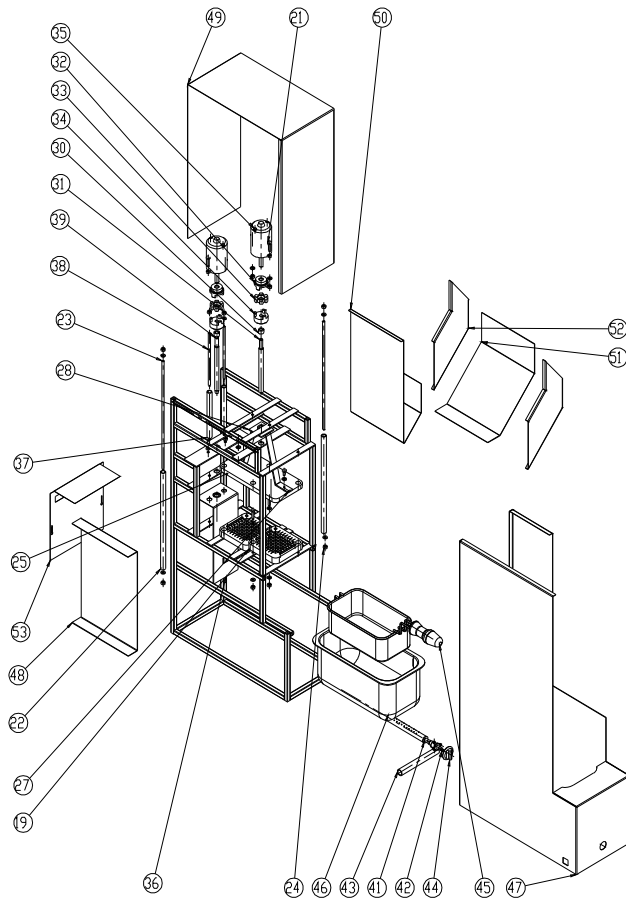


Figura 5. Vista Isométrica



Enseguida, se puede apreciar en la figura 6 el despiece del dispositivo en plano explosionado y una lista de partes donde se indica la descripción de las mismas.



No. PARTE	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DESIGNACIÓN
1	2	Barra 1	
2	2	Barra 2	
3	2	Barra 3	
4	2	Barra 4	
5	2	Barra 5	
6	2	Barra 6	
7	3	Solera 1	
8	3	Solera 2	
9	2	Solera 3	
10	2	Barra 7	
11	2	Barra 8	
12	2	Barra 9	
13	2	Barra 10	
14	2	Barra 11	
15	1	Solera 4	
16	1	Solera 5	
17	2	Solera 6	
18	2	Barra 13	
19	2	Cuchilla	
20	18	Rondana	
21	6	Tornillo 1	1/4" UNC x 1/2"
22	2	guia 1	Tubo de PVC ø 15mm C-40
23	2	Esparrago 1	1/4" UNC
24	14	Tuerca 1	1/4" UNC
25	1	Empujador	
26	2	Tornillo 2	1/4" UNC x 1/4"
27	2	Soporte 1 del Cortador	
28	1	Soporte 2 del Cortador	
29	2	Tuerca 2	1/2" UNC
30	3	Buje	
31	1	Esparrago del Sistema de Corte	1/2" UNC
32	2	Parte 1 Cople	
33	2	Estrella Cople	
34	2	Parte 2 Cople	
35	1	Motor 1	30W CD
36	1	Elevador de Canastilla	
37	2	guia 2	Tubo de PVC de ø 15mm C-40
38	2	Esparrago 2	1/4" UNC
39	1	Esparrago del Sistema Elevador	1/2" UNC
40	1	Motor 2	15W CD
41	1	Quemador	300mm
42	1	Esprea	
43	1	Tubo de Gas	Tubo Galvanizado de 3/4"
44	1	Perilla	
45	1	Canastilla	1Kg Capacidad
46	1	Cubo	3lts de Capacidad
47	1	Lámina 1	
48	1	Lámina 2	
49	1	Lámina 3	
50	1	Lámina 4	
51	1	Lámina 5	
52	2	Lámina 6	
53	1	Lamina 7	

Figura 6. Despiece del dispositivo.

CONCLUSIONES

Con el diseño de un dispositivo cortador y freidor de papa, los costos de procesamiento de las papas fritas tipo francés se reducen notablemente, ya que no existe la necesidad de adquirir la papa previamente cortada y congelada, ni la necesidad de almacenamiento en congeladores, es por esto que se justifica la necesidad de crear un dispositivo que realice las dos funciones de freír y cortar, este dispositivo innova el procesamiento de este platillo, ya que actualmente únicamente se pueden encontrar por separado cortadores y freidores de papa. Asimismo, emplea papa natural, sin procesamiento, la cual puede almacenarse sin necesidad de instalaciones especiales.

Dentro de las ventajas que ofrece este dispositivo, se encontró que el operador interviene mínimamente, lo que hace que sea un producto novedoso y práctico para emplearlo desde un nivel casero, como semi industrial dentro de los establecimientos de comida y restaurantes.

La adquisición de este dispositivo por parte de establecimientos de comida rápida, impacta directamente a los costos de fabricación y almacenamiento, reduciéndose notablemente al recuperar la inversión inicial, y aumentando su productividad ya que no es necesaria la intervención de un operador en todo el proceso, debido a que únicamente éste interviene en colocar el producto a cortar y en retirar el producto ya procesado, pudiéndose ocupar, de otras actividades dentro del establecimiento.

En lo que se refiere a la fabricación de este dispositivo, la cual se efectuará en el segundo semestre del presente año los costos de fabricación del mismo, ascienden a \$6,000 00 (Seis mil pesos 00/100 M.N MX), de acuerdo a los precios actuales, por lo que relativamente es económico, comparándolo con los costos de almacenamiento y refrigeración de los establecimientos en los cuales son vendidas las papas a la francesa, así como, la adquisición de los equipos por separado; haciendo factible su construcción y comercialización ya que el equipo que se diseña, cuenta teóricamente con la capacidad de procesar aproximadamente de 10 a 12 Kg de papa por hora.

REFERENCIAS

- [1].Apuntes de la materia diseño de máquinas 1. UASLP, 2004
- [2].Manual de usuario, Freidora T-Fal.
- [3].Whitten, Gailey, “Química General”
- [4].Germán V. Buitrago, Alonso P. López, Alfonso P. Coronada, Fernando L. Osorno, Artículo “Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de la papa cultivada en Colombia”, Revista Brasileña Ingeniería Agrícola e Ambiental.
- [5].Robert L. Norton, “Diseño de máquinas”, Editorial Prentice Hall, Primera Edición 1999.