



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA ELABORACIÓN DE
CAMELOS PARA LA FÁBRICA “LA GOLOSINA”**

INFORME TÉCNICO

AUTOR:

Jorge Luis Aldás Quingla

DIRECTOR:

Carlos Villarreal

Ibarra – Ecuador

2017

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA ELABORACIÓN DE CAMELOS PARA LA FÁBRICA “LA GOLOSINA”

Jorge Luis Aldás Quingla
Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Técnica del Norte
Ibarra, Ecuador

geormanx@yahoo.com

Resumen. El presente trabajo es la descripción del diseño e implementación de una máquina para elaboración de caramelos artesanales para la fábrica “La Golosina, realizado con la finalidad de aumentar la eficiencia de los procesos de laminado, enfriamiento y troceado, así mejorando la producción y calidad en la elaboración de los caramelos, solucionando problemas existentes, el mayor de ellos un proceso manual.

El objetivo de este trabajo es mejorar la calidad del producto e incrementar la producción de caramelos en la fábrica.

El trabajo principal fue el diseño e implementación de una máquina la cual consta de 3 sistemas como son:

Sistema de Laminación: Está conformado por rodillos los cuales compactan la masa de caramelo dando la forma deseada.

Sistema de Transporte y Enfriamiento: Es la encargada de transportar la masa de caramelo del Sistema de Laminación al Sistema de Centrifugado mediante una Banda Transportadora, al mismo tiempo de endurecer la masa de caramelo mediante 3 ventiladores axiales tubulares y 1 ventilador centrífugo.

Sistema Centrifugo: Este sistema separara los caramelos de los residuos mediante un tambor rotatorio agujerado. La capacidad de producción es de 192 caramelos por minuto y aumenta la producción en más de un 400%.

1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país de gran diversidad en el cual sus mayores riquezas se encuentran en su gente y lo que las mismas pueden brindar y producir. Una de estas es la elaboración de los caramelos artesanales, los cuales necesitan de largas horas de trabajo y abundante mano de obra.

La producción de estas golosinas, se realiza de una manera totalmente artesanal y procesada con materiales e instrumentos sencillos, para lo cual estas empresas necesitan de la ayuda de máquinas, para mejorar y regularizar la producción de una manera automática o semi-automática, según sea el caso.

En el caso planteado, se construirá una máquina, en la cual el laminado del caramelo se lo realizará mediante un motor eléctrico, que evitará esfuerzo físico innecesario y pausas en la producción que dejan desperdicios. Durante el enfriamiento de la cinta de caramelo se pierde mucho tiempo en la producción por lo que es necesario que el proceso se lo realice en una forma continua.

En la separación; de los caramelos con los residuos se lo realiza de forma manual por lo tanto se necesita un sistema que lo realice de forma continua e inmediata.

Se pretende lograr una mayor eficiencia, gracias a la máquina, conformada por los diferentes sistemas, que permitirá aprovechar de una mejor manera la materia prima, generando una menor cantidad de desperdicios y alcanzar una mayor producción, siempre con un criterio de sustentabilidad.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La máquina está compuesta por varios procesos como lo son el formado y el laminado de las cintas de caramelo, el enfriamiento y transporte de la cinta de caramelo y por último el troceado de los caramelos, los cuales serán tratados en este artículo.

Para la obtención de los caramelos, los cuales obtienen la forma deseada de los rodillos utilizados en la máquina debe seguir un procedimiento, en el cual se puede observar en la Figura 1.

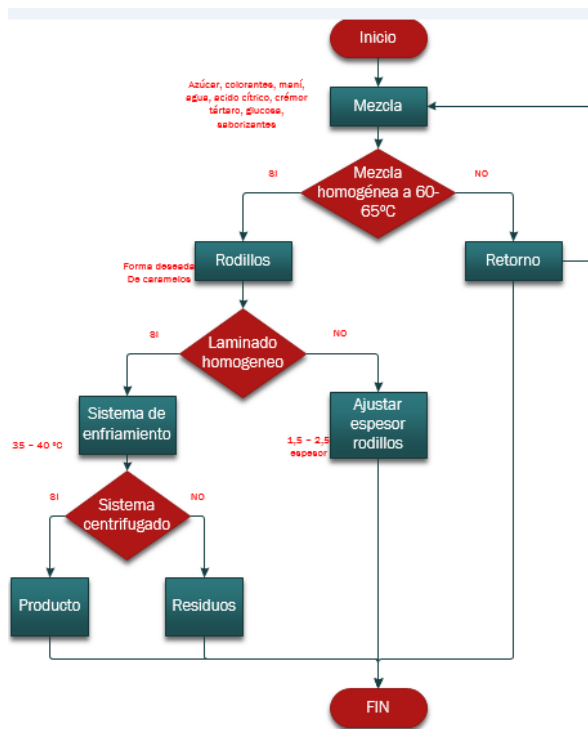


Figura 1. Flujo grama de Proceso de producción

2.1. SISTEMA DE LAMINADO

El sistema de laminación es aquel el cual permite que el caramelo se encuentre perfectamente laminado para que posteriormente el mismo sea cortado y empaquetado de acuerdo a las medidas establecidas por el fabricante para la realización del sistema es necesario tener en cuenta los requerimientos generales los cuales se mencionan a continuación.

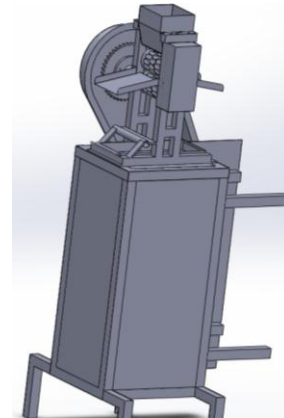


Figura 2. Sistema de Laminación

2.1.1. RODILLOS MOLDEADORES

Los rodillos tienen como función reducir la altura del caramelo para de esta manera obtener el grosor adecuado para la fabricación de caramelos, para conseguir un laminado perfecto es necesario utilizar velocidades bajas en este caso 8.31 rpm ya que a grandes velocidades la masa de caramelo no puede compactarse de la manera especificada.

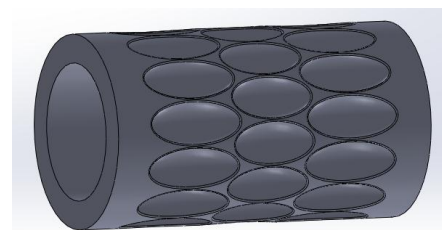


Figura 3. Rodillos Moldeadores

Ecuación 1. Diámetro del rodillo

$$D = \frac{P}{\pi}$$

Fuente: (Ferdinand P. Beer, 2010)

Donde:

D Diámetro del rodillo

P Perímetro

Reemplazando:

$$D = 6.8\text{cm} = 0.068\text{m}$$

Con este diámetro de los rodillos darán 8.31 revoluciones para recorrer la distancia de 1m.

2.1.2 SISTEMA MOTRIZ

El sistema motriz hace girar a los rodillos a una velocidad constante mediante un motor que está conectado por catarinas y cadenas. Se generará una fricción entre la masa de caramelo y los rodillos, la velocidad de laminación dependerá de la compactación de la masa de caramelo debido a que a altas velocidades el caramelo tiende a desprenderse y de esta manera no se obtiene un formado perfecto de caramelo por lo que es imposible obtener el producto final deseado.

Los componentes que forman el sistema motriz se lo muestra en la siguiente figura.

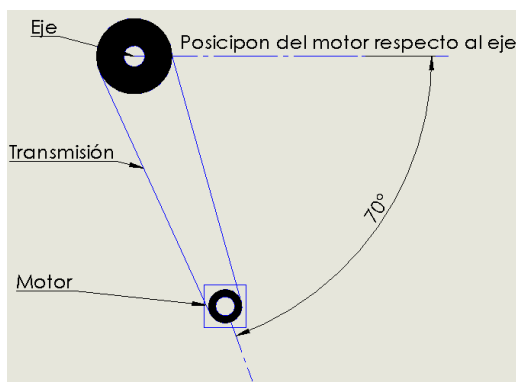


Figura 4. Sistema motriz

- Motor
- Eje motriz
- Transmisión (catarinas y cadenas)

Torque

Para poder diseñar el sistema motriz es necesario obtener el torque que poseen los rodillos el cual se puede encontrar mediante la utilización de la ecuación 2.

Ecuación 2 Torque

$$T = F * M$$

Fuente: (Saráu Terán, 2011)

Donde:

T Torque

F Fuerza ejercida por el rodillo 10.5 kgf

M Posición del centro de gravedad respecto al centro del rodillo y posición resultante de la Presión.

Reemplazando:

$$T = 1.564\text{N.m}$$

Potencia

Debido a que la laminación dependerá de la velocidad del rodillo la cual será establecida por el sistema motriz es necesario encontrar la potencia necesaria del motor la cual se puede calcular a través de la ecuación 3.

Ecuación 0 Potencia del motor

$$P = T * \omega$$

Fuente: (Nisbett & Budynast, 2008)

Donde:

P Potencia del motor

T Torque

ω Velocidad angular

Reemplazando:

$$P = 0.12hp$$

Transmisión

Para la transmisión se lo realizo mediante una Catarina conducida y una conductora las cuales se encontraron a través de la siguiente ecuación 4.

Ecuación 4 Número de dientes de la catarina conducida

$$N2 = \frac{n1}{n2} * N1$$

Fuente: (Robert L. Mott, 2006)

Donde:

N2 Número de dientes de la catarina conducida
N1 Número de dientes de la catarina conductora
n1 Velocidad de la catarina conductora
n2 Velocidad de la catarina conducida

Datos

N1 = 17
n1 = 21 rpm
n2 = 8.31 rpm

Reemplazando:

$$N2 = \frac{21}{8.31} * 17$$

$$N2 = 42 \text{ dientes}$$

La Catarina conducida es de 17 dientes y la Catarina conductora es de 42 dientes con una relación de transmisión de 2.5.

Estructura

Se seleccionó tubo galvanizado ASTM-523 de $1\frac{1}{4}$ para la construcción de la estructura después de analizar los esfuerzos críticos a los que está sometida la estructura.

2.2 SISTEMA DE TRANSPORTE Y ENFRIAMIENTO

El sistema de transporte y enfriamiento es un subsistema de la máquina el cual tiene la función de transportar la cinta de caramelo mediante una banda transportadora la cual está conectada a un motor-reductor mediante catarinas y enfriarlo a la vez extrayendo el calor, ya que esta se encontrará en un ambiente encerrado y necesita ser endurecido para poder ser troceado.

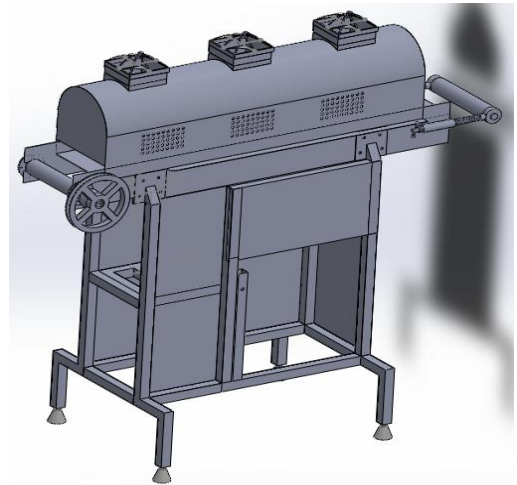


Figura 5. Sistema de transportación

2.2.1 SELECCIÓN DE LA BANDA

De acuerdo a los requerimientos necesarios para la construcción de la máquina para elaboración de caramelos se ha seleccionado una banda transportadora de poliuretano (UPRO 2/13 W – M), la cual es la ideal para estar en contacto con alimentos.



Figura 6 Banda de Poliuretano

Fuente: (GGDBANDAS, 2017)

2.2.2 SELECCIÓN DEL MOTOR-REDUCTOR

Debido a que la velocidad angular necesaria es muy baja se contará con una transmisión por poleas la cual será de una relación de 3:1, por lo tanto para la selección del motor-reductor se asumirá los siguientes datos:

$P_s = 0,158\text{HP}$ (Potencia de salida)

$\eta_c = 97\%$ (Rendimiento de la transmisión por cadena)

$\eta_r = 59\%$ (Rendimiento del reductor)

Ecuación 5. Cálculo de la potencia para la selección del motor

$$P_e = \frac{P_s}{\eta_c * \eta_r}$$

Reemplazando

$$P_e = \frac{0.158 \text{ HP}}{0.97 * 0.59}$$

$$P_e = 0.2760 \text{ HP}$$

Mediante los datos obtenidos a través del cálculo de la potencia del motor se selecciona un motor de ¾ HP cuyas características se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Datos de la placa del motor seleccionado

Frecuencia	60 Hz
Potencia	¾ HP
RPM	1700
Voltaje	110 / 220 VAC
Amperaje	10,7 / 5,36 A

2.3. SISTEMA DE CENTRIFUGADO

El sistema de centrifugado es un subsistema de la máquina el cual tendrá como función recibir la cinta de caramelo y separarlo por unidades, clasificando el producto final por una compuerta y el desperdicio que será re utilizado e ira a una bandeja que caerá del tambor agujerado.

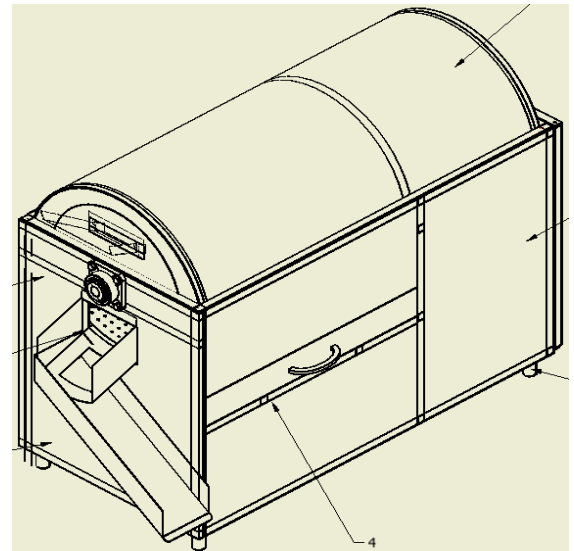


Figura 7 Sistema de Centrifugado

El sistema de centrifugado cumple con los siguientes requisitos:

- Mantener una velocidad de giro del tambor adecuada para separar el caramelo de los residuos sin maltratar el producto.

- Tener un sistema de control que permita la intervención manual del operario durante el proceso.

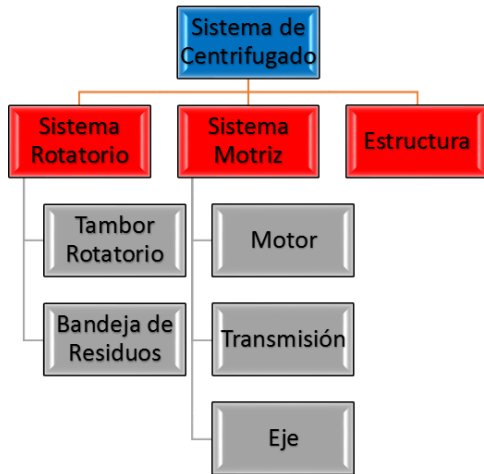


Figura 8 Sistema de Centrifugado

2.3.1. SISTEMA ROTATORIO

El sistema rotatorio está conformado por un tambor agujerado ubicado de manera horizontal con unas aspas que separaran el caramelo por la fricción que hay entre los caramelos y las paredes del tambor.

Tambor Rotatorio: Cumple la función de contener el caramelo, trocearlo y separarlo de los residuos que serán re utilizados a futuro.

Luego de realizar los cálculos del espesor mínimo de para fabricar el caramelo se tomó en cuenta criterios como: costo, disponibilidad en el mercado deformación y desgaste; antes de escoger una lámina de acero inoxidable 304 de 0.7mm para su construcción.

Bandeja de Residuos: Cumple la función de contener el residuo de los caramelos y no mezclar con el producto final para poder ser re utilizado. Esta bandeja se lo construyo con el mismo material y espesor del tambor rotatorio.

2.3.2. SISTEMA MOTRIZ

Este sistema motriz proporcionara movimiento de manera continua al tambor para que puedan separarse los caramelos con la fuerza necesaria, para no romperlos ni dejar fragmentos pegados.

Motor: El motor se encarga de hacer girar al eje mediante un sistema de transmisión que proporcionara una velocidad de giro adecuada para trocear los caramelos. Se seleccionó un motor de 1hp después de calcular la inercia del en cada parte del sistema motriz.

Tabla 2. Datos de la placa del motor seleccionado

Frecuencia	60 Hz
Potencia	1 HP
RPM	1700
Voltaje	110 / 220 VAC
Amperaje	13,5 / 6,75 A

En la tabla 2 se puede apreciar las diferentes características.

Transmisión: La transmisión se lo realizo mediante juegos de poleas que permitió reducir la velocidad de giro 1700 rpm a 50 rpm y transmitirla al eje como se muestra en la siguiente Figura 9.

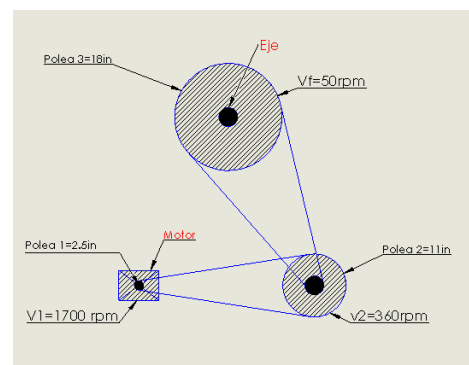


Figura 9 Sistema de Centrifugado

Eje: El eje de transmisión cumple la función soportar el torque que transmite la polea en el cilindro y mover el cilindro con la ayuda de los volantes de sujeción. Se seleccionó un eje sólido después de una comparación entre un eje sólido y hueco, bajo criterios de costo deformación y desgaste, se realizó también diseño estático y análisis de fátiga para determinar que el diámetro del eje sea de $1\frac{1}{4}$.

2.3.3. ESTRUCTURA

Se seleccionó tubo galvanizado ASTM-523 de $1\frac{1}{4}$ para la construcción de la estructura después de analizar los esfuerzos críticos a los que está sometida la estructura.

3. PRUEBAS DE CAMPO

Se realizó diferentes pruebas de campo, corrigiendo errores en el diseño de la máquina obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 3 Pruebas de Campo

#	Total, cinta laminada %	Endurecimiento de la cinta de caramelo %	Troceado de caramelo %	Resultados %
1	30	30	10	23.3
2	80	40	25	48.3
3	95	95	60	83.3
4	98	98	90	95.3
5	99	100	100	99.6
6	99	100	100	99.6

3.1. ANALISIS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

- Estando en funcionamiento los tres sistemas con las características analizadas y velocidad de funcionamiento a las que operaban respectivamente se dispuso hacer las pruebas pertinentes del producto dando una calidad del producto máxima del 99.6% y pérdidas casi nulas

4. CONCLUSIONES

- Puesto en funcionamiento los rodillos se probó con diferentes velocidades angulares, en la cual se dispuso de poleas de $3\frac{1}{2}$ in relación 1-1, posteriormente se dispuso poleas de siguiente manera $3\frac{1}{2}$ in (eje del motor), $7\frac{3}{4}$ in (eje del rodillo) y finalmente por pérdidas de transmisión del motor a los rodillos se cambió las poleas por engranajes y las bandas por cadenas, obteniendo los resultados mencionados en las tabla 4.4 y concluyendo que la velocidad angular adecuada de los rodillos es de 8.31 rpm.
- Para obtener un producto de buena calidad la máquina deberá operar bajo los siguientes parámetros de velocidad:
 - Sistema de laminación: 8.31 rpm
 - Sistema de transporte y enfriamiento 8.31 Rpm.
 - Sistema centrifugado: 50rpm
- Los tiempos de producción se vieron reducidos de la siguiente manera:

Tabla 4 Tiempos de Producción

	TIEMPOS DE PRODUCCION (seg)			
	LAMINADO DE LA MASA (1m)	ENFRIAMIENTO DE LA MASA (1m)	SEPARACION DEL CARAMELO	SEPARAR CARAMELO DEL RESIDUO
MAQUINA	45	45	30	0
PRODUCCION ARTESANAL	38	240-350	60	120

En 1m de masa de caramelo se desprenden 164 caramelos, para la misma cantidad la máquina lo realiza en 120seg y de forma artesanal se demora 458seg.

Por lo cual concluimos que la máquina ayuda a optimizar la producción en un 381%.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda antes de utilizar la máquina limpiar los desperdicios de la máquina con un trapo y agua de preferencia tibia o caliente de las partes que la máquina tengan contacto con el caramelo, tales como son los rodillos, tambor rotatorio, bandeja de residuos y banda transportadora, no interferir con las partes eléctricas y de control.
- Para revisar el tambor rotatorio detener primero la máquina ya sea con el botón de apagado o el switch de encendido y apagado colocado en el sistema centrifugo.
- No ingresar las manos muy cerca de los rodillos laminadores ya que puede incurrir en daños severos a las personas, únicamente ingresar la masa mediante la bandeja de ingreso.
- Mantener lubricadas las catarinas de los rodillos y del eje del motor.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Ferdinand P. Beer. (2010). *Mecánica Vectorial Para Ingenieros*. Mexico: McGraw-Hill.
- [2] Gere, J. M., & Goodno, B. J. (2006). *Mecánica de Materiales*. McGRAW-HILL.
- [3] Ingemecánica. (2012). *Transmisión por cadenas cálculo y diseño*. Obtenido de ingemecanica Web site: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn127.html#seccion3>

[4] MERIAM, J. L. (1980). *Dinámica*. REVERTE S.A.

[5] Nisbett, J., & Budynast, R. G. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de SHigley*. Santa Fe: McGRAW-HILL.

[6] Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

[7] Saráuz Terán, J. (2011). *Diseño y construcción de una máquina para elaboración de tortillas de harina de trigo para la empresa TAQUITO´S*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.

[8] Viloría, J. (2010). *Motores Trifásicos características, cálculos y aplicaciones*. S.A. EDICIONES PARANINFO.

7. BIOGRAFÍA DEL AUTOR



Jorge Luis Aldás Quingla

Nace en la ciudad de Ibarra perteneciente a Ecuador, el 23 de enero de 1988. Realizó sus estudios primarios en la escuela "La Salle". Sus estudios secundarios los curso en el Colegio Fisco Misional "San Francisco" en la especialidad de Físico Matemático. Actualmente es egresado de la Universidad Técnica del Norte de Ibarra-Imbabura en la carrera de Ingeniería en Mecatrónica en el 2017. Área de interés: Diseño mecánico, automatización de procesos y robótica.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA ELABORACIÓN DE
CAMELOS PARA LA FÁBRICA “LA GOLOSINA”**

INFORME TÉCNICO

AUTOR:

Jorge Luis Aldás Quingla

DIRECTOR:

Carlos Villarreal

Ibarra – Ecuador

2017

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA LA ELABORACIÓN DE CAMELOS PARA LA FÁBRICA “LA GOLOSINA”

Jorge Luis Aldás Quingla
Carrera de Ingeniería en Mecatrónica, Universidad Técnica del Norte
Ibarra, Ecuador

geormanx@yahoo.com

Abstract. The present work is the description of the design and application of the machine for the production of handmade candy for the "La Golosina" factory, made with the purpose of increasing the efficiency of the rolling, cooling and chopping processes, thus improving the Production and quality is the elaboration of the candy, solving existing problems, the largest of them in manual process.

The objective of this work is to improve the quality of the product and increase the production of candy in the factory

The main work was the design and implementation of a machine which consists of 3 systems such as:

Lamination System: It is formed by rollers which compact the caramel mass giving the desired shape.

Transport and Cooling System: It is responsible for transporting the caramel mass of the Rolling System to the Centrifugal System by means of a Conveyor Belt, at the same time to harden the caramel mass by means of 3 axial tubular fans and 1 centrifugal fan.

Centrifugal System: This system separates the candies from the waste by means of a drilled rotary drum. The production capacity is 192 candies per minute and increases production by more than 400%.

1. INTRODUCTION

Ecuador is a country of great diversity in which its greatest riches are in its people and what they can provide and produce. One of these is the elaboration of the handmade candies, which need long hours of work and abundant labor. The production of these sweets is made in a totally handmade and processed with simple materials and instruments, for which these companies need the help of machines, to improve and regularize the production in an automatic or semi-automatic, according to the case.

In the case presented, a machine will be built, in which the laminate of the candy will be made by an electric motor, which will avoid unnecessary physical effort and pauses in production that leave waste. During the cooling of the caramel tape is lost a lot of time in the production so it is necessary that the process is carried out in a continuous way.

In the separation; of the candies with the waste is done manually so a system is needed to do it continuously and immediately.

It is intended to achieve greater efficiency, thanks to the machine, conformed by the different systems, which will allow to take better advantage

of the raw material, generating a smaller amount of waste and achieving a greater production, always with a criterion of sustainability.

2. DESCRIPTION OF THE PROCESS

The machine is composed of several processes such as the formation and lamination of the candy tapes, the cooling and transponte of the caramel tape and finally the chopping of the caramels, which will be dealt with in this article.

To obtain the candies, which obtain the desired shape of the rollers used in the machine must follow a procedure, which can be seen in figure 1.

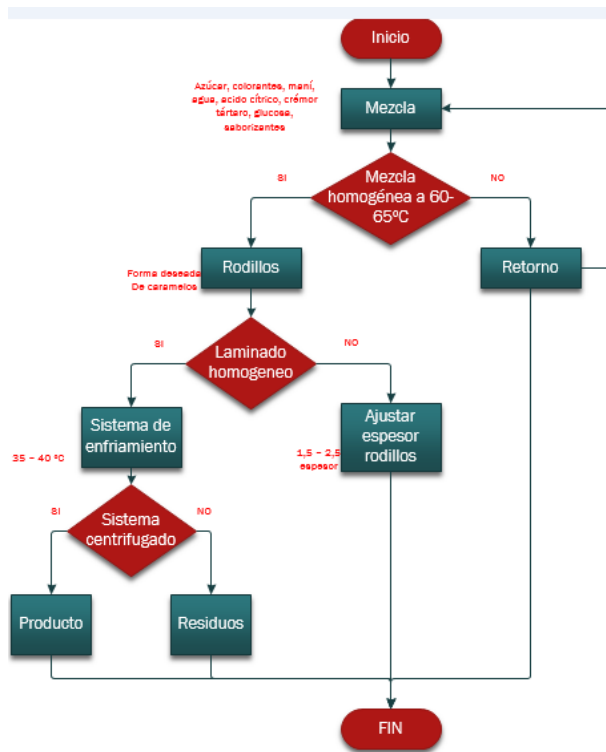


Figure 1. Flow Grass of Process Production

2.1. LAMINATE SYSTEM

The lamination system is the one which allows the caramel to be perfectly laminated so that later it is cut and packaged according to the measures established by the manufacturer for the realization of the system it is necessary to take

into account the general requirements which are Mentions below.

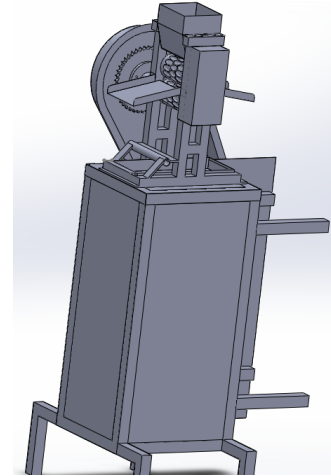


Figure 2. Lamination SYstem

2.1.1. MOLDING ROLLERS

The function of the rollers is to reduce the height of the caramel so as to obtain the proper thickness for the manufacture of caramels, in order to obtain a perfect laminate it is necessary to use low speeds in this case 8.31 rpm since at great speeds the caramel mass can't Compacted in the manner specified.

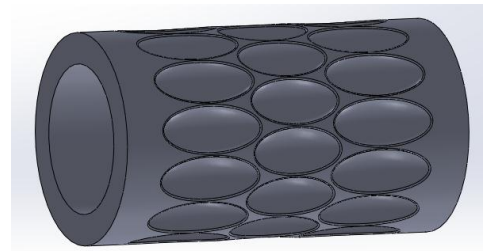


Figure 3. Molding Roller

Ecuation 1. Roller diameter

$$D = \frac{P}{\pi}$$

Source: (Ferdinand P. Beer, 2010)

Where:

- D Roller diameter
- P Perimeter

Replacing:

$$D = 6.8\text{cm} = 0.068\text{m}$$

With this diameter the rollers will give 8.31 revolutions to travel the distance of 1m.

2.1.2 MOTOR SYSTEM

The mobile system rotates the rollers at a constant speed with a motor which is connected by the catarinas and chains. Generate a friction between the caramel dough and rollers, the lamination speed will depend on the compaction of the caramel dough because the high speeds the caramel tends to come off and in this way you will not get a perfect caramel product by what is impossible to obtain the desired final product.

The components that make up the driving system are shown in the following figure.

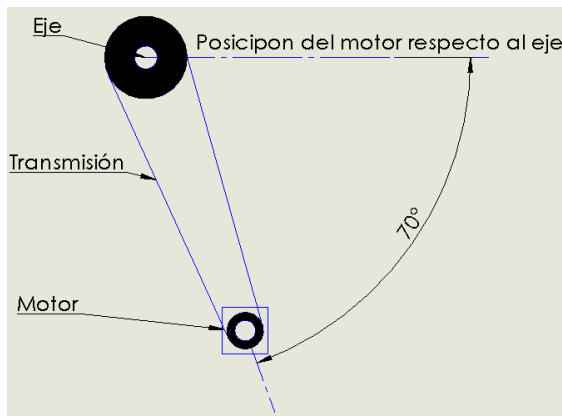


Figure 4. Motor System

- Motor
- Drive shaft
- Transmission (catarinas and chains)

Torque

In order to design the motor system it is necessary to obtain the torque of the rollers which can be found by using equation 2.

Equation 2 Torque

$$T = F * M$$

Source: (Saráuz Terán, 2011)

Where:

T Torque

F Force exerted by the roller 10.5 kgf

M Position of the center of gravity with respect to the center of the roller and position resulting from the Pressure.

Replacing:

$$T = 1.564\text{N.m}$$

Power

Because the lamination will depend on the speed of the roller which will be established by the motor system it is necessary to find the necessary power of the motor which can be calculated through equation 3.

Equation 3 Motor power

$$P = T * \omega$$

Source: (Nisbett & Budynast, 2008)

Where:

P Engine power

T Torque

ω Angular speed

Replacing:

$$P = 0.12\text{hp}$$

Transmission

For the transmission it was realized by means of a conducted Catarina and a conductora which were found through the following equation 4.

Equation 4 Number of teeth of the catarina driven

$$N2 = n1 / n2 * N1$$

Source: (Robert L. Mott, 2006)

Where:

N2 Number of teeth of the catarina driven

N1 Number of teeth of conducting catarina

n1 Speed of the conducting catarina

n2 Conducted catarina velocity

Data

N1 = 17

n1 = 21 rpm

n2 = 8.31 rpm

Replacing:

$$N2 = 21 / 8.31 * 17 \quad N2 = 42 \text{ teeth}$$

The Catarina driven is 17 teeth and the conductive Catarina is 42 teeth with a transmission ratio of 2.5.

Structure

ASTM-523 galvanized pipe of 1 1/4 was selected for the construction of the structure after analyzing the critical stresses to which the structure is subjected.

2.2 TRANSPORTATION AND COOLING SYSTEM

The system of transport and cooling is a subsystem of the machine which has the function of transporting the caramel tape through a conveyor belt which is connected to a motor-reductor by means of catarinas and to cool it at the same time extracting the heat, since this will be in an enclosed environment and needs to be hardened to be cleaved.

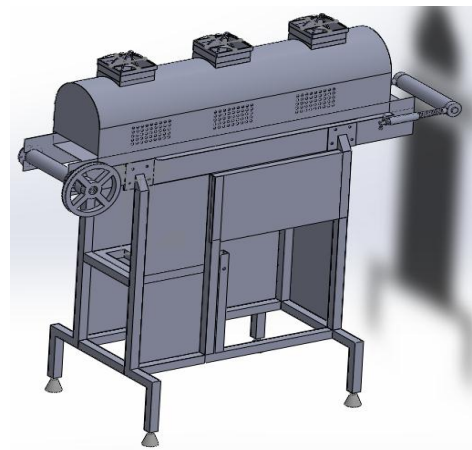


Figura 5. Sistema de transportación

2.2.1 SELECTION OF THE BAND

According to the necessary requirements for the construction of the candy machine, a polyurethane conveyor belt (UPRO 2/13 W - M) has been selected, which is ideal for contact with food.



Figure 6 Polyurethane Band

Source: (GGDBANDAS, 2017)

2.2.2 SELECTION OF THE ENGINE-REDUCER

Because the required angular velocity is very low, it will have a pulley transmission which will be of a ratio of 3: 1, therefore for the selection of the motor-reductor the following data will be assumed:

$P_s = 0.158\text{HP}$ (Output Power)

$H_c = 97\%$ (Performance of the transmission by chain)

$H_r = 59\%$ (Gear ratio)

Ecuation 5. Calculation of the power for the selection of the engine

$$P_e = \frac{P_s}{\eta_c * \eta_r}$$

Replacing:

$$P_e = \frac{0.158 \text{ HP}}{0.97 * 0.59}$$

$$P_e = 0.2760 \text{ HP}$$

By means of the data obtained by calculating the engine power, a motor of $\frac{3}{4}$ HP is selected, the characteristics of which are shown in table 1.

Table 1. Selected Motor Plate Data

Frecuencia	60 Hz
Potencia	$\frac{3}{4}$ HP
RPM	1700
Voltaje	110 / 220 VAC
Amperaje	10,7 / 5,36 A

2.3. CENTRIFUGAL SYSTEM

The centrifuge system is a subsystem of the machine which will function to receive the candy tape and separate it by units, sorting the final product by a damper and the waste to be reused

and will go to a tray that will fall from the drilled drum.

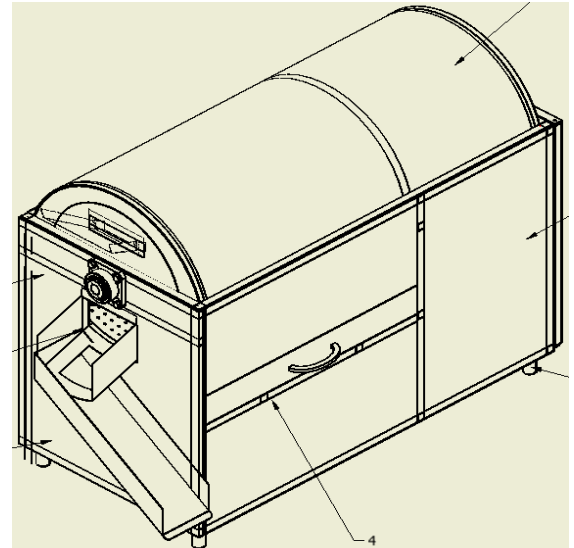


Figura 7 Centrifuge System

The centrifuge system meets the following requirements:

- Maintain a speed of rotation of the drum suitable to separate the caramel from the waste without mistreating the product.
- Have a control system that allows manual intervention of the operator during the process.

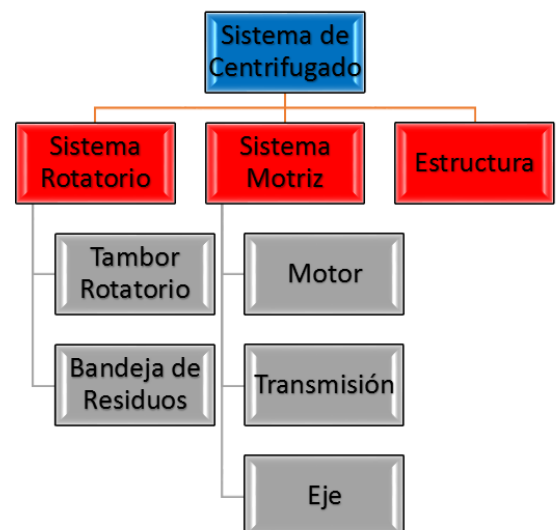


Figura 8 Centrifuge System

2.3.1 ROTARY SYSTEM

The rotary system is formed by a drilled drum located horizontally with blades that separate the caramel by the friction between the candies and the walls of the drum.

Rotary Drum: It fulfills the function of containing the caramel, chopping it and separating it from the residues that will be reused in the future.

After making the calculations of the minimum thickness of to make the caramel was taken into account criteria as: cost, availability in the market deformation and attrition; Before choosing a 0.7mm 304 stainless steel blade for construction.

Waste Tray: It fulfills the function of containing the residue of the candy and does not mix with the final product in order to be reused.

This tray is built with the same material and thickness as the rotary drum.

2.3.2 MOTOR SYSTEM

This motive system will provide continuous movement to the drum so that the candies can be separated with the necessary force, so as not to break them or leave fragments stuck together.

Engine: The motor is responsible for rotating the shaft by means of a transmission system that will provide a suitable rotation speed to chop the caramels. A 1hp motor was selected after calculating the inertia of the motor in each part of the driving system.

Table 2. Selected Motor Plate Data

Frecuency	60 Hz
Power	1 HP
RPM	1700
Voltage	110 / 220 VAC
Amperage	13,5 / 6,75 A

Table 3 shows the different characteristics.

Transmission:

The transmission was realized by means of sets of pulleys that allowed to reduce the speed of rotation 1700 rpm to 50 rpm and to transmit it to the axis as shown in the following Figure 9.

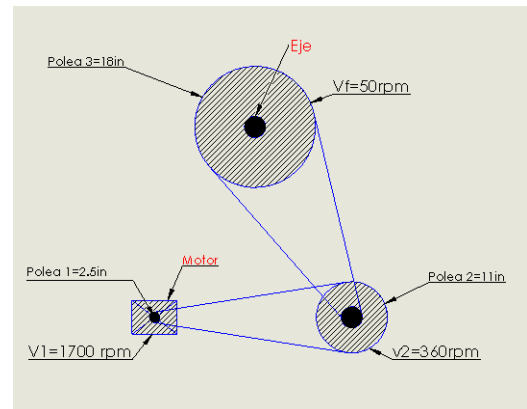


Figura 9 Sistema de Centrifugado

Axis: The transmission shaft fulfills the function of supporting the torque transmitted by the pulley in the cylinder and moving the cylinder with the help of the holding handwheels. A solid axis was selected after a comparison between a solid and hollow shaft, under criteria of deformation and wear cost, also static design and analysis of phatic was performed to determine that the diameter of the shaft is $1\frac{1}{4}$

2.3.3 STRUCTURE

ASTM-523 galvanized pipe of $1\frac{1}{4}$ was selected for the construction of the structure after

analyzing the critical stresses to which the structure is subjected.

3 FIELD TEST

Different field tests were performed, correcting errors in the design of the machine obtaining the following results.

Table 3 Field Test

#	Total, cinta laminada %	Endurecimiento de la cinta de caramelo %	Troceado de caramelo %	Resultados %
1	30	30	10	23.3
2	80	40	25	48.3
3	95	95	60	83.3
4	98	98	90	95.3
5	99	100	100	99.6
6	99	100	100	99.6

3.1 ANALYSIS OF THE FIELD TEST

- When the three systems with the analyzed characteristics and operating speed were operating, respectively, the relevant product tests were given, giving a maximum product quality of 99.6% and almost nil losses.

4 CONCLUSIONS

- The rollers were tested with different angular velocities, in which pulleys of 3 1/2 in relation 1-1 were used, then pulleys were arranged as follows 3 1/2 in (motor shaft), 7 3 / 4 in (roller axis), and finally, by loss of transmission from the motor to the rollers, the pulleys were changed by gears and chains by chains, obtaining the results mentioned in Table 4.4 and concluding that the proper angular speed of the rollers is Of 8.31 rpm.

- In order to obtain a good quality product the machine must operate under the following speed parameters:

- Rolling system: 8.31 rpm

-Transport and Cooling System 8.31 Rpm.

-Centrifugal system: 50rpm

- Production times were reduced as follows:

Table 4 Productions times

	TIEMPOS DE PRODUCCION (seg)			
	LAMINADO DE LA MASA (1m)	ENFRIAMIENTO DE LA MASA (1m)	SEPARACION DEL CARAMELO	SEPARAR CARAMELO DEL RESIDUO
MAQUINA	45	45	30	0
PRODUCCION ARTESANAL	38	240-350	60	120

In 1m of coal mass 164 caramels are released, for the same amount of the machine that does in 120sec and in a traditional way it takes 458sec.

So we conclude that the machine helps to optimize production by 381%

5 RECOMMENDATIONS

- It is recommended before using the machine to clean the machine waste with a cloth and water preferably warm or hot from the parts that the machine has contact with the caramel, such as the rollers, rotary drum, waste tray and band Conveyor, do not interfere with the electrical and control parts.
- To check the rotary drum first stop the machine either with the off button or the on / off switch placed in the centrifugal system.

- Do not put your hands too close to the rolling rollers as they can cause severe damage to people, just enter the dough through the tray.

- Keep the roller and motor shaft oil lubricated.

6 BIBLIOGRAPHY

[1] Ferdinand P. Beer. (2010). *Mecánica Vectorial Para Ingenieros*. Mexico: McGraw-Hill.

[2] Gere, J. M., & Goodno, B. J. (2006). *Mecánica de Materiales*. McGRAW-HILL.

[3] Ingemecánica. (2012). *Transmisión por cadenas cálculo y diseño*. Obtenido de ingemecanica Web site: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn127.html#seccion3>

[4] MERIAM, J. L. (1980). *Dinámica*. REVERTE S.A.

[5] Nisbett, J., & Budynast, R. G. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de SHigley*. Santa Fe: McGRAW-HILL.

[6] Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

[7] Saráuz Terán, J. (2011). *Diseño y construcción de una máquina para elaboración de tortillas de harina de trigo para la empresa TAQUITO´S*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.

[8] Viloría, J. (2010). *Motores Trifásicos características, cálculos y aplicaciones*. S.A. EDICIONES PARANINFO.

7 BIOGRAPHY OF THE DEL AUTHOR



Jorge Luis Aldás Quingla

He was born in the city of Ibarra, Ecuador, on January 23, 1988. He completed his primary studies at the "La Salle" school. His secondary studies in the School of

Missionary Police "San Francisco" in the specialty of Physical Mathematician. He is currently a graduate of the Technical University of Northern Ibarra-Imbabura in the Mechatronics Engineering career in 2017. Area of interest: Mechanical design, process automation and robotics.