

Diseño y Construcción de una máquina automática lineal de tapado de envases con yogurt para la reducción del tiempo de despacho de la producción en la Empresa-Productos Lácteos Paraíso

Freddy Salazar, Washington Freire, Byron Barros, José Bayas.

Departamento de Eléctrica y Electrónica
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga
Latacunga, Ecuador

fwsalazar@espe.edu.ec, wrfreire@espe.edu.ec, bmarcelito_@hotmail.com, pepe_bayas@outlook.com

Resumen— El presente proyecto consiste en el “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA LINEAL DE TAPADO DE ENVASES CON YOGURT PARA LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE DESPACHO DE LA PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA-PRODUCTOS LÁCTEOS PARAÍSO”, propuesta que se implementará con la finalidad de reducir el tiempo de despacho de producción, disminuyendo la intervención del operario para evitar el contacto con el producto y conservando su calidad debidamente calificado por las normas de higiene y salud, para poder cubrir diariamente los pedidos de los clientes. En el sistema mecánico, el diseño de los elementos mecánicos se los realizó de forma analítica y tecnológica modelado con el software CAE, de esta manera se comprobó que sus componentes cumplan con un tolerable factor de seguridad y no se fatiguen en el proceso. En el sistema neumático, contiene análisis de presión, torque, momento para poder roscar los envases y tapar los envases con yogurt. En el sistema eléctrico, el diseño del circuito de control se lo realizó tomando a consideración los componentes como variador de frecuencia, sensores, motores, cilindros neumáticos. Para la programación del sistema automático se utiliza un PLC que se lo hizo mediante programación LADDER. El funcionamiento de manera general se basa a partir de: La llegada del producto (envase con yogurt) es realizada mediante una banda transportadora, luego de la cual, el producto es verificado por un sensor de producto lleno, posteriormente ingresa a la estación de trabajo (tapado del envase), después de cierto tiempo se sujeta el envase, descende el sistema neumático hasta una distancia requerida hacia la boquilla del envase luego realiza el tapado del envase de yogurt y seguidamente serán impulsados por la banda transportadora para su despacho..

Palabras clave – *Tapadora, Yogurt, Reducción, Despacho, Producción.*

Abstract— This project consists of the "DESIGN AND CONSTRUCTION OF AUTOMATIC LINEAR COVERED WITH YOGURT PACKAGING FOR THE REDUCTION OF TIME OF OFFICE OF PRODUCTION IN THE DAIRY COMPANY-PARADISE" proposed to be implemented in order to reduce the production turnaround time, reducing operator intervention to avoid contact with the product and maintaining its quality properly qualified by the standards of hygiene and health, to cover customer orders daily. In the mechanical system, the design of the mechanical elements are made of the way technology analytical and modeling with CAE software, so it was found that its components meet tolerable safety factor and not grow weary in the process. In the pneumatic system, it contains analysis of pressure, torque, time to thread the containers and cover with yogurt containers. In the electrical system, the design of the control circuit was made taking account of the components such as the inverter, sensors, motors, pneumatic cylinders. For automatic programming a PLC it did with LADDER programming is used. The operation generally is based from: The arrival of the product (container with yogurt) is performed by a conveyor belt, after which the product is verified by a sensor full product then enters

the workstation (capped container), after a certain time the container is clamped, the air system drops to a required distance toward the nozzle of the container then performs capping yogurt container and then be driven by the conveyor for release.

Keywords – *Capping, Yogurt, Reduction, Office, Production.*

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la elaboración de productos lácteos se ha modificado, debido a diversos avances tecnológicos que benefician a la empresa y al consumidor para elaborar productos de mejor calidad, esto es implementando máquinas capaces de sustituir el esfuerzo físico del operario y ubicándolos en otra zona vulnerables. Todo ser humano puede estar en peligro inminente, ocasionado por fallas en un sistema eléctrico, descuidos humanos e incluso imprevistos de procedencia natural como lo son las maniobras al procesar, llenar y tapar los envases con yogurt.

Garantizar la seguridad total del recurso humano es casi imposible; pero se puede disminuir en gran parte el riesgo de accidentes laborales mediante algunos métodos, uno de ellos es la implementación de una MÁQUINA AUTOMÁTICA LINEAL DE TAPADO DE ENVASES CON YOGURT, que tiene como principal objetivo la reducción del tiempo de despacho de la producción y prevenir contacto con el producto terminado para su total esterilización de contagio de enfermedades.

En vista de la gran demanda de diferentes productos alimenticios como son yogurt, naranjadas, bolos, etc., la empresa se ha visto en la necesidad de implementar nueva tecnología para mejorar su presentación, proceso de producción y despacho, por tal motivo se desarrolla el DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN de dicha MÁQUINA TAPADORA, y situarse en el mercado con suficiente producción.

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

A. El yogurt

Desde hace mucho tiempo la elaboración de yogurt significó una mezcla de ciertos microorganismos (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*), estos se mezclaban en leche tibia y esperar algunas horas hasta que hubieran terminado su labor de convertir la lactosa (azúcar de la leche) en ácido láctico. [1]

El resultado de este proceso es un líquido de aroma, color y sabor lácteos, de consistencia algo espesa y acidez característica, que contiene una gran cantidad de microorganismos vivos, incluso miles de millones aun después de ser filtrados [1].

B. Tipos de tapadoras de líquidos

En relación al avance científico que se requiere para impulsar e implementar maquinaria para reducir tiempos y personal operativo, se ha desarrollado mejoras tanto científicas y prácticas para productos lácteos de esta manera se han diseñado distintas máquinas tapadoras para sus necesidades que requieren la empresa alimenticia.

Las máquinas tapadoras que se encuentran vigentes en este proceso son:

- Tapadora Rotativa
- Tapadora Lineal.

C. Envase de plástico (Botella)

Una botella es un recipiente fabricado para la comercialización de líquidos en productos como lácteos, bebidas. (Véase en la figura 2.1) Sus ventajas con respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas.

El plástico se moldea para que la botella adquiera la forma necesaria para la función a que se destina, algunas incorporan su aspecto ergonómico estrechándose en su parte frontal o con rebajes laterales para poder agarrarlas con comodidad.



Figura 2.1 Envases plásticos para yogurt
Fuente: [2]

III. DISEÑO Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS

El proceso iterativo de diseño se agilitó con la ayuda de programas de Diseño Asistido por Computador (CAD) y de Ingeniería Asistida por Computador (CAE), con el fin de realizar de forma rápida y precisa el análisis de movimiento y de esfuerzos de las diferentes alternativas de diseño hasta determinar las dimensiones y geometría óptima de los diferentes componentes de la máquina, garantizando de esta manera el funcionamiento adecuado y seguro de la misma bajo condiciones críticas de funcionamiento..

A. Parámetros de diseño

En base a los requerimientos funcionales de la máquina para tapado de envases, establecido por el proceso productivo de la Empresa Paraíso y de las características técnicas de máquinas semejantes disponibles en el mercado nacional e internacional, se determinan los principales parámetros que intervienen en el diseño de la tapadora de envases:

Tabla 3. 1
Parámetros de diseño

PARÁMETROS	CANTIDADES
Capacidad de carga máxima (W_c):	30 envases llenos (75 [N])

Altura máxima de los envases (h_M):	125 [mm]
Altura mínima de los envases (h_m):	80 [mm]
Diámetro de la tapa de los envases (d_e):	38 [mm]
Mínima velocidad de tapado requerida (N_t):	20 envases/minuto
Fuerza vertical máxima de tapado (F_t):	100 [N]
Torque máximo de tapado requerido (T_t):	4,0 [Nm]
Material de fabricación requerido:	Acero inoxidable 304
Factor de seguridad mínimo requerido (FS):	2.5 (Anexo A)

A partir de estos parámetros se procede con el diseño y la selección de los diferentes componentes mecánicos de la máquina de pulido.

Debido a que la velocidad de tapado requerida, es de 20 envases por minuto, el tiempo disponible para tapar cada envase es de 3 segundos, por lo tanto, el tiempo estimado para cada actividad es:

Tabla 3. 2
Tiempos estimados para cada actividad

ACTIVIDAD	TIEMPOS [seg]
Avance del envase hasta el cabezal giratorio (t_1):	0,5 segundos
Descenso y ascenso del cabezal giratorio (t_2):	1,0 segundo
Enroscado de la tapa en el envase (t_3):	1,5 segundos

B. Esquema previo de la máquina de tapado de envases

A partir de los parámetros de diseño, los requerimientos funcionales exigidos y la geometría de otras máquinas tapadoras existentes, se determinan los principales componentes que conforman la máquina y se desarrolla un esquema preliminar de la misma (figura 3.1), en el que se destacan los siguientes sistemas mecánicos:

1. Sistema de tapado.
2. Sistema de sujeción de los envases.
3. Sistema de avance de los envases.
4. Estructura soporte.

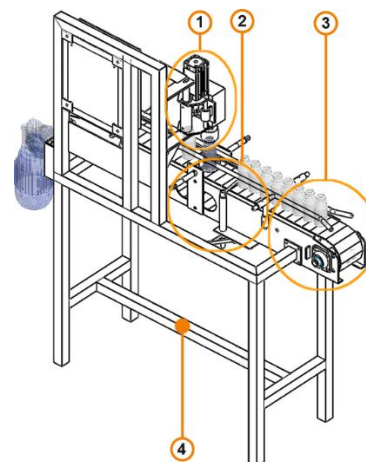


Figura 3.1 Esquema previo de la máquina tapadora

C. Diseño del sistema de tapado

Este sistema constituye la etapa principal de la máquina y es el que realiza la operación de roscado y apriete de la tapa en cada envase de yogurt, mediante el movimiento vertical y rotatorio del cabezal. Además, este sistema debe permitir la regulación de la altura del cabezal, de acuerdo al tamaño del

envase que se va a tapar. Los componentes del sistema de tapado se muestran en la figura 3.2.

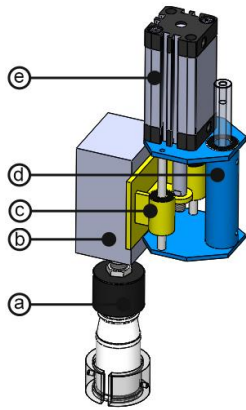


Figura 3.2 Sistema de Tapado

D. Diseño del sistema de sujeción de los envases

Los componentes del sistema de sujeción realizan dos funciones principales: Detener los envases para que no avancen por la banda transportadora; y sujetar el envase que está siendo tapado para que no giren durante el tiempo que toma el enroscado de los mismos. Los componentes del sistema de sujeción se muestran en la figura 3.3 y estos deben permitir sujetar diferentes diámetros de envases.

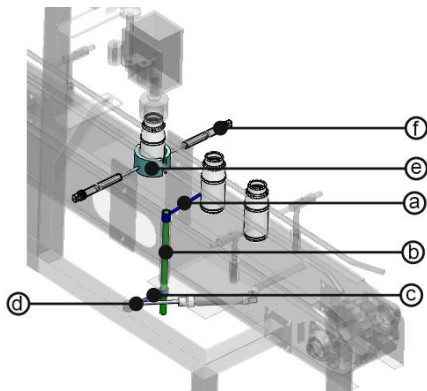


Figura 3.3 Sistema de sujeción de los envases

1. Diseño del brazo de detención de los envases

Este brazo debe detener el avance de los envases durante el tiempo de tapado, por lo tanto, debe ser capaz de resistir la fuerza de fricción que producen un máximo de 10 envases que se pueden colocar detrás del brazo (figura 3.4).

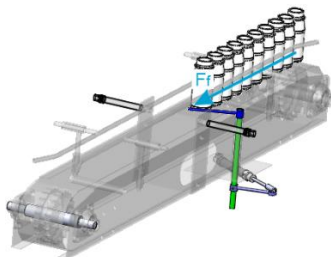


Figura 3.4 Fuerzas sobre el brazo de detención

$$F_f = \mu_{p-p} \cdot W_{env}$$

$$F_f = 0,8 \cdot 25 \text{ N}$$

$$F_f = 20 \text{ N}$$

2. Selección del gripper de sujeción de los envases

Como se muestra en la figura 3.5, para sostener los envases durante el tapado de los mismos, se utilizarán dos gripper semicilíndricos que sujetarán el envase durante el enroscado de la tapa, es decir durante el tiempo de un segundo.

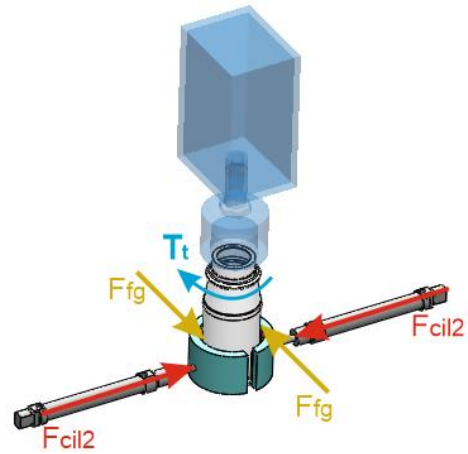


Figura 3.5 Cargas sobre los componentes del sistema de sujeción

Para evitar que el envase gire el gripper debe ejercer una fuerza de sujeción que permita generar una fuerza de fricción entre las superficies de contacto (F_{fg}) igual o mayor que la fuerza tangencial (F_{tan}) generada por el torque máximo de tapado (T_t):

$$F_{tan} = \frac{T_t}{D_{env}/2}$$

$$F_{tan} = \frac{4,0 \text{ Nm}}{0,055 \text{ m}/2}$$

$$F_{tan} = 145,4 \text{ N}$$

Donde:

$$D_{env} = \text{Diámetro máximo de los envases} = 55 \text{ mm}$$

Tomando en cuenta que existen dos superficies que ejercen fricción sobre los envases, la fuerza de fricción total requerida para que no giren los envases, tiene que ser igual a la fuerza tangencial:

$$2 \cdot F_{fg} = F_{tan}$$

$$F_{fg} = \frac{145,4 \text{ N}}{2}$$

$$F_{fg} = 72,7 \text{ N}$$

Por lo tanto, la fuerza de apriete que se debe transmitir el gripper, se obtiene a partir de la ecuación:

$$F_{fg} = \mu_{p-p} \cdot F_{suj}$$

Despejando se tiene:

$$F_{suj} = \frac{F_{fg}}{\mu_{p-p}}$$

$$F_{suj} = \frac{72,7 \text{ N}}{0,8}$$

$$F_{suj} = 90,9 \text{ N}$$

E. Diseño del sistema de avance de los envases

Para conducir los envases a lo largo del sistema de envases se utiliza un sistema de banda transportadora compuesto por los elementos mostrados en la figura 3.6.

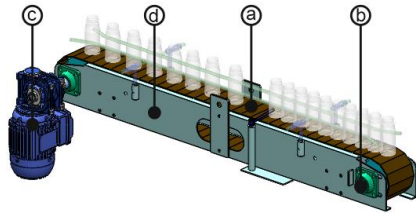


Figura 3.6 Sistema de avance de los envases

1. Selección de la banda transportadora

La distancia que tiene que recorrer los envases en cada operación de tapado viene dado por:

$$l_{av} = l_{bd} - l_{ct}$$

$$l_{av} = 810 \text{ mm} - 630 \text{ mm}$$

$$l_{av} = 180 \text{ mm} = 0,18 \text{ m}$$

Donde:

l_{av} = Distancia de avance en cada operación de tapado
 l_{bd} = Posición del brazo de detención = 810 mm
 l_{ct} = Posición del cabezal giratorio para el tapado = 630 mm

Como se determinó en la sección 3.2, el tiempo disponible para el avance de cada envase hasta el cabezal giratorio (t_1) es de 1 segundo, la velocidad lineal a la que se debe mover la banda transportadora, se obtiene a partir de:

$$\vec{v}_a = \frac{l_{av}}{t_1}$$

$$\vec{v}_a = \frac{0,18 \text{ m}}{0,5 \text{ s}}$$

$$\vec{v}_a = 0,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

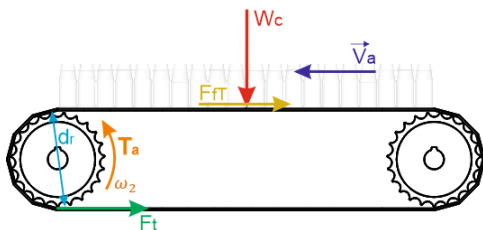


Figura 3.7 Cargas que actúan sobre la banda transportadora

La fuerza de tensión que se genera en la banda transportadora durante el movimiento de avance, es igual a la fuerza de fricción (F_{fT}) que se produce entre los envases y la banda transportadora:

$$F_{fT} = \mu_{p-p} \cdot W_C$$

$$F_{fT} = 0,8 \cdot 75 \text{ N}$$

$$F_{fT} = 60 \text{ N}$$

El factor de servicio (sf), para el caso crítico que la banda transportadora opere a velocidad moderada con un máximo de 30 arranques por hora, se obtiene de la tabla del anexo x05 y su valor es de 1,4. Por lo tanto, la fuerza de tracción de trabajo (F_t) que se transmite a la banda transportadora es:

$$F_t = sf \cdot F_{fT}$$

$$F_t = 1,4 \cdot 60 \text{ N}$$

$$F_t = 84,0 \text{ N}$$

A partir de este valor se selecciona una banda transportadora formada por eslabones de plástico tipo X85H-CN-P, que permite una fuerza máxima de tracción de 300 N, tiene un paso de 33,5 mm y la rueda motriz tiene 12 dientes con un diámetro de 150 mm.

IV. IMPLEMENTACIÓN

A. Cantidad de Producción Diaria

El objetivo principal de este proyecto es reducir el tiempo de despacho de producción de envases tapados para lo cual se debe procurar establecer los tiempos entre electroválvulas las cuales cumplan con el objetivo planteado, en la tabla 4.1 se describe los valores mínimos y máximos en los que se realiza el tapado de forma manual y en la tabla 4.2 se establecen los de forma automática.

Tabla 4. 1
Producción de Botellas por Minuto (BPM) estimada

TAMAÑO DEL ENVASE [cc]	PRODUCCIÓN DIARIA MANUAL [BPM]
100	980
175	900
200	890

Tabla 4. 2
Producción de Botellas por Minuto (BPM)

TAMAÑO DEL ENVASE [cc]	PRODUCCIÓN DIARIA AUTOMÁTICA [BPM]
100	1380
175	1380
200	1380

B. Transporte y tapado del envase con producto

Para este proceso se coloca unas guías regulables manualmente, las cuales estabilizan el envase lleno y las tapas son colocadas manualmente, luego pasan a ser verificados por un sensor de posición para accionar los cilindros neumáticos que sujetan al envase, una vez sujeto el envase desciende la boquilla que es accionada mediante un cilindro neumático y procede a tapar el envase. (Ver figura 4.1).

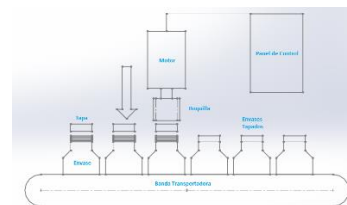


Figura 4.1 Descenso de la boquilla y tapado de los envases

C. Tiempos de Operación para el tapado

En la tabla 4.3 se establecen los tiempos de operación de cada proceso que realizara la máquina tapadora.

Tabla 4. 3
Tiempos requeridos para el proceso de tapado

TIEMPO [seg]	OPERACIÓN
3	Entrada del envase hasta la posición de tapado
3	Posicionamiento de los sujetadores respecto al envase
0.55	Descenso y roscado de la boquilla
1	Tapado del envase de 100cc
1	Tapado del envase de 175cc
1	Tapado del envase de 200cc
0.55	Salida de la boquilla
1.55	Salida del envase tapado

Con los tiempos de operación que requiere cada etapa del tapado se logra una excelente producción de 33 envases por minuto, operando la máquina tapadora 8 horas diarias, estimando una producción mejorada de 15840 envases al día.

D. Selección de los componentes Mecánicos

En base al diseño y análisis de las partes principales de la máquina, en la tabla 4.4 se identifica las etapas y elementos de la máquina.

Tabla 4. 4
Sistema y partes de la máquina tapadora

ETAPAS	ELEMENTOS
Estructural	Estructura Soporte
Trasporte	Cinta Transportadora
Neumático	Cilindros Neumáticos Electroválvulas
Tapado	Sujetadores Boquilla Tapadora

Una vez determinada las partes principales de la máquina, se continúa con la selección de materiales correspondientes que se necesitan para construir, la máquina tapadora de envases de yogurt se construye con material de acero inoxidable AISI 304, por el motivo que cumple con la IP67.

Un acero inoxidable AISI 304 tiene la capacidad de evitar la polución de la materia prima y es inerte al ósmosis de impurezas, en la tabla 4.5 se precisan las cualidades de manejo del acero inoxidable AISI 304.

Tabla 4. 5
Cualidades de manejo del acero inoxidable AISI 304

Cualidades	Acero Inoxidable AISI 304
Resistencia a la corrosión	Muy Buena
Capacidad de Limpieza	Excelente
Resistencia al Impacto	Excelente
Soldabilidad	Alta
Resistencia a la Tracción [MPa]	460

Porcentaje de Elongación [%]	67
Resistencia a la Fluencia [MPa]	245 - 570

Fuente: [3]

Para la selección de los componentes mecánicos de la máquina se emplearon métodos de diseño matemático, teórico, ecuaciones y software CAE.

Para la verificación de esfuerzos, fatigas, fuerzas, torques que se generan durante el tiempo de operación de la máquina, este procedimiento se realiza con un software que simula estos fenómenos físicos que se producen en los elementos diseñados e inmersos en el desempeño de la máquina tapadora de envases.



Figura 4.2 Trazado y corte del tubo para la construcción

La garantía que se dedicó hacia los elementos mecánicos, es brindar seguridad para los operadores, por este motivo se realizó el diseño con un factor de seguridad mayor a 1, debido a que el factor de seguridad (η) es adecuado cuando este es superior a 1, mientras más alto sea este factor más seguro es el diseño. [4]

E. Dimensiones y propiedades mecánicas de la cinta transportadora

En la tabla 4.6 se describe las propiedades mecánicas del polipropileno.

Tabla 4.6
Propiedades mecánicas del polipropileno

Propiedades de resistencia del PP	Detalles
Fricción	Aceptable
Mecánica	Buena
Química	Buena
Abrasión	Limitada
Fluencia [MPa]	25
Elasticidad	Buena
Rango de Temperatura [°C]	+5 a +103

Fuente: [5]

Esta banda seleccionada tiene componentes de materiales de alta resistencia, propiedades de deslizamiento, planitud y normalización. [6]

Las cintas son fabricadas en polipropileno, polietileno y resina acetálica, todos materiales plásticos a los que se agregan aditivos especiales para conferirles características adecuadas a cada aplicación. [5]

La simplicidad y rapidez de montaje que presenta el sistema TPM® permite realizar eventuales reparaciones en pocos minutos, sin necesidad de retirar la cinta transportadora del equipo donde se halla instalada. Además el sistema no requiere lubricación. [5]



Figura 4.3 Colocación de la cinta transportadora acetil

F. Construcción de la base del motor reductor

Para construir la base que soporte al motor reductor, se debe tomar en cuenta sus dimensiones ya que así se logra un acople idéntico, este proceso se realiza mediante una cortadora de plasma.



Figura 4.4 Cortando metal para la base del motor reductor

Luego del corte suelen quedar rebabas, se utiliza la amoladora en conjunto con el disco de lijar y de esta manera se logra tener la base para el motor reductor sin relieves.



Figura 4.5 Base del motor reductor



Figura 4.6 Acoplamiento del motor reductor

La base del motor reductor esta soldada en la parte lateral derecha de la estructura base a una altura de 0,8 m.

1. Montaje del motor reductor

Para ubicar el motor reductor en la base se debe acoplar perfectamente el reductor con el eje conductor, asegurándole el eje con chavetas y el reductor con pernos Allen M5. (Ver figura 4.6)

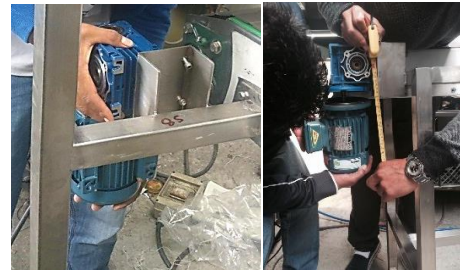


Figura 4.7 Montaje del Motorreductor

G. Construcción de la estructura de soporte y mecanismo móvil

Para construir la estructura de soporte se necesita tubo cuadrado al cual se le forma en P y el mecanismo móvil del sistema de tapado que se desplazará de forma vertical por el eje que se encuentra soldado a la estructura de soporte.

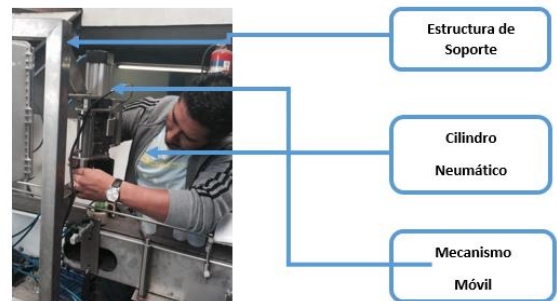


Figura 4.8 Construcción del Sistema de tapado

1. Montaje de los cilindros lubricados para el mecanismo móvil

Los cilindros para el mecanismo móvil fueron montados para que tenga un final de carrera para cada tamaño de envase y de esta manera sea fácil ya su regulación cuando esta sea necesario.



Figura 4.9 Bocines colocados en el mecanismo móvil

2. Montaje del Motor Reductor para el tapado

El motor reductor es colocado delante del cilindro neumático, para que mediante un relé se accione para que gire durante un tiempo determinado y logre tapar el envase con yogurt.

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

Dónde:

PRI = Período de recuperación de la inversión
a = Mes anterior al que se recupera la inversión
b = Inversión inicial
c = flujo efectivo acumulado del mes inmediato anterior al que se recupera la inversión
d = flujo efectivo del mes en que se recupera la inversión

$$PRI = 21 + \frac{(4540 - 4445,48)}{4667,754}$$

$$PRI = 21$$

Después de analizar los índices obtenidos para recuperar el total de la inversión se da un tiempo estimado de 21 meses, que permiten asegurar que el proyecto es factible ya que cumple con un tiempo de recuperación del capital que para este caso es menor a 5 años.

A continuación, se procede a detallar los indicadores financieros que fueron los resultados del proyecto en la tabla 5.1.

Tabla 5.1
Resultados de los indicadores financieros

INDICADOR	RESULTADO	OBSERVACION
VAN[USD]	131493,27	Aceptable
TIR > TREMA [%]	41 > 15	Aceptable
PRI < 5 AÑOS	1,10 < 5	Aceptable

VI. CONCLUSIONES

- Se diseñó, construyó una máquina tapadora de envases de yogurt para la Fábrica Productos Lácteos Paraíso que permitió disminuir el tiempo de despacho de Producción.
- Se incrementó la velocidad de tapado de envases y se mejoró la higiene de los mismos debido a la optimización del proceso que se utiliza en la producción.
- Los elementos del sistema mecánico fueron diseñados mediante el método de elementos finitos y analizados por el software CAE, tomando siempre a consideración los parámetros fundamentales los cuales son: Dimensión, Movimiento, Tipo de Sujeción, Esfuerzos, Factor de Seguridad, Factor de Resistencia Física y Química.
- Se comparó los datos obtenidos entre el cálculo analítico y el cálculo del software CAE, concluyendo que en los valores obtenidos existe una diferencia comprendida entre el 2% a 4%, los cuales son valores tolerables comprendidos en el diseño y construcción de la máquina.
- Los elementos del sistema neumático fueron seleccionados y dimensionados de tal manera que exista la menor cantidad de pérdidas. Se tomaron en cuenta todas las caídas de presión que se daban en las mangueras y accesorios lo que permitió seleccionar adecuadamente los elementos neumáticos del sistema.
- Se obtuvo un incremento de producción ya que la máquina despacha 33 envases por minuto teniendo una producción diaria de 15840 envases por día, y los tiempos de despacho disminuyeron ya que mediante un incremento del 33% se cumplió con el objetivo planteado.

- Se elaboró los planos mecánicos, neumáticos y eléctricos de la tapadora, los cuales servirán para brindar mantenimiento de la máquina cuando esta lo requiera.

- La máquina fue construida por un monto de 4540,46 dólares que se recuperara toda la inversión en dos años aproximadamente.

REFERENCIAS

- [1] L. Profeco, «Yogurt y otros lácteos fermentados,» 08 julio 2006. [En línea] Available: http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_06/yogur_jul06.pdf. [Último acceso: 12 Febrero 2015].
- [2] Insumos & Soluciones SAC, «Productos para la Industria Alimentaria,» 17 agosto 2012. [En línea]. Available: <http://www.insumosysoluciones.pe/utensilios-industriales.html>. [Último acceso: 05 Febrero 2015].
- [3] F. Letona, R. De Benedetto y D. De Benedetto, «Estudios y Ensayos de Materiales: Aceros Inoxidables,» Facultad Católica de Química, Argentina, 2008.
- [4] A. González, «Factor de Ingeniería o de Seguridad,» Sociedad Colombiana de Geotecnia, Bogotá, 2009.
- [5] INCOTEC S.A., «Manual Técnico de Transportadores Plásticos Modulares,» de Transportadores Plásticos Modulares, Mendoza, INCOTEC S.A., 2014, pp. 37-44.
- [6] REXNORD, «Catálogo de Productos,» de Cadenas, Tabletop y Mattop, Mexico, Flattop Europe, 2009, pp. 26-3



Latacunga en el 2015

Byron Marcelo Barros Pérez. - Nació en Quito, Ecuador en ----. Sus estudios primarios los realiza en la Escuela Alberto Acosta Soberón, los secundarios en el Colegio Juan Pío Montufar en la especialidad de Físico Matemático y obtiene el título de Ingeniero en Electromecánica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Extensión



Latacunga en el 2015.

José Elías Bayas Freire. - Nació en Ambato, Ecuador en 1989. Sus estudios primarios los realiza en el Liceo Fiscal “Juan Montalvo”, los secundarios en el Instituto Tecnológico “Bolívar” en la especialidad de Físico Matemático y obtiene el título de Ingeniero en Electromecánica en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Extensión

