

“Diseño de un Sistema Roscador de Tapas Inviolables”

Guillermo Pacheco Valarezo Ing.
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
gpacheco@espol.edu.ec

Ernesto Martínez Lozano Ing.
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador
emartine@gu.pro.ec

Resumen

El presente trabajo desarrolla el diseño de un sistema de roscado de tapas inviolables de aluminio en envases, las mismas son usadas para el cierre de botellas de licor y también para envases farmacéuticos. Las tapas inviolables son de gran importancia en la industria debida exclusivamente a las propiedades del material. Nuestro problema es identificar de que manera y que mecanismos pueden intervenir en el sellado de envases en el que involucren tapas inviolables. Además debemos determinar el juego de mecanismos correctos para el cierre óptimo de tapas. Para desarrollar esta tesis, se planteara diagramas de mecanismos que cumplan con el propósito dado. Además, se necesitará investigar el tamaño de tapas que más se utiliza en el mercado ecuatoriano. Cabe agregar que se buscará maquinas que tengan funcionamientos parecidos. Se procederá a realizar bosquejos y cálculos sobre los mecanismos principales y su estructura, la selección de elementos como ruedas dentadas, cadenas, perfiles estructurales, etc. Tendrán que acoplarse a lo que hay a nivel local. El resultado que se espera es obtener una máquina más barata y de funcionamiento optimo; que cumpla con las expectativas a nivel industrial.

Palabra Clave: Tapa Inviolable.

Abstract

The present topic develops the design of aluminum Taper automatic system in bottles, Pilfer Proof, which are used for close liquor and pharmaceutical industry. Pilfer Proof Caps are very important in this area, due to exclusively material properties. Our problem is identifying which is the best way and what mechanisms can realize the screw in bottles with this kind of caps. The objectives are, first we must find correct set of mechanisms which do the purpose given. Second it will need to research size of caps that are using in the Ecuadorian market. Finally, it will find other kind of machines that do the same work and compare it. The procedure is to make scrapbooking and calculations about the principal mechanism and its structure, selecting elements for example chain wheel, electrical motor, chains, structural outline, etc, and all this design must attach to the Ecuadorian market. The result that we need is to obtain a cheap tapper machine and with optimal operation; and it approve the industrial conditions.

1. Introducción

La elaboración de esta tesis trata del diseño de automatizar un roscador de tapas inviolables para la aplicación de la industria farmacéutica y licorera. El desarrollo de la tesis se ha dividido en 6 capítulos. El primer capítulo hablaremos sobre la elaboración de tapas de aluminio, sus características y que dimensión es la que más se utiliza en el mercado local. El segundo capítulo trata de realizarse un procedimiento adecuado para la alimentación de tapas, como serán transportadas las botellas para ser roscadas, y como debe funcionar el proceso de cerrado. El tercer Capítulo se consolidará el bosquejo y se lo dimensionará adecuadamente el roscador de tapas, además se relacionará con los cálculos necesarios para la obtención de factores de seguridad en el que determinan si los diseños fallan al momento de la operación. El Cuarto capítulo analizaremos la banda transportadora que se colocará para el transporte de botellas hacia su destino que es el roscador de tapas. El capítulo Quinto es la elaboración de una oferta en el que se estimará el precio de la roscadora de tapas y su banda transportadora; además se realizará el diagrama de Gantt para determinar el tiempo máximo de construcción de la máquina. Y el último capítulo se trata de las conclusiones y recomendaciones.

2. Capítulo I. Introducción a las Tapas Inviolables.



Figura 1. Tapas Inviolables.

Las tapas Inviolables (Figura 1) son elementos de cierre de envases de licor que hoy en día se siguen utilizando en dos áreas industriales principales muy conocidas. La primera es la industria licorera y la segunda es la industria farmacéutica. Existen otras industrias como la alimenticia pero el uso de la tapa en esta área es muy escasa.

Fabricación de Tapas Inviolables.

La elaboración del producto principal para el diseño de la máquina roscadora proviene de un material de aluminio H14, cuya característica es proveniente de un trabajo mecánico en frío con grado medio duro a partir

del Aluminio 1100 o conocido también como “Temple”. Este material nos sirve específicamente para la elaboración de tapas y otros dispositivos. El proceso de elaboración de tapas se lo realiza en 6 simples pasos. El paso 1, es la obtención de las láminas de aluminio H14 con las especificaciones requeridas por el comprador. El paso 2, es el proceso de barnizado donde se procede a colocar una capa de barniz sobre la lámina de aluminio para hacerla más resistente a las condiciones ambientales y también por estética. El paso 3, es el proceso de impresión sobre una de las caras, con la forma de la parte superior de la tapa. El paso 4, es el proceso de troquelado y embutido, donde el troquelado es el corte de cada una de estas impresiones y luego con el embutido se procede a dar la forma cilíndrica de la capsula. El paso 5, es la impresión sobre la superficie cilíndrica de la capsula para darle un mejor acabado. El paso 6, es la introducción de un liner en la parte interior de la tapa, que sirve para evitar el contacto directo del líquido o sustancia que posee el envase, con el material de la tapa, y además sirve para dejar con un mejor sellado el envase en el proceso de roscado.

Almacenaje y Transporte.

Aquí es donde finalizado la elaboración de las capsulas se procede a realizar el empaquetado de las mismas hacia una caja que contiene diez mil tapas de una sola medida. Esta cantidad de tapas está dividida en 4 bolsas con 2500 cada una. El paletizado de las cajas solo permite que se pueda formar una columna de 3 cajas como máximo para evitar el estallido de la caja de cartón.

Uso de las Tapas Inviolables.

Como anteriormente se explicó el uso de este tipo de tapas Pilfer son para el cerramiento de envases de vidrio o plástico que son pisadas o asentadas por un cabezal roscador. La aplicación de estas tapas es para industrias como el vino, o el agua ardiente (Figura 2). Asimismo en el área



Figura 2. Aplicación de Tapas Inviolables.

Farmacéutica se utilizan para cerrar elementos que necesitan un grado de protección más alto, o por lo que

sus sustancias deben permanecer constantes en todo momento.

Medidas de Tapas Inviolables.

Existen varias medidas de las tapas Inviolables y esto depende del tipo de envase y su contenido en volumen. En el mercado ecuatoriano, se realizan las siguientes medidas de tapas como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 2. Tamaño de Tapas Inviolables.

MEDIDA	USO
18 x 12 mm	Licores, Farmacéutica
28 x 17 mm	Licores, Farmacéutica
28 mm	Licores, Farmacéutica
30.5 x 22/24 mm	Licores, Farmacéutica
30.5 x 35 mm	Licores, Farmacéutica
30 x 60 mm	Licores, Farmacéutica
31.5 x 24 mm	Licores, Farmacéutica
20 mm	Licores, Farmacéutica

Sin embargo en la industria ecuatoriana, la tapa más utilizada en el mercado nacional es la tapa de 28 x 17 mm, por lo que esta es una base para nuestro diseño.

Especificaciones Técnicas.

Las propiedades mecánicas de las tapas Pilfer son un factor muy importante en la realización del diseño de cierres, por lo que se necesita saber si la presión generada por el cabezal roscador es generada con suficiente fuerza para cerrar el envase y además no exceder un límite en el que se produzca la ruptura de la misma. Las tapas vienen hechas un aluminio H-14, con un espesor de 0.22 mm, de distintos diámetros y distintas alturas (como se pudo anteriormente apreciar en la Tabla 1), y con una ruptura de 7 a 10 Lb/pulg² del anillo de seguridad. Las decoraciones por impresión depende exclusivamente de la empresa en la que está utilizando dicha capsula de aluminio.

Tamaño de Envases.

Los envases que se usan en el cierre de tapas Pilfer son elaborados de materiales como el vidrio y otros son de plástico. Las características mecánicas de los envases es un punto irrelevante debido a que nos interesa saber que tamaño se requiere para la posición de ciertos elementos y el correcto dimensionamiento de los mismos. Para la capsula de 28 x 17 mm, el tamaño de envases viene desde los 350 cc hasta los 750 cc, por lo que necesitamos realizar en el diseño regulador del cabezal o los

mecanismos necesarios para colocar cualquiera de estos envases.

2. Capítulo II. Descripción de Proceso de Cerrado de Envases Según Diseño.

Para el desarrollo del Sistema roscador de tapas se ha generado tres factores importantes para el inicio del diseño. El primero es *el Tipo de Envases*, que de acuerdo a tu medida y tamaño se realizarán los dimensionamientos adecuados en el roscador. Segundo, *el tipo de capsula*, que de acuerdo a este tamaño de tapa Inviolables se elige el tamaño adecuado para el canal de transporte de tapas, y el dimensionamiento adecuado para el sistema de alimentación. Y por último, *la Producción deseada*, que nos indica a qué velocidad va a trabajar el sistema, y cuál es la selección óptima de los motores para dicho trabajo.

Funcionamiento de Roscadora de Envases.

El roscador de envases es una máquina que por medio de una serie de mecanismos conectados entre sí, permiten realizar el trabajo dado. Este sistema de roscado se ha dividido asimismo en tres partes importantes para su mejor estudio. En ellos están, *Alimentación de Tapas*, *Alimentación de Envases a Zona de Roscado* y *Subproceso de Roscado*. Todos estos se los mencionará a continuación.

Alimentación de Tapas.

La alimentación de tapas Pilfer en el sistema de roscado es una parte fundamental (Figura 3), y esta se compone de una serie de elementos como son, una Tolva, un tambor rotatorio, una guía de tapas hacia un mecanismo de enganche de tapas, una chumacera soporte, juego de piñones de cadena, y un Motorreductor. Las tapas son añadidas manualmente hacia la tolva. La



Figura 3. Alimentación de Tapas

tolva almacena y conduce estas capsulas hasta el tambor rotatorio en el que reordena las tapas hasta ponerlas de una manera correcta y se logra enviarlas a través de un canal de tapas a un mecanismo de enganche, cuya

función es de colocar una tapa sobre la boca de un envase en el momento en el que éste pase por dicho punto. El tambor rotatorio esta conectado a un árbol de transmisión y este a un juego de cadenas y piñones para reducir la velocidad y asimismo el Motorreductor que disminuye dramáticamente las rpm.

Alimentación de Envases a Zona de Roscado.

En esta sección (Figura 4), los envases son transportados a través de unos juegos de estrellas a través de los puntos de enganche de tapas y el punto de roscado donde el cabezal roscador realiza el cerrado de tapas y luego el envase cerrado pasa de nuevo hacia la banda transportadora.

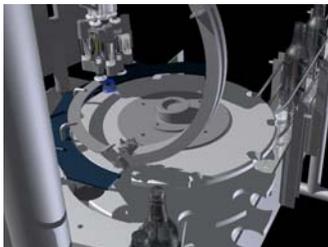


Figura 4. Alimentación de Envases a Zona de Roscado

Descripción de los Elementos del Proceso.

Este proceso (Figura 5), es el sistema central de la maquina y opera de la siguiente manera: el motor eléctrico ubicado en la parte inferior del sistema está conectado a un Motorreductor para reducir la velocidad de giro hasta 40 rpm, el reductor se conecta a una caja de engranajes cilíndricos de dientes rectos, con una relación de velocidades igual a uno para obtener la misma velocidad de giro. El primer engranaje está conectado a

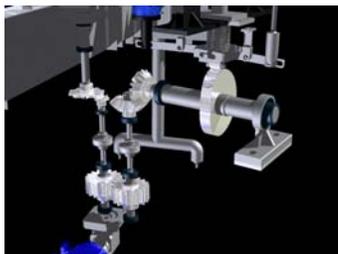


Figura 5. Sistema Central de Roscado

Un árbol, y este se enlaza a la manivela del mecanismo de cruz de malta, del cual, este mecanismo genera el movimiento intermitente en el juego de estrellas para el transporte de botellas. El otro engranaje se conecta a un par de engranajes cónicos con relación unitaria para transmitir la misma velocidad de giro y el eje de salida del engranaje cónico se conecta a un mecanismo de leva con seguidor de rodillo. Este mecanismo de leva se

conecta a dos juegos de eslabones. El primer eslabón pivotado a una distancia dada, se conecta con el seguidor de rodillo por él un extremo, y en el otro está conectado a un eslabón de movimiento vertical en el punto de roscado y cuando el envase se coloca en este punto, el eslabón vertical asciende hasta alcanzar el cabezal, en el momento en el que el seguidor desciende. Y el otro eslabón que se conecta al seguidor, está conectado por otros mecanismos hasta una leva suspendida del cual, al momento de descender, genera contacto con unos seguidores del cabezal roscador para cerrar las rolinas del cabezal y formar la rosca en la tapa. El cabezal roscador (Figura 6) está compuesto por dos rolinas de rosca y dos rolinas de seguridad. Las dos primeras generan la forma de la rosca en la tapa a partir de la rosca del envase. Mientras que las otras dos rolinas generan el anillo de seguridad en la tapa.

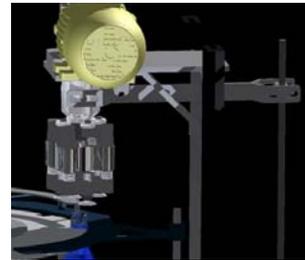


Figura 6. Cabezal Roscador.

2. Capítulo III. Diseño de Roscador Automático.

En este capítulo se mostrará los diferentes cálculos que se necesitan realizar para determinar si los bosquejos superan las condiciones físicas de operación, es decir, que en el transcurso de su operación, dichos elementos no van a fallar por fuerzas estáticas o dinámicas.

Diseño de Forma.

El diseño de la maquina debe acoplarse a las especificaciones que se dio en el capítulo 2, y para esto se debe empezar a realizar modelos empezando desde el sistema de alimentación de tapas (figura 3), hasta el sistema central de la maquina (figura 5).

Sistema de Alimentación de Tapas.

Aquí se describirá, los cálculos necesarios para cada uno de los elementos del sistema roscador. Empezando con la tolva, hasta el tipo de estructura.

Tolva.

La tolva es un elemento tipo cónico que permite la recolección de tapas para el proceso de roscado. La tolva debe ser de tal manera que pueda captar suficientes elementos para realizar más de una hora de proceso de roscado. Para eso se dibuja una forma de cono truncado y a este se le calcula el volumen dentro del elemento que puede almacenar. Además se necesita saber cuánto volumen posee una tapa y dividimos el volumen de la tolva para el volumen de tapas y obtenemos su capacidad. Como la producción deseada es de 40 botellas cerradas por minuto, entonces son 2400 botellas por hora. Se procede a comparar si la cantidad de tapas es mayor a esta producción, el valor del volumen está correcto pero si no es así, entonces se procederá a obtener otra tolva mas grande. En nuestros cálculos se obtuvo una capacidad de 2692 tapas, lo que indica que el diseño está correcto (ver Figura 7)

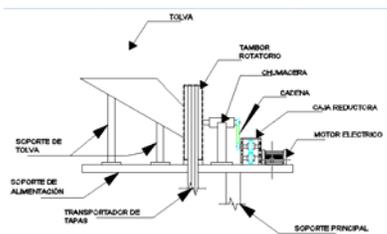


Figura 7. Partes del Sistema de Alimentación.

Tambor Rotatorio y Brida Soporte.

El tambor rotatorio consiste en dos discos de nylon de un diámetro específico que sirve para el reordenamiento de capsulas por medio de un arreglo de pernos ubicados a un diámetro dado. Estos dos discos nos sirve para que la capsula entre al punto de ataque o enganche de una manera deseada. Estos dos tambores están sujetos por pernos y a su vez a un disco de acero colocado en la parte posterior. Aquí se realizan los cálculos de que tamaño de perno se necesita colocar para que no fallen en su operación.

Selección de Motor Eléctrico y Reductor de Velocidad.

En esta sección se calculará el motor necesario para generar el movimiento del juego de discos de nylon. Y la manera es de calcular los momentos de inercia de los dos discos y luego obtener el torque requerido para producir el movimiento dado. Con este torque y la velocidad apropiada de giro se obtiene la potencia necesaria del motor eléctrico. Pero como la velocidad de giro del tambor es baja, entonces se requiere de un reductor de velocidad apropiado ya que los rpm de los motores son altos, y en el diseño se requiere una velocidad baja. Además del reductor de velocidad se añade un juego de piñones y una cadena para reducir más la velocidad.

Árbol de Transmisión y Accesorios.

El árbol de Transmisión es el elemento que conecta la brida del tambor rotatorio por él un extremo, y por el otro extremo se conecta al piñón de cadena. Con estos dos elementos y sus cálculos obtenemos la fuerza que se ajusta sobre el árbol y así poder calcular cual es el factor de seguridad a la fatiga. Realizando los cálculos para este árbol obtenemos un factor a la fatiga de 8.3 lo que indica que el elemento no va a fallar en el medio dinámico. Otro accesorio es el soporte o chumacera (figura 7) del árbol de transmisión, aquí se observará si las fuerzas aplicadas sobre el árbol no causan efecto sobre dicho elemento.

Punto de Ataque.

O conocido también como punto de enganche de tapas (figura 8), y es un juego de compuertas verticales y una horizontal que en conjunto con un par de resortes, permite que la tapa se coloque en la boca del envase sin roscar. Aquí se procede a calcular las fuerzas de los resortes vertical y horizontal para ver si en un determinado momento fallan.

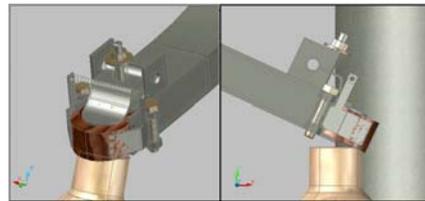


Figura 8. Punto de Ataque o Enganche de Tapas.

Estructura Soporte.

La estructura soporte es un conjunto de elementos formado por un par de placas, una de sección rectangular y otra de tipo omega, en el que todos los elementos del sistema de alimentación van a estar colocados. Estas dos placas son soportadas por un tramo de tubo estructural de 3” de diámetro empotrado a la mesa soporte. Los cálculos se basan en la determinación de la flexión en el juego de placas (factor es 2218), pandeo de la columna soporte (factor igual a 401) y la selección de los pernos en la base de empotramiento en la mesa (tamaño igual a M10).

Sistema Central de la Maquina.

El sistema central de la maquina corresponde a todos los elementos de la figura 5, aquí se procede a analizar el diseño apropiado de cada uno de estos elementos a fin de determinar si fallan en su operación.

Mecanismo de Cruz de Malta.

Este mecanismo transforma el movimiento circular continuo en un movimiento circular intermitente del juego de estrellas. El número de ranuras de la rueda de ginebra depende del diseño del juego de estrellas, en este caso son 10 agujeros en el juego de estrellas, y por lo tanto deben ser 10 ranuras en esta rueda.

Mecanismo de Leva Seguidor.

Este mecanismo va en ritmo con el mecanismo de cruz de malta y se debe a que a medida de que la rueda de ginebra esta quieta, el seguidor debe hacer su función de elevar la botella y cerrar las rolinas del cabezal roscador por medio de una leva lineal. Para el diseño de la leva utilizamos el programa de Dynacam (Figura 9) para obtener fuerzas, y el torque apropiado de giro. Aquí no se utiliza resorte en el seguidor ya que el seguidor sigue un canal en el que le permite estar siempre empotrado a la leva.

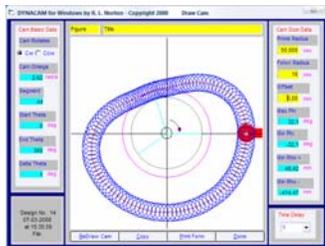


Figura 9. Programa de Dynacam.

Análisis de Engranajes Cónicos y Rectos.

El mecanismo central se compone de dos juegos de engranajes. El primero es un juego de engranajes cilíndricos y el segundo es un juego de engranajes cónicos. El primer caso me sirve para transportar el movimiento rotacional a dos ejes paralelos, el un eje es para el mecanismo de cruz de malta y el segundo es para el juego de engranajes cónicos. Estos engranajes cónicos transforman el movimiento vertical a horizontal y sirve para generar el movimiento de la leva con el seguidor. Los cálculos determinan que modulo y que numero de dientes necesita cada engranaje para soportar la carga aplicada. Además a esto se añade, los cálculos de cada cojinete de rodadura y la selección de la chumacera apropiada para la leva.

Alimentación de Botellas a Punto de Roscado.

La alimentación de botellas comprende simplemente al respectivo juego de estrellas que transporta los envases a través del punto de roscado, pasando por la zona de roscado y así regresar hasta la banda transportadora. El

juego de estrellas se compone de 3 estrellas de nylon con diez ranuras que permiten el acople del envase a dicho disco. En la parte interna del camino existen guías metálicas y otras de nylon que así evitan que el envase se salga de su camino.

Mesa Soporte.

Es la estructura base donde van a estar colocados todos los elementos del sistema de roscado, sistema de alimentación de tapas, de botellas y el control central. Esta estructura se compone de varios perfiles G, cuadrados y planchas de acero soldadas entre sí para dar la forma apropiada. El diseño de esta mesa se la realiza en el programa de SAP 2000 debido a la complejidad de la distribución de fuerzas puntuales y distribuidas (ver Figura 10). El color indica donde la estructura tiende a fallar primero, pero en este caso ese color no existe como se puede apreciar en la figura, por lo que el sistema cumple con el diseño.

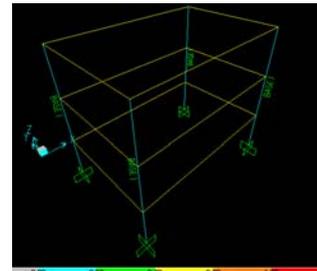


Figura 10. Estructura de Mesa en SAP 2000.

Panel de Control de Roscador Automático.

En esta sección se realiza la conexión apropiada para los motores eléctricos, sensores y sus protecciones eléctricas como se muestra en la figura 11.

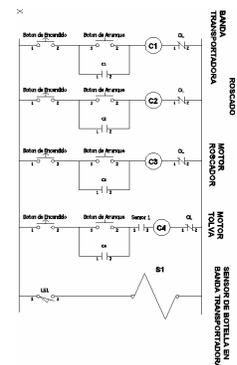


Figura 11. Esquema del Circuito Eléctrico del Roscador.

3. Capítulo IV. Diseño de Banda Transportadora.

La banda transportadora es el sistema en el que los envases son transportados desde el proceso anterior de llenado de envases. Se asume que la línea de producción en el cual se utilizan tapas inviolables es recta por lo que nuestra banda transportadora se la diseñó a lo largo (figura 12).

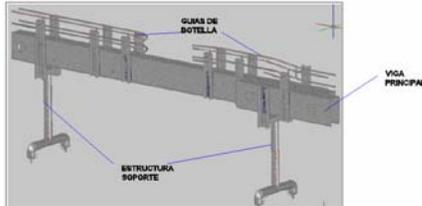


Figura 12. Banda Transportadora.

Para el diseño se considera un factor importante que es el tamaño de botella por lo que es necesario identificar cuál es el tamaño apropiado para determinar el ancho de la banda, la disposición de las guías metálicas, etc.

Estructura Soporte Y Mecanismos.

En la Estructura, se identifica que perfil es apropiado para utilizarlo como base principal. En este diseño se ha escogido un perfil tipo G, de 200 mm x 50 x 15 x 4 mm, así mismo las columnas soportes son tubos de acero de 2 pulgadas de diámetro que soportan toda la estructura. Las guías metálicas son varillas de acero inoxidable de 10 mm de diámetro que permiten guiar la botella hasta su destino.

Selección de Banda Transportadora y Motor Eléctrico.

El tipo de cadena transportadora es de marca Unichain, de 89 mm de ancho que transportará el envase. Además de la cadena viene la rueda dentada desplazará a la cadena y asimismo se conectará a través de un árbol hacia un Motorreductor que generará dicho movimiento (ver Figura 13).



Figura 13. Conexión de Motor Eléctrico a Banda Transportadora.

El motor eléctrico será ubicado en la parte última de la banda transportadora para que la cadena sea halada y no produzca trabamientos en el momento de su funcionamiento.

4. Capítulo V. Proceso de Construcción.

Aquí se establecerá el tiempo de construcción de la máquina a partir de los planos generados y además se obtendrá un costo estimado de cuánto es por la elaboración de cada elemento del roscador de tapas.

Diagrama de Gantt.

El diagrama de Gantt representa el tiempo estimado de construcción de cada elemento de la máquina, este tiempo es de aproximadamente 21 días laborales a una sola jornada.

Análisis de Costos.

El análisis de costos comprende, el costo de construcción de cada elemento, en el que se incluye el costo del material y el costo de mano de obra para la elaboración de cada pieza. El costo total para la elaboración del sistema roscador de tapas inviolables incluido la banda transportadora es de \$ 18,331.11 incluido IVA. Y comparando este valor con máquinas roscadoras como ZALKIN provenientes de Francia, el costo estimado de máquina es de € 30,000.00 (equivalente a \$40,000.00) por lo que el diseño de este elemento tiene las siguientes ventajas.

- Es más barato.
- Posee elementos que superan las condiciones de diseño y son elementos duraderos.
- La producción es variable debido a que el mecanismo central es de tipo variable, es decir, que si aumenta la velocidad del motor eléctrico con un variador de frecuencia, entonces aumentaría la producción.
- Es mucho más preciso en el momento de roscado de tapas ya que es independiente de sensores de accionamiento para producir el roscado.
- Cualquier mantenimiento o cambio de piezas se lo puede hacer a nivel local debido a que no depende de fábricas lejanas para importar dicho elemento.

5. Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones.

Llegado a la parte Final de la Tesis de Grado y se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. Hubieron elementos de la maquina más básicas en diseñar que otras, pero a todas estas se les prestó la misma atención en cuanto al diseño y al cálculo. Esto es esencial, debido a que no se debe despreciar ninguna parte del sistema central, por muy insignificante que parezca, debido a que todo el sistema funciona en conjunto y cada elemento cumple una operación específica.
2. Cabe recalcar que en el momento del diseño de la maquina, fue primordial la manufactura del elemento, es decir, si es posible o no fabricar dicho elemento, así como el mantenimiento y reemplazo de componentes. Todos estos factores se aplicaron en el diseño de la maquina.
3. El sistema central de roscado es el juego de mecanismos más importante de toda la maquina, ya que con este se puede controlar sincronizadamente el movimiento del roscador, juego de estrellas y proceso de ascenso y descenso del envase para el roscado. Esta máquina es más exacta en el proceso de roscado, ya que la relación de los movimientos es proporcional y no tiene problemas como en otras maquinas que utilizan mecanismos de sensor y pistón que a su vez crean efectos no sincronizados, lo cual causan fallas en el sistema.
4. Los factores necesarios de esta tesis, fueron la aplicación de conocimientos de distintas áreas, así como la aportación innovadora que deja, debido a que el diseño tiene una aplicación real.
5. Las ventajas del diseño de este tipo de maquinas, es la generación de trabajo en el área local, en el momento de fabricación de piezas, mantenimiento de elementos, operación de la maquina, etc. Además se evita la importación de maquinas roscadoras de tapas inviolables ya que poseen costos altos.

A continuación se mencionarán las siguientes recomendaciones:

1. Se necesita hacer una revisión profunda sobre el cabezal roscador debido a que es necesario optimizar el rendimiento de los resortes y rolinas.
2. En caso de que el usuario de la maquina necesite otra medida de tapas, se recomienda que se realice cambios en el tambor rotatorio u orientador y el canal transportador, ya que éstos, son diseñados para una medida de mayor uso de 28 x 17 mm.

3. El usuario debe tomar en cuenta la forma del envase que va a ser usado en la línea de producción, debido a que el juego de estrellas del sistema roscador transporta envases de sección circular de 750 cc.

6. Bibliografía.

- [1] BEER Y JOHNSTON, Mecánica Vectorial Para Ingenieros – Dinámica, McGraw Hill Interamericana, Tercera Edición, México, 1982.
- [2] BEER Y JOHNSTON, Mecánica Vectorial Para Ingenieros – Estática, McGraw Hill Interamericana, Quinta Edición, México, 1999.
- [3] NTN CORPORATION, Catalogo de Rodamientos, NTN Co, 2004.
- [4] NTN CORPORATION, Catalogo de Chumaceras, NTN Co, 2004.
- [5] ROBERT L. NORTON, Diseño de Maquinas, Prentice Hall Pearson, Primera Edición, México, 1999.
- [6] ROBERT L. NORTON, Diseño de Maquinarias, McGraw Hill, Tercera Edición, México, 2005.
- [7] JOSEPH EDWARD SHYGLEY, Teoría de Maquinas y Mecanismos, McGraw Hill, Primera Edición, México, 1988, pág. 374 a 377.

Visto Bueno Director de Tesis de Grado

Ing. Ernesto Martínez Lozano.
Lunes, 27 de octubre de 2008.