

Bogotá, Enero 28 de 2013

Comité de Proyectos de Grado
Facultad de Ingeniería Mecánica
Universidad Santo Tomás

La ciudad

Asunto: Revisión y Evaluación de Proyecto de Grado.

Apreciados señores:

Por medio de la presente hago entrega de la evaluación del Anteproyecto de Grado que me fue asignado para revisión:

Evaluación del escrito (0-5):

CRITERIO	NOTA
Resumen	
Planteamiento del problema:	
Antecedentes o estado del arte:	
Relación del título con el objetivo General	
Pertinencia y coherencia de los objetivos:	
Claridad en la delimitación del proyecto:	
Planteamiento de la metodología:	
Claridad y exactitud del cronograma y presupuesto:	
Redacción y edición escrito:	
Cumplimiento norma NTC 1486	
Total evaluación del Anteproyecto:	

Correcciones sugeridas: [Si son necesarias](#)

- Corrección 1.
- Corrección 2.
- Cuantos considere el evaluador.

Comentarios adicionales: [Si son necesarios](#)

- Comentario 1.
- Comentario 2.
- Cuantos considere el evaluador.

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EMBOTELLADORA AUTOMATIZADA PARA EL
EMPAQUETAMIENTO DEL PEGANTE BOXER**

SEBASTIÁN BOTERO GIRALDO

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
DIVISION DE INGENIERIAS
BOGOTÁ D.C.
2013**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EMBOTELLADORA AUTOMATIZADA PARA EL
EMPAQUETAMIENTO DEL PEGANTE BOXER**

SEBASTIÁN BOTERO GIRALDO

**Informe de trabajo de grado en la modalidad de Pasantía para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

ALEJANDRO GUTIERREZ CASTILLO

Codirector

NELSON JAVIER ROJAS MANCIPE

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
DIVISION DE INGENIERIAS
BOGOTÁ D.C.
2013**

DEDICATORIA

Quiero dedicar este logro a mis padres, este fruto es por ellos y para ellos, por siempre estar a mi lado apoyándome y guiándome a lo largo de las diferentes etapas de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores muchas gracias por haber entregado lo mejor de sí, son parte de mi formación profesional, al ingeniero Nelson Javier Rojas, quien fue mi guía para la realización de este trabajo de grado.

Por otro lado y no por menos importante, quiero agradecer a las empresas “Escobar & Martínez” y “Siemens Manufactory” por haberme recibido como ingeniero en práctica, permitiendo así dar mis primeros pasos en el ámbito laboral, logrando de esta forma ampliar todos mis conocimientos y dar bases sólidas a estos, a ellas muchas gracias.

A mis padres quiero agradecer por el apoyo siempre brindado, el haberme costado este título sin ningún otro interés que el verme realizado como persona.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1 RESUMEN	10
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3 MARCO TEORICO (ESTADO DEL ARTE)	12
4 OBJETIVOS	22
4.1 GENERAL	22
4.2 ESPECÍFICOS.....	22
5 JUSTIFICACIÓN.....	23
6 METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO	24
6.1 ACTIVIDADES SEGÚN OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
6.2 PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA.....	26
7 DESARROLLO DE LA PASANTÍA.....	29
8 BENEFICIO ECONÓMICO.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....	50

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Actividades para alcanzar objetivos específicos.....	23
Tabla 2. Precedencia de actividades.....	25
Tabla 3. Costos acarreados por pasante durante su estancia.....	46
Tabla 4. Precio embotelladora en el mercado.....	47

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Equipo de dosificado de diseño lineal.....	15
Fig. 2. Equipo de dosificado de diseño rotativo.....	25
Fig. 3. Equipo alimentador Bowl Feeder	19
Fig. 4. Equipo alimentador de banda vertical.....	20
Fig. 5. Partes del sistema Bowl Feeder.....	31
Fig. 6. Tipos de tazón.....	31
Fig. 7. Parámetros del tazón y pieza.....	32
Fig. 8. Trampas orientadoras.....	35
Fig. 9. Principio del avance por micro impulso.....	36
Fig. 10. Mecanismo empleado por sistemas Bowl Feeder.....	36
Fig. 11. Sistema vibratorio.....	37
Fig. 12. Diseño realizado del sistema Bowl Feeder.....	38
Fig. 13. Fabricación del sistema Bowl Feeder.....	40
Fig. 14. Tipos de envases.....	41
Fig. 15. Barandas posicionadoras.....	42
Fig. 16. Diseño realizado de la banda transportadora.....	42
Fig. 17. Fabricación de la banda transportadora.....	43
Fig. 18. Pegue banda transportadora.....	44
Fig. 19. Comparación entre rubinadora antigua y modificada.....	45

1 RESUMEN

Debido a la pérdida de liderazgo de la marca Bóxer¹ (línea de pegantes de la empresa Escobar y Martínez²) que se ha visto reflejada en los últimos años, la empresa ha propuesto posicionar de nuevo su marca en los primeros lugares del mercado. Para llevar a cabo esto, la gerencia ha tomado la decisión de renovar su marca implementando las siguientes estrategias: disminuir los precios de venta del producto y realizar un cambio en la imagen de dicha marca.

Al bajar los precios de venta del producto también se disminuiría la utilidad que este genera, afectando de esta forma los ingresos de la compañía. Para contrarrestar lo anterior, la empresa ha decidido aumentar las ventas de su producto para lo cual tendrá que ampliar su capacidad de embotellamiento. Por consiguientemente la gerencia ha tomado la decisión de implementar una máquina automatizada que permita la dosificación y posterior sellado de los diferentes empaques utilizados para el pegante.

Actualmente la empresa tiene una capacidad de embotellar 4000 unidades diarias con 5 personas; la puesta en marcha de dicha máquina permitirá aumentar la producción a 6000 unidades con tan solo un operario. Con el desarrollo de dicha máquina se busca ampliar la capacidad de producción de la empresa; reduciendo a su vez las operaciones realizadas por el personal humano, lo cual llevaría a una disminución del riesgo de accidentalidad y un desarrollo de procedimientos más controlados y eficientes.

El tiempo estimado de desarrollo del proyecto es de seis meses, con un costo aproximado de \$ 11.913.000,00 (once millones novecientos trece mil pesos). (**Ver anexos** Tabla 3)

1 Bóxer: Marca registrada por EyM desde 1962 fue la primera en producir pegantes sintéticos en Colombia.

2 Escobar y Martínez: compañía colombiana fundada desde 1950 dedicada a la fabricación y comercialización de productos derivados de caucho.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Escobar y Martínez (EyM) es una empresa dedicada a la manufactura de productos cuya principal materia prima es el caucho. Algunas de sus marcas más reconocidas son: Golty³, Polarix⁴, Emeflex⁵ y Boxer entre otras.

Con la entrada de grandes empresas productoras de pegantes al mercado nacional como lo es Pegauchos; Escobar y Martínez ha visto como su producto ha sido desplazado del mercado, este desplazamiento se ha visto reflejado notablemente en sus finanzas, situación que ha afectado la estabilidad económica de la empresa.

³ Golty: Marca registrada por EyM desde 1980 dedicada a la fabricación y comercialización de artículos deportivos.

⁴ Polarix: Marca registrada por EyM dedicada a la fabricación de señalizaciones viales.

⁵ Emeflex: Marca registrada por EyM dedicada a la producción de pisos de caucho.

3 MARCO TEORICO (ESTADO DEL ARTE)

Para el proceso de embotellamiento de un fluido se deben tener en cuenta varios procedimientos, tales como: Dosificación del fluido, alimentación o ubicación de la tapa y ajuste o encapsulado de la tapa. Actualmente cada uno de estos procedimientos dentro de la empresa se lleva a cabo con dispositivos manuales, necesitando uno o dos operarios para el control de cada dispositivo.

De acuerdo a lo anterior a continuación se describirá cada uno de los dispositivos utilizados por las grandes empresas para los diferentes procedimientos llevados a cabo en el embotellamiento de fluidos.

Automatización Industrial:

(Automatización; del griego antiguo *auto*: guiado por uno mismo) es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos.

La automatización como una disciplina de la ingeniería que es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores , transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar , controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Las interfaces Hombre-Máquina (HMI) o interfaces Hombre-Computadora (CHI), formalmente conocidas como interfaces Hombre-Máquina, son comúnmente empleadas para comunicarse con los PLCs y otras computadoras, para labores tales como introducir y monitorear temperaturas o presiones para controles automáticos o respuesta a mensajes de alarma. El personal de servicio que monitorea y controla estas interfaces son conocidos como ingenieros de estación.

Otra forma de automatización que involucra computadoras es la prueba de automatización, donde las computadoras controlan un equipo de prueba automático que es programado para simular seres humanos que prueban manualmente una aplicación. Esto es acompañado por lo general de herramientas automáticas para generar instrucciones especiales (escritas como programas de computadora) que diseccionan al equipo automático en prueba en la dirección exacta para terminar las pruebas⁶.

⁶ <http://www.tecnoembalaje.com/newsite/index.php>

Controladores lógicos programables (PLC):

Son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial. Como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Los PLC sirven para realizar automatismos; son dispositivos electrónicos que reproducen programas informáticos, que permiten controlar procesos.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación. Es decir, a través de los dispositivos de entradas, formados por los sensores (transductores de entradas) se logran captar los estímulos del exterior que son procesados por la lógica digital programada para tal secuencia de proceso que a su vez envía respuestas a través de los dispositivos de salidas (transductores de salidas, llamados actuadores).

Es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales; en todas aquellas maquinarias que necesitan controlar procesos secuenciales, así como también, en aquellas que realizan maniobras de instalación, señalización y control. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los preaccionadores y accionadores. Además cumplen la importante función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.⁷

Neumática:

Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales.

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y un aporte de trabajo. Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas. Los sistemas neumáticos e hidráulicos están constituidos por:

⁷ <http://www.revolucionesindustriales.com>

- Elementos de información.
- Órganos de mando.
- Elementos de trabajo.
- Elementos artísticos.

Para el tratamiento de la información de mando es preciso emplear aparatos que controlen y dirijan el fluido de forma preestablecida, lo que obliga a disponer de una serie de elementos que efectúen las funciones deseadas relativas al control y dirección del flujo del aire comprimido.

En los principios de la automatización, los elementos rediseñados se mandan manual o mecánicamente. Cuando por necesidades de trabajo se precisaba efectuar el mando a distancia, se utilizan elementos de comando por símbolo neumático (cuervo).

Actualmente, además de los mandos manuales para la actuación de estos elementos, se emplean para el comando procedimientos servo-neumáticos, electro-neumáticos y automáticos que efectúan en su totalidad el tratamiento de la información y de la amplificación de señales.

La gran evolución de la neumática y la hidráulica han hecho, a su vez, evolucionar los procesos para el tratamiento y amplificación de señales, y por tanto, hoy en día se dispone de una gama muy extensa de válvulas y distribuidores que nos permiten elegir el sistema que mejor se adapte a las necesidades.

Hay veces que el comando se realiza manualmente, y otras nos obliga a recurrir a la electricidad (para automatizar) por razones diversas, sobre todo cuando las distancias son importantes y no existen circunstancias adversas.

Dosificado del fluido:

Un mecanismo dosificador puede ser controlado ya sea por volumen o por peso de la sustancia dosificada. Los dos tipos de diseño más utilizados en la industria para máquinas dosificadoras son: diseño lineal y diseño rotativo.

➤ Tipo lineal:

Los envases vacíos son transportados por una banda. Mediante sensores se da la señal a la banda transportadora para que se detenga ubicando el envase bajo la estación de llenado, donde el sistema de dosificado inyecta la sustancia deseada

con mínimas turbulencias, este tipo de dispositivo de dosificado puede contar con la cantidad de boquillas inyectoras que sean necesarias. Este procedimiento se repite a lo largo de las demás estaciones de ubicación o colocación de la tapa hasta terminar en el encapsulado de esta. Los cambios de envases y de los volúmenes a llenar son rápidos y no requieren de mano de obra especializada.

Las máquinas para dosificado de diseño lineal, son utilizadas para producciones de volúmenes bajos e intermedios. Estos equipos son de fácil manejo y permiten la dosificación en diferentes tamaños y geometrías de envases sin la necesidad de adicionar piezas o accesorios extras.

Fig. 1. Equipo de dosificado de diseño lineal



Fuente: <http://equitek.com.mx>

➤ **Tipo rotativo:**

En este tipo de diseño los envases son trasladados por una banda transportadora hacia un disco de movimiento rotativo, el cual ubica los envases en la estación correspondiente. Primero pasa por la estación de llenado, en donde las boquillas inyectoras dosifican la sustancia, luego por la ubicación o colocación de la tapa y por ultimo al puesto del dispositivo encapsulado. Una vez terminado este proceso el recipiente sale del disco y continúa su trayectoria sobre la banda transportadora.

Las máquinas para envasado de diseño rotativo, son utilizadas para producciones de alto volumen, estas manejan altas velocidades de dosificación. También es posible aumentar la producción aumentando las boquillas de dosificado de dicha máquina.

Fig. 2. Equipo de dosificado de diseño rotativo



Fuente: <http://equitek.com.mx>

Alimentación de tapa:

La moderna fabricación exige, en la mayoría de los casos, el uso de sistemas automáticos de alimentación y manipulación de piezas individuales, grupos de piezas y productos. La automatización de los equipos permitió reducir los tiempos necesarios para la ejecución de numerosos procesos de fabricación. Sin embargo, en muchos casos la alimentación de las piezas en las máquinas sigue haciéndose manualmente, con lo que el tiempo necesario para la manipulación de las piezas es mayor.

Es posible diferenciar entre 10 tipos básicos de piezas con comportamientos característicos: irregulares, planas, cilíndricas, en bloque, forma de hongo, cónicas, piramidales, huecas, esféricas y longitudinales; además de piezas complejas que combinan varias formas básicas y otras piezas macizas de formas irregulares.

Para automatizar tareas de manipulación de piezas es necesario tener suficiente información sobre ellas. En este sentido es indispensable:

- Disponer de una descripción precisa de la pieza.
- Conocer su comportamiento en reposo.
- Conocer su comportamiento en movimiento.

Una pieza que deberá ser manipulada puede describirse de la siguiente manera:

- Masa (valor teórico, tolerancias de la masa, masa después del mecanizado)
- Propiedades del material:
 - o Propiedades mecánicas (dilatación, dureza, porosidad, etc.)
 - o Propiedades electromagnéticas (conductividad, permeabilidad, etc.)
 - o Propiedades térmicas (conductividad, capacidad de absorción, etc.)
 - o Propiedades químicas (resistencia a la corrosión, tendencias higroscópicas, etc.)
- Geometría:
 - o Forma (interior, exterior, etc.)
 - o Dimensiones (largo, ancho, alto)
 - o Relación entre las dimensiones
- Calidad de la superficie:
 - o Estado (temperatura, humedad, presencia de una película de aceite, etc.)
- Otras características que influyen en la operación de manipulación (centro de gravedad, lugares apropiados para la sujeción, etc.)

Los depósitos con sistemas de alimentación contienen piezas que se encuentran en posiciones indefinidas y están provistos de elementos que permiten ordenarlas y orientarlas. En consecuencia, las piezas salen del depósito en posiciones definidas. Para conseguir ordenar y orientar las piezas originalmente desordenadas pueden aplicarse los siguientes principios técnicos:

- Recogida con segmentos giratorios, levas, aletas o tubos.
- Deslizamiento de las piezas a lo largo de cantos de referencia para orientarlas.
- Caída de las piezas a través aberturas perfiladas y paso por conductos de formas definidas.
- Activación de vibraciones y uso de elementos mecánicos de orientación.
- Aprovechamiento de la fuerza centrífuga.

- Recogida de las piezas mediante fuerza magnética.⁸

Los dos equipos más utilizados por la industria para la alimentación de piezas son: el dispositivo Bowl Feeder y el de banda vertical. Estos sistemas de alimentación permiten ser adicionados fácilmente a los demás equipos de dosificación y encapsulado de tapas.

➤ **Bowl Feeder:**

Es el dispositivo más utilizado como alimentado de piezas. Este sistema consta de un tazón escalonado el cual sirve como pista para el transporte de las piezas. La unidad motriz es electromagnética y es la encargada de hacer vibrar el tazón obligando a las piezas a subir por pista hacia el dispositivo deseado. La pista está diseñada para ordenar y orientar las piezas en la posición deseada. La longitud de la pista, el ancho y la profundidad se eligen de acuerdo a los requerimientos del sistema. Este sistema permite controlar la velocidad de vibración aumentando o disminuyendo de esta forma el flujo de piezas que se quieren dispensar.

Es un sistema utilizado para altos volúmenes de producción, su pequeño tamaño permite ser fácilmente adaptado a otros sistemas adicionales de embotellamiento. Su nivel de ruido puede ser elevado y no es recomendado para el uso de piezas débiles.

⁸ Stefan Hesse. Racionalización en la alimentación de piezas: Ordenar, clasificar, controlar y alimentar: Festo AG & Company, 2000 Pág. 9-13

Fig. 3. Equipo alimentador Bowl Feeder



Fuente: <http://equitek.com.mx>

Los sistemas vibratorios electromagnéticos ocupan un lugar privilegiado entre los sistemas de avance de piezas por cuatro razones:

- Estos sistemas funcionan sin piezas deslizantes o expuestas a fricción, por lo que se trata de un sistema de transporte sencillo, que no requiere de mantenimiento y que se desgasta muy poco.
- El rendimiento de transporte de piezas puede ser controlado y regulado recurriendo a elementos eléctricos sencillos.
- Consumen poca energía por funcionar en el límite de la resonancia.
- Son robustos y tienen una estructura sencilla.

En función de sus características constructivas, los sistemas vibratorios electro-mecánicos pueden clasificarse según los siguientes criterios:

- Por la cantidad y la disposición de los electroimanes en sistemas de transporte con resortes en posición vertical, horizontal o varios en posición tangencial.
- Por la forma del soporte elástico con resortes simples o de varios elementos o con muelles helicoidales.

- Por la forma de incidir en el movimiento-variando la tensión mediante un transformador regulable,-variando la intensidad de la corriente y las caídas de tensión en el electroimán con la ayuda de una resistencia,-variando la fuerza modificando la holgura en el electroimán y-cambiando la cantidad de las espiras de la bobina.
- Por la forma de regular la resonancia-cambiando el resorte o el conjunto de resortes si éstos son de varias capas,-cambiando la longitud útil de los resortes y-cambiando la masa del sistema utilizando masas adicionales para el ajuste.
- Por la forma y el tipo de elemento que soporta las piezas (acanaladuras, recipientes cilíndricos y cónicos, tubos y placas).⁹

➤ **Banda vertical:**

Tipo de dispositivo para producciones de bajo y medio volumen, como ventaja tienen su bajo costo y niveles de ruido muy bajos. El principio utilizado por este sistema para la orientación de las tapas es la gravedad.

Fig. 4. Equipo alimentador de banda vertical



Fuente:<http://equitek.com.mx>

⁹ <http://www.partsfeeders.com/index.htm>

Vulcanización del caucho:

Vulcanizar el caucho es el tratamiento por medio del que se combina con azufre y otros compuestos. Bajo la acción del calor apropiado junto con el azufre, y a veces de la luz, el caucho sufre profundas modificaciones, las cuales son motivo de especulación científica e industrial. Una lámina de caucho de 2 milímetros de espesor sumergida en un baño de azufre fundido a 120cc. se hincha ligeramente y la goma entra en combinación con el azufre produciéndose la vulcanización. Elevando la temperatura entre 1300 y 1400 Y manteniendo el tratamiento entre 30 y 40 minutos, el aspecto y las propiedades del caucho se modifican, la sustancia toma un color gris amarillento, su elasticidad aumenta considerablemente con la particularidad de que el frío no la anula como sucede con el caucho crudo.

Este fenómeno conocido con el nombre de vulcanización, puede producirse a diversas temperaturas comprendidas entre el punto de fusión del azufre y los 160°C. La vulcanización se produce más rápidamente a esta última temperatura, pero la experiencia ha demostrado que los mejores resultados son los obtenidos cuando se vulcaniza a 120°C., lo que exige en cambio prolongar por más tiempo la operación.

Sí se prolonga la operación de vulcanizado elevando la cantidad de calor entre 150° y 160° por algunas horas entonces se obtiene un nuevo producto, en el cual la elasticidad ha desaparecido y el aspecto del caucho se ha modificado; se nos presenta ahora bajo una apariencia pardo oscura, en cierto grado quebradizo.

El grado de vulcanización del caucho pende de varios factores, tales como el tiempo que dura el tratamiento, la temperatura, la presión y la cantidad de azufre agregado. Parece ser que el fenómeno de la vulcanización es el resultado de una verdadera combinación química en la que el caucho admite varios grados de combinación con el azufre hasta alcanzar la sobre saturación.

Después de vulcanizado, el caucho se modifica completamente, siendo in oluble en los solventes comunes y soportando elevadas temperaturas sin perder sus propiedades de elasticidad. Se entiende que cuando hablamos de elevadas temperaturas nos referimos a las toleradas por la materia orgánica antes de su carbonización.¹⁰

¹⁰ <http://www.revolucionesindustriales.com>

4 OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- Diseño y construcción de una máquina automatizada para el embotellamiento del pegante Boxer.

4.2 ESPECÍFICOS

- Recopilar toda la documentación posible correspondiente a modelos de máquinas de embotellamiento.
- Realizar cálculos necesarios para la construcción de la máquina embotelladora.
- Realizar diseños en programa CAD de los diferentes módulos de la embotelladora que más se adecuen a las necesidades y posibilidades de la empresa Escobar y Martínez
- Fabricar la máquina embotelladora.

5 JUSTIFICACIÓN

El diseño y posterior fabricación de una máquina automatizada para el empaquetamiento del pegante Boxer permitirá a Escobar y Martínez conseguir el menor contacto de su producto con los distintos operarios, logrando de esta forma realizar procesos de producción más limpios y menos contaminados. A su vez se conseguirá un aumento del 50% de la capacidad de producción actual, supliendo de esta forma las nuevas necesidades de producción.

La máquina contara con dispositivos de alta tecnología para su control como los PLCs, esto permitirá alcanzar altas eficiencias en sus procesos al permitir hacer de forma rápida y sencilla variaciones de tiempo y velocidad de algunos módulos con los que contara dicha máquina, algunas de estas variables son: los tiempos de dosificación, velocidades de bandas transportadoras y velocidad de salida de cilindros neumáticos entre otros.

6 METODOLOGÍA Y PLAN DE TRABAJO

6.1 ACTIVIDADES SEGÚN OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Tabla 2. Actividades para alcanzar objetivos específicos

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES
Recopilar toda la documentación posible correspondiente a modelos de máquinas de embotellamiento.	Recopilar información sobre máquinas de embotellamiento.
	Recopilar información referente a máquinas de orientación de tapas.
	Recopilar información acerca de máquinas de dosificación.
	Recopilar información referente a máquinas rubinadoras.
	Clasificar la información obtenida y tabularla
Seleccionar los diseños para los diferentes módulos de la embotelladora que más se adecuen a las necesidades y posibilidades de la empresa Escobar y Martínez.	Toma de datos de las dimensiones del espacio disponible para la ubicación de la máquina
	Seleccionar de los posibles diseños de los diferentes módulos q tendrá la máquina según presupuesto económico destinado a la embotelladora.
	Selección de los posibles diseños de los diferentes módulos q tendrá la máquina según espacio disponible.
	Escoger los posibles diseños de los diferentes módulos que tendrá la máquina según la capacidad que tiene Escobar y Martínez para la fabricación dentro de sus instalaciones.
	Seleccionar los posibles diseños de los diferentes módulos que tendrá la máquina según su facilidad de construcción y operación.
	Selección del diseño definitivo basado en la recolección de los diseños arrojados por los parámetros anteriormente mencionados.
Realizar cálculos necesarios para el diseño de la	Toma de tiempos para cada uno de los procedimientos actuales necesarios para el embotellamiento.
	Montaje y diseño de la máquina en el software Solid Edge.

máquinaembotelladora.	Montaje y simulación de la dinámica de algunas partes móviles de la máquina en el software MDSolid, teniendo así alusión al comportamiento posterior de estos en la máquina.
	Cálculos de potencias, velocidades, tiempos para cada uno de los diferentes actuadores (Motores eléctricos, cilindros neumáticos, sistema de vibración) con que cuenta la máquina.
Fabricar la máquinaembotelladora.	Compra de materiales y dispositivos para el sistema de vibración para el orientador de tapas.
	Construcción del modulo de orientación de tapas con apoyo del mecánico asignado.
	Compra de materiales y dispositivos para el sistema de bandas transportadoras que desplazarán el producto a lo largo de los diferentes módulos.
	Construcción de bandas trasportadoras con apoyo del mecánico asignado.
	Compra de materiales y dispositivos para la adecuación del sistema de rubinado o encapsulado de la botella contenedora del producto
	Modificación y adecuación del módulo ya existente para el encapsulado de la botella con apoyo del mecánico asignado.
	Compra de materiales y dispositivos para la adecuación del sistema de dosificado.
	Modificación y adecuación del módulo ya existente para el dosificado del producto.
	Construcción de la estructura base de la máquinaembotelladora.
	Ensamble de cada uno de los módulos a la estructura base de la máquinaembotelladora.
	Instalación de los diferentes dispositivos y elementos de automatización que se utilizaran (PLC, contactores, electroválvulas, sensores de proximidad, etc.)

6.2 PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Tabla 2. Precedencia de actividades

ACTIVIDAD	NOMBRE DE TAREA	DURACIÓN	PREDECESORAS
1	Recopilar información sobre máquinas de embotellamiento.	6 días	0
2	Recopilar información referente a máquinas de orientación de tapas.	6 días	0
3	Recopilar información acerca de máquinas de dosificación.	6 días	0
4	Recopilar información referente a máquinas rubinadoras.	6 días	0
5	Clasificar la información obtenida y tabularla	4 días	1-2-3-4
6	Toma de datos de las dimensiones del espacio disponible para la ubicación de la máquina	1 días	5
7	Seleccionar de los posibles diseños de los diferentes módulos q tendrá la máquina según presupuesto económico destinado a la embotelladora.	2 días	5
8	Selección de los posibles diseños de los diferentes módulos q tendrá la máquina según espacio disponible.	2 días	6
9	Escoger los posibles diseños de los diferentes módulos que tendrá la máquina según la capacidad que tiene Escobar y Martínez para la fabricación dentro de sus instalaciones.	2 días	5
10	Seleccionar los posibles diseños de los diferentes módulos que tendrá la máquina según su facilidad de construcción y operación.	2 días	5
11	Selección del diseño definitivo basado en la recolección de los diseños arrojados por los parámetros anteriormente mencionados.	2 días	7-8-9-10
12	Toma de tiempos para cada uno de los procedimientos actuales necesarios para el embotellamiento.	1 días	11
13	Montaje y diseño de la máquina en el software Solid Edge.	5 días	11

14	Montaje y simulación de la dinámica de algunas partes móviles de la máquina en el software MDSolid, teniendo así alusión al comportamiento posterior de estos en la máquina.	2 días	11
15	Cálculos de potencias, velocidades, tiempos para cada uno de los diferentes actuadores (Motores eléctricos, cilindros neumáticos, sistema de vibración) con que cuenta la máquina.	3 días	12-13-14
16	Compra de materiales y dispositivos para el sistema de vibración para el orientador de tapas.	3 días	15
17	Construcción del módulo de orientación de tapas con apoyo del mecánico asignado.	20 días	16
18	Compra de materiales y dispositivos para el sistema de bandas transportadoras que desplazarán el producto a lo largo de los diferentes módulos.	2 días	17
19	Construcción de bandas transportadoras con apoyo del mecánico asignado	5 días	18
20	Compra de materiales y dispositivos para la adecuación del sistema de rubinado o encapsulado de la botella contenedora del producto	2 días	19
21	Modificación y adecuación del módulo ya existente para el encapsulado de la botella con apoyo del mecánico asignado.	15 días	20
22	Compra de materiales y dispositivos para la adecuación del sistema de dosificado.	2 días	21
23	Modificación y adecuación del módulo ya existente para el dosificado del producto.	15 días	22
24	Construcción de la estructura base de la máquina embotelladora.	5 días	23
25	Ensamble de cada uno de los módulos a la estructura base de la máquina embotelladora.	5 días	24
26	Instalación de los diferentes dispositivos y elementos de automatización que se utilizarán (PLC, electroválvulas, sensores de proximidad, etc.)	20 días	25

7 DESARROLLO DE LA PASANTÍA

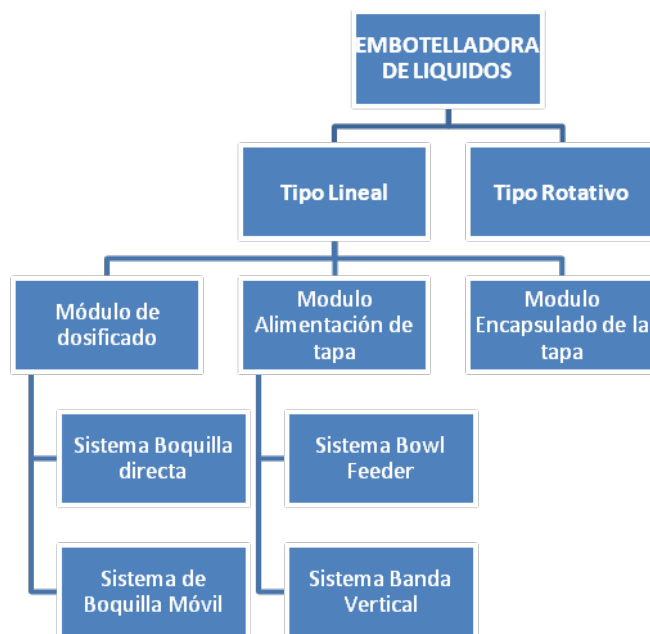
La pasantía inició a mediados de enero con una inducción sobre los procesos de producción realizados por la empresa EyM, para finales de enero se presentó una propuesta con el fin de diseñar y construir una embotelladora automatizada de pegante para fortalecer dicha área de la empresa.

Como primera actividad se contactó algunos proveedores nacionales e internacionales de máquinas para embotellamiento de líquidos, como los son: Herpack LTDA., Tecnoembalaje LTDA. y Equitek (empresa mexicana). Se solicitó a cada uno de estos proveedores cotizaciones sobre una máquina que cumpliera con todas las especificaciones requeridas para el embotellamiento de acuerdo al tipo de fluido que se requería embotellar (Pegante); algunas de las principales especificaciones a tener en cuenta fueron:

- La alta viscosidad del fluido a embotellar.
- La generación de gases explosivos que podrían reaccionar con alguna chispa.
- El endurecimiento y posterior curado del fluido a embotellar cuando es expuesto al medio ambiente.
- La utilización de varias referencias de envases para el embotellamiento.

El principal problema planteado por cada uno de los proveedores contactados, era la propiedad de endurecimiento y posterior curado que presentaba el fluido a embotellar una vez tiene contacto con el medio ambiente. Debido a esto, las piezas y mecanismos de las máquinas ofrecidas por los proveedores deberían ser modificadas. A raíz de estos inconvenientes, a finales de febrero se toma la decisión de realizar el diseño y posterior desarrollo de una máquina embotelladora.

Inicialmente se recopiló toda la información posible sobre embotelladoras de líquidos, seguido a esto, se clasificó esta información de acuerdo al tipo de funcionamiento y diferentes tipos de mecanismos con que contaban cada una de las embotelladoras. La información fue clasificada y tabulada de la siguiente forma:



Posterior a la clasificación se evaluó cuál de estos sistemas era el más adecuado para la fabricación de la maquina embotelladora según las necesidades de la empresa y los diferentes dispositivos con que esta contaba. Las características que se tuvieron en cuenta para la escogencia de los diferentes sistemas que se utilizaron fueron:

- Costos del sistema.
- Espacio requerido por el sistema vs espacio disponible en la empresa.
- La posibilidad de desarrollar el sistema realizando adecuaciones a los diferentes dispositivos de embotellamiento con que cuenta la empresa.
- La posible fabricación del sistema en las instalaciones de la empresa.

Luego de evaluar la información se tomó la decisión de fabricar una máquina de tipo lineal cuyo módulo de dosificado estaría compuesto por un sistema de Boquilla Fija; el módulo de alimentación de tapa estaría compuesto por un sistema Bowl Feeder y el módulo de encapsulado estaría compuesto por una rubinadora para tapas metálica. Este tipo de maquina sería el que mejor se adaptaría a los requerimientos y dispositivos ya existentes en la empresa.

Una vez se tomó la decisión sobre el tipo de maquina a construir, se comienza con la fabricación de cada uno de los módulos que conformarían la maquina embotelladora.

Inicialmente se trabajó en la construcción del módulo de alimentación de tapas; para el desarrollo de este módulo se escogió un sistema llamado “Bowl Feeder” ya que este es el

sistema que más se adecua a las necesidades de la empresa de manejar volúmenes de producción altos en un espacio reducido.

Para el desarrollo del sistema “Bowl Feeder” se analizó toda la información recolectada sobre los principios que rigen este sistema, una vez teniendo conocimiento sobre estos principios se podría implementar este tipo de orientador de tapas para nuestra embotelladora. A continuación se describen las partes que conforman un sistema Bowl Feeder.

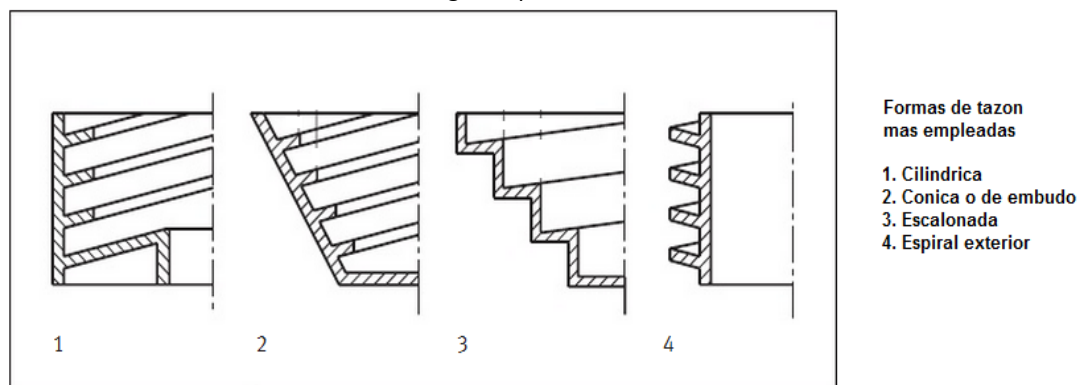
Fig. 5. Partes del sistema Bowl Feeder.



Fuente: <http://equitek.com.mx>

Para desarrollar el sistema Bowl Feeder se inició con la selección del tipo de tazón o estructura helicoidal como también es llamado. Existen varias formas de tazón empleadas en estos sistemas, cada una de estas tiene sus ventajas y desventajas. A continuación se muestran las formas de tazones más empleadas.

Fig. 6. Tipos de tazón.



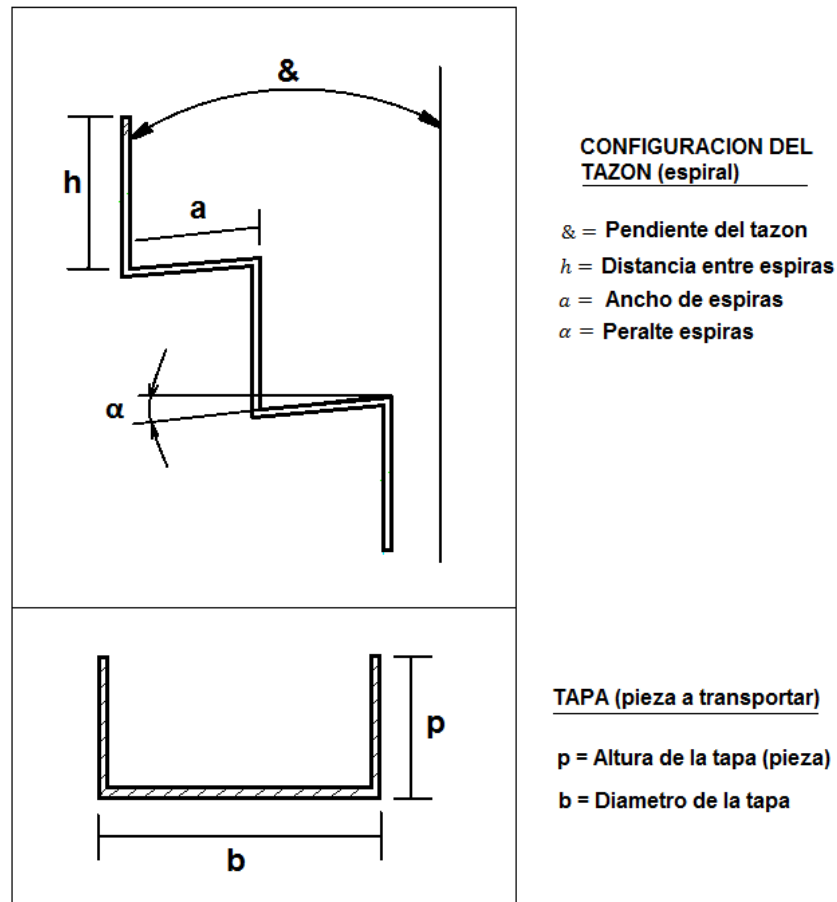
Fuente: Stefan Hesse. Racionalización en la alimentación de piezas

Luego de un análisis sobre las ventajas y desventajas de cada uno de los diseños se tomó la decisión de utilizar un tipo de tazón escalonado. Algunas de las ventajas que llevaron a tomar la decisión de fabricar el sistema Bowl Feeder con un tipo de tazón escalonado fueron:

- Baja posibilidad de atascamiento de las piezas.
- Fácil fabricación.
- Una pieza rechazada por posición caería al escalón siguiente.
- Facilidad de acoplar las trampas orientadoras.

Las recomendaciones o parámetros de diseño que se tuvieron en cuenta para diseñar el tazón fueron las siguientes:

Fig. 7. Parámetros del tazón y pieza.



Fuente: Autor

- El ancho de la espira (a) no debe ser mayor que 1.2 veces el ancho de la superficie de apoyo de la pieza a transportar (b), a continuación se muestra el cálculo para el
- La pendiente del tazón (&) debe formar un Angulo entre 25° y 40°.
- El peralte de las espiras (α) no debe ser mayor a 10°.
- La espiras del tazón deben tener entre 3 y 5 niveles, (en ocasiones se utiliza más de 5 niveles).

Teniendo en cuenta los anteriores parametros de diseño y sabiendo que las dimensiones de la tapa son:

$$P = 15 \text{ mm}$$

$$b = 30 \text{ mm}$$

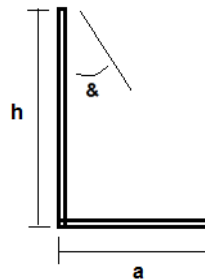
Entonces:

$$a = 1.2 * b$$

$$a = 1.2 * 30$$

$$a = 36 \text{ mm}$$

Si asumimos que & = 35°



$$h = \frac{35}{\tan 35}$$

$$h = 50 \text{ mm}$$

Asumimos como peralte de la espira $\alpha = 5^\circ$

Una vez obtenidos los parámetros de diseño del tazón se prosiguió con el diseño del sistema de trampas orientadoras, encargadas del posicionamiento adecuado de las tapas mientras se desplazan a lo largo del espiral del tazón.

La técnica utilizada para ordenar piezas incluye todo tipo de mecanismos, dispositivos y recursos que ayudan a la orientación deseada de las piezas. Para lograr esto es necesario girar las piezas alrededor de uno o varios de sus ejes. La operación de ordenar piezas es un proceso dinámico, ya que implica la ejecución de movimientos. Dichos movimientos pueden ser ocasionados por fuerzas de diversa índole (gravedad, vibración, chorro de aire, desplazamiento forzoso, campo magnético).¹¹

Como primero se debe buscar que la posición deseada sea la orientación que predomina cuando se deja caer la pieza. Es posible definir una orientación probable que asumirá una pieza, por ejemplo al caer sobre la superficie de una mesa. Esta posición es denominada “orientación probable”.

Al diseñar sistemas de alimentación de piezas se hace todo lo posible para que la orientación definida coincida con la orientación que asume la pieza con mayor probabilidad

Se define la “orientación probable” de la tapa y las otra posibles orientaciones que puede adoptar esta. Para esto se tomó un muestreo donde se dejó caer 60 veces la tapa a una altura de 40 cm y se observó las posiciones en que esta caía.

POSICION	ESQUEMA	REPETICIONES	PORCENTAJE
Abertura hacia abajo		16	26,67
Sobre pared lateral		6	10
Abertura hacia arriba		38	63,33

Ya determinada la “orientación probable” se evaluó el tipo de trampa orientadora más adecuada para organizar las tapas que se encontraran en posición de “apertura hacia abajo” o en la posición “sobre pared lateral” en la posición correcta de “apertura hacia arriba”.

- Abertura hacia abajo:

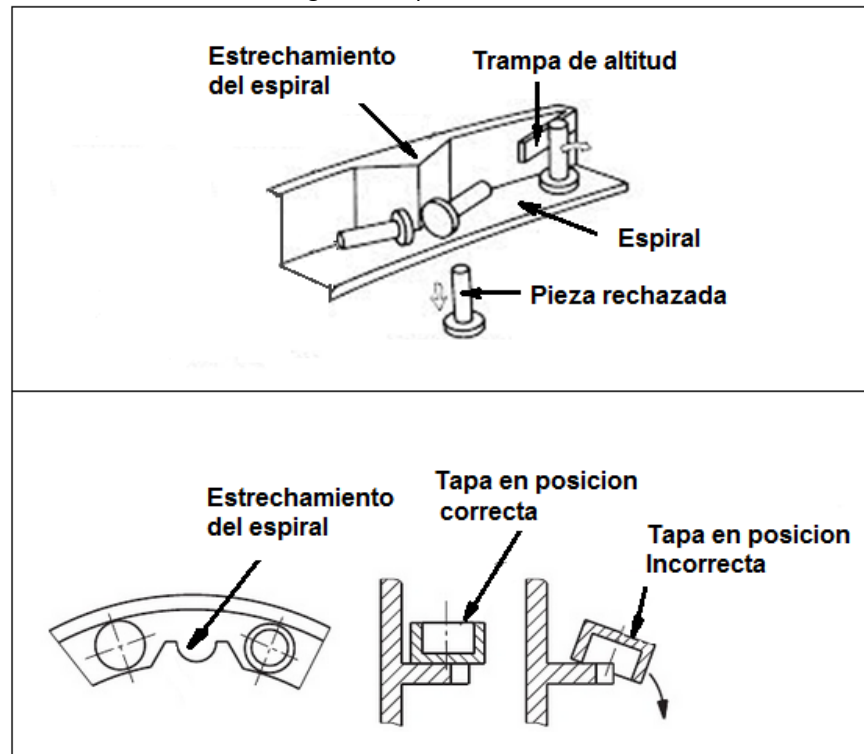
11 Stefan Hesse. Racionalización en la alimentación de piezas: Ordenar, clasificar, controlar y alimentar: Festo AG & Company, 2000 Pág. 35

Para rechazar las piezas que vienen con esta orientación se utilizan trampas como el “estrechamiento del espiral”, este provoca que las tapas pierdan el equilibrio y vuelvan a caer al fondo tazón o al escalón inmediatamente anterior. (Ver figura 7)

- Sobre pared lateral:

Para rechazar las piezas que vienen con esta orientación se utiliza mecanismos como las “trampas de altitud”. (Ver figura 7)

Fig. 8. Trampas orientadoras

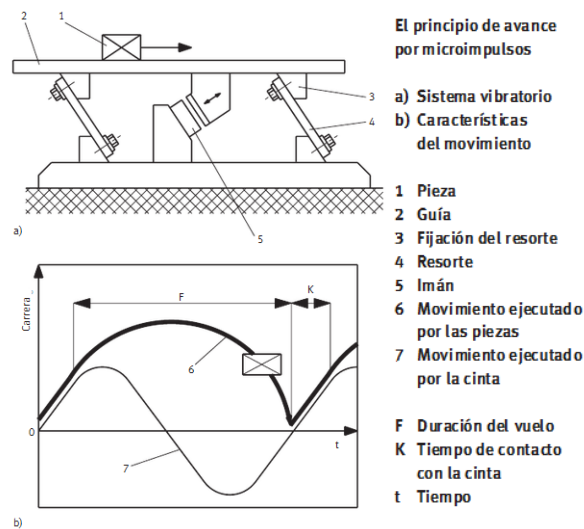


Fuente: Stefan Hesse. Racionalización en la alimentación de piezas

Una vez determinados el tipo de tazón y el diseño de las trampas orientadoras se prosiguió con el diseño del sistema motriz encargado de generar el desplazamiento de las tapas a lo largo del espiral.

En este tipo dispositivo el desplazamiento de las piezas se realiza mediante pequeños impulsos (micro impulsos) o pequeños saltos que realiza la pieza sobre la superficie que la soporta; sin embargo este movimiento se realiza a altas velocidades logrando que el flujo se vea continuo a simple vista.

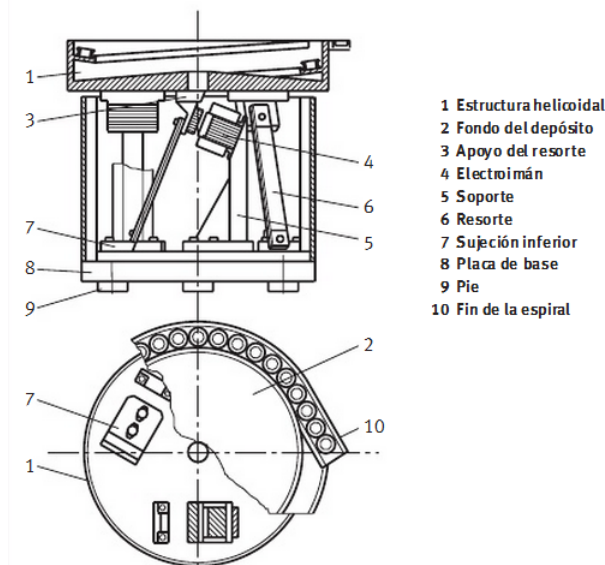
Fig. 9. Principio del avance por micro impulso



Fuente: Stefan Hesse. Racionalización en la alimentación de piezas

Este tipo de sistema permite con una simple variación de la tensión regular la magnitud de la amplitud y, en consecuencia, la fuerza de accionamiento y, por ende, la velocidad de avance de las piezas. La siguiente imagen muestra el tipo de mecanismo que se emplea en los sistemas Bowl Feeder para lograr las vibraciones deseadas del tazón.

Fig. 10. Mecanismo empleado por sistemas Bowl Feeder

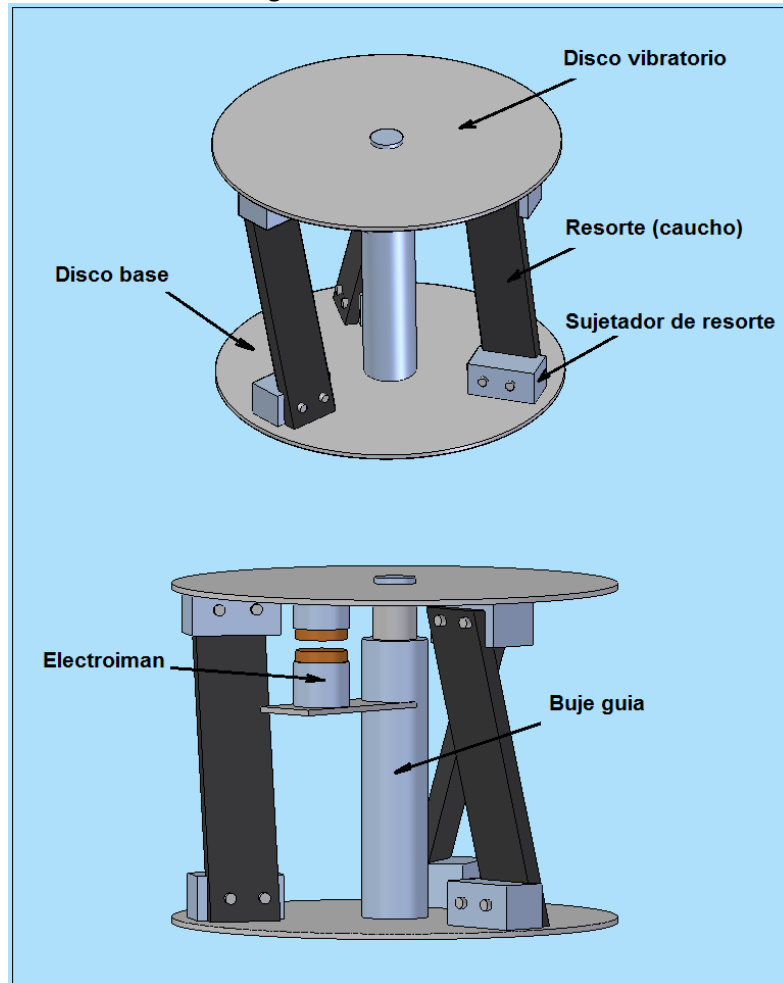


Fuente: Stefan Hesse. Racionalización en la alimentación de piezas

Una vez se tiene el conocimiento sobre el principio que rige el desplazamiento en este tipo de sistema se prosiguió con el diseño de un mecanismo de fácil fabricación que proporcionara el movimiento adecuado del tazón, y de esta forma las piezas se pudieran

desplazaran a lo largo del espiral. La siguiente imagen muestra el diseño del sistema vibratorio desarrollado mediante un programa CAD.

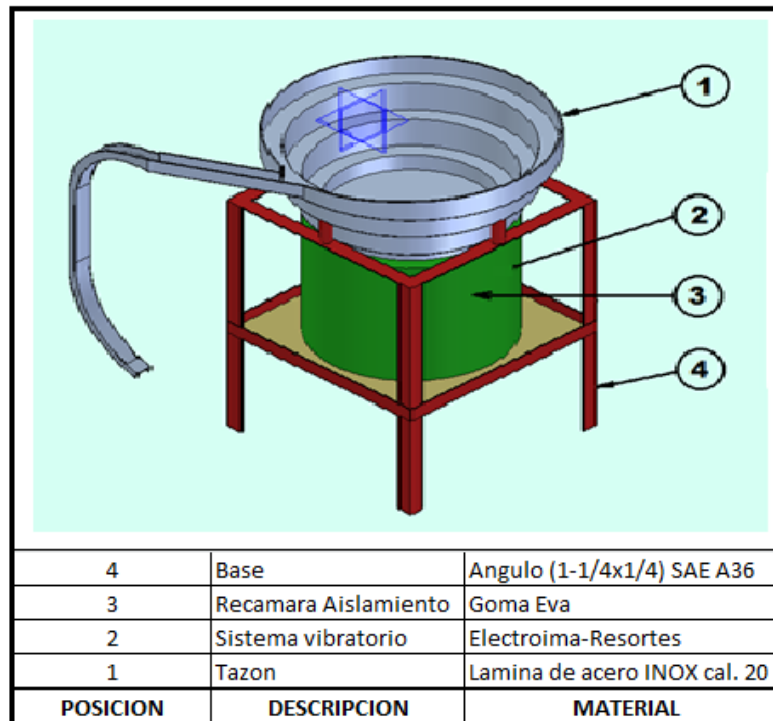
Fig. 11. Sistema vibratorio



Fuente: Autor

Una vez definidos cada uno de los parámetros del tazón, trampas orientadoras y sistema vibratorio que se deben tener en cuenta para la fabricación del sistema Bowl Feeder se desarrolló su diseño mediante un programa CAD; a continuación se muestra el diseño realizado:

Fig. 12. Diseño realizado del sistema Bowl Feeder



Fuente: Autor

P_z = rendimiento de alimentación

P_s = Velocidad de funcionamiento de la maquina

K_1 = Coeficiente irregularidad de avance de la pieza, en el caso de sistemas de avance por vibracion toma valores entre 0,2 y 0,3

P_z = piezas por minuto (1,1 ... 1,3) P_s

$$P_z = \frac{P_s}{(1 - K_1)} = \frac{in}{min}$$

6000 = piezas en 8 horas

$$8 \text{ horas} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} = 480 \text{ min}$$

$$P_s = \frac{6000 \text{ in}}{480 \text{ min}} = 12,5 \frac{\text{in}}{\text{min}}$$

$$P_z = \frac{12,5}{(1 - 0,2)} = 15,63 \frac{\text{in}}{\text{min}}$$

v = velocidad necesaria para la alimentacion de las piezas

$$v = \frac{Pz * L}{60K_2} = \frac{mm}{s}$$

L = longitud de la pieza orientada en el sentido del avance, unidades en mm

d = Altura de la pieza en mm

K₂ = Coeficiente para llenar la espira con piezas correctamente orientadas

$$K_2 = \frac{F * L}{(L + s)}$$

F = Es el coeficiente de probabilidad de la presencia de piezas orientadas correctamente en el espiral

s = Valor medio del espacio entre las piezas que avanzan en el espiral.

$$F = \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \left(\frac{d}{L}\right)^2\right)}}$$

$$F = \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \left(\frac{15}{30}\right)^2\right)}}$$

$$F = 0,90$$

$$K_2 = \frac{0,90 * 30}{(30 + 2)}$$

$$K_2 = 0,84$$

$$v = \frac{15,63 * 30}{(60 * 0,84)} = 9,30 \frac{mm}{s}$$

La velocidad de alimentación es 9,30 $\frac{mm}{s}$

A continuación se muestran algunas imágenes del desarrollo y fabricación del sistema Bowl Feeder.

Fig. 13. Fabricación del sistema Bowl Feeder



Fuente: Autor

Una vez terminado el orientador de tapas se continuó con la construcción de dos bandas transportadoras las cuales se encargarían de conducir cada uno de los envases por los distintos módulos de la embotelladora (dosificado, alimentador de tapas y encapsulamiento o rubinado de la tapa). Para la construcción de las bandas transportadoras se tuvieron en cuenta aspectos como el espacio disponible para el proceso de embotellamiento, y la adherencia de la banda con los envases a transportar.

Se decidió fabricar la banda transportadora en caucho ya que es un material que tiene una gran adherencia con cualquier otro material; otro de los puntos a favor por los cuales se

decidió fabricar la banda transportadora en caucho se debe a que la empresa EyM es la principal productora de bandas transportadoras a nivel Colombia, por esta razón no se tendría ningún inconveniente o dificultad en la fabricación de estas dentro de la empresa.

La banda transportadora cuenta con un sistema de barandas graduable el cual nos permite orientar cualquiera de las diferentes referencias de envases que se manejan para el embotellamiento del producto. La función de dichas barandas es posicionar el envase en adecuadamente para que cada uno de los diferentes módulos de embotellamiento actúe sobre este de la manera adecuada y precisa.

En las siguientes imágenes se muestran los diferentes envases utilizados y el sistema de barandas posicionando una de las referencias envases.

Fig. 14. Tipos de envases



Fuente: Autor

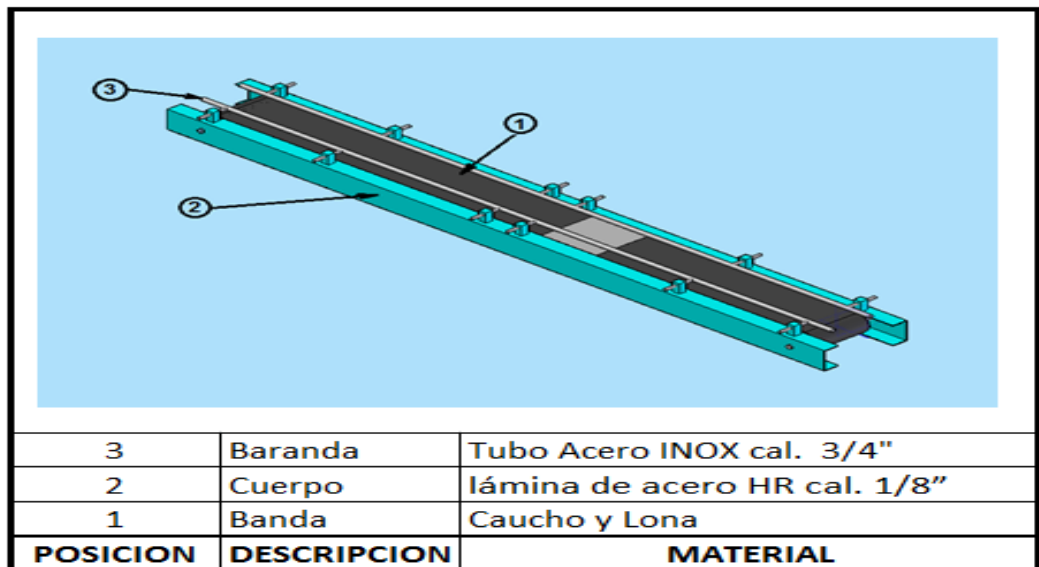
Fig. 15. Barandas posicionadoras



Fuente: Autor

Para la estructura de la banda se utilizó lámina de acero HR calibre 1/8" la cual fue enviada a un proveedor externo para que le realizara algunos dobleces dando así la forma deseada. Para el mecanismo de los ejes se utilizaron tubos de acero de 3", 2 chumaceras NTN de anclaje fijo y 2 chumaceras NTN de anclaje graduable las cuales se utilizarían para tensionar las bandas, la selección de estas chumaceras se realizó basados en las dimensiones del diseño. (Ver figura 15)

Fig. 16. Diseño realizado de la banda transportadora



Fuente: Autor

Fig. 17. Fabricación de la banda transportadora



Fuente: Autor

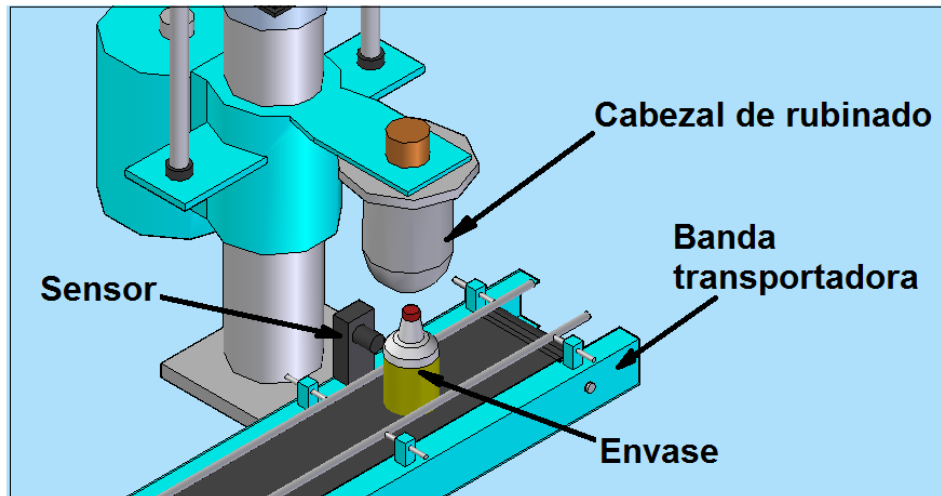
Una vez terminadas las bandas transportadoras se procedió a las adecuaciones requeridas de la rubinadora o encapsuladora de tapas con que contaba la empresa.

La rubinadora con que contaba la empresa era accionada mediante un mecanismo de biela corredera el cual es impulsado por un motor eléctrico; este tipo de mecanismo presentaba dos inconvenientes. El principal inconveniente consistía en que el motor eléctrico de la rubinadora con que se cuenta nos proporciona un movimiento vertical y continuo del cabezal de rubinado, y para el diseño propuesto se requiere que la rubinadora realice el movimiento vertical del cabezal de rubinado solo en el instante en que se encuentra un envase en la posición adecuada para ser encapsulado.

La idea de convertir el movimiento vertical y continuo del cabezal de rubinado en un movimiento pausado encendiendo y apagando el motor no es viable, ya que el área de

pegantes donde va a trabajar la máquina está expuesta a altas concentraciones de gases explosivos los cuales podrían ser activados con alguna chispa generada por el constante encendido y apagado del motor eléctrico que genera este movimiento. (Ver figura 17)

Fig. 18. Pegue banda transportadora



Fuente: Autor

En base a lo anterior se tomó la decisión de cambiar el tipo de accionamiento de la encapsuladora de un motor eléctrico a un cilindro neumático de doble efecto, este sería accionado al paso de cada uno de los envases por un sensor óptico produciendo el movimiento vertical del cabezal de rubinado. (Ver figura 17)

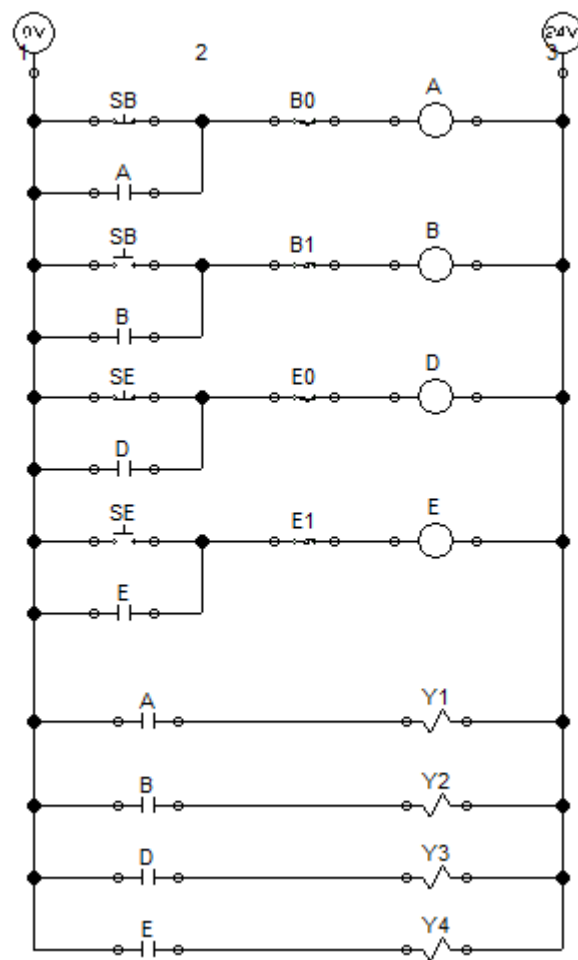
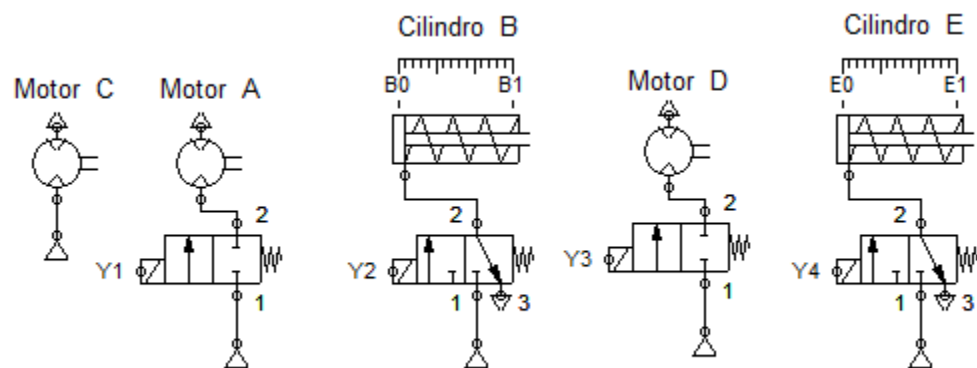
Fig. 19. Comparación entre rubinadora antigua y modificada.



Fuente: Autor

Una vez fueron contruidos y verificado el correcto funcionamiento de los módulos de encapsulado, llenado y alimentación de tapas se dio paso a el ensamble de la maquina y posterior implementación del sistema de control.

Los diferentes módulos de la maquina embotelladora son comandados por PLC y controlados mediante una pantalla táctil. A continuación se muestra el diagrama de mando y potencia con el cual la máquina realiza sus funciones.



8 BENEFICIO ECONÓMICO

A continuación se mostraran los beneficios obtenidos por Escobar y Martínez al llevar a cabo el proyecto planteado por el estudiante en pasantía.

Tabla 3. Costos acarreados por pasante durante su estancia

COSTOS ACARREADOS POR PASANTE DURANTE SU ESTANCIA		
		COSTO
RECURSOS UTILIZADOS		
Salarios pasante por 6 meses		\$ 2.634.000,00
Salarios mecánico por 4 meses		\$ 6.000.000,00
Cilindro neumático		\$ 400.000,00
SUBTOTAL		\$ 9.034.000,00
CONSTRUCCION		
Materiales de construcción	Laminas acero inoxidable	\$ 120.000,00
	Motores eléctricos	\$ 264.000,00
	Transformador a 24V	\$ 40.000,00
	Laminas acero	\$ 90.000,00
	Varillas acero inoxidable	\$ 20.000,00
	Válvula 3/2	\$ 400.000,00
	Tornillería	\$ 30.000,00
	Resortes de compresión	\$ 5.000,00
	Mecanismos automatización	\$ 1.750.000,00
Varios	Papelería	\$ 20.000,00
	Discos de corte	\$ 15.000,00
	Soldadura	\$ 100.000,00
	Transportes	\$ 25.000,00
SUBTOTAL		\$ 2.879.000,00
TOTAL COSTO		\$ 11.913.000,00

Tabla 4. Precio embotelladora en el mercado

PRECIO DE LA EMBOTELLADORA	
MÓDULOS	PRECIO
Dosificación	\$ 25.000.000,00
Bowl Feeder	\$ 3.000.000,00
Instalación	\$ 1.000.000,00
Importación y transporte	\$ 8.000.000,00
TOTAL PRECIO	\$ 37.000.000,00

Luego de ver los costos acarreados por el desarrollo del proyecto de construcción de una embotelladora automatizada y compararlos con los costos que tendría adquirir esta embotelladora en el mercado se puede observar que el beneficio para la empresa Escobar y Martínez es de veinticinco millones ochenta y siete mil pesos (\$ 25'087.000).

Es de tener en cuenta que la embotelladora cotizada es para fluidos viscosos que no presentan endurecimiento ni cura con la exposición al medio ambiente. Para el manejo de un tipo de fluidos como el pegante Boxer es necesario tanto tuberías como válvulas especializadas con las cuales contara la máquina desarrollada durante la pasantía.

Es de aclarar que no se hizo la cotización adecuada para el modulo de dosificación debido a la falta de proveedores que cumplieran con todos los requisitos necesarios para las necesidades de embotellamiento (Tipo de fluido, manejo de varios envases) de Escobar y Martínez. La cotización realizada está por debajo del precio real que tendría la máquina con los elementos especializados necesarios para el embotellamiento del pegante Boxer, por esta razón el beneficio económico obtenido por EyM serian mayores al mencionado anteriormente.

9. CONCLUSIONES

- La elaboración de este proyecto es una gran oportunidad a nivel económico, este permitirá aumentar la producción de forma estandarizada sin la necesidad de adquirir equipos con precios elevados. Los costos de construcción de la maquina embotelladora serán de un 30 % del costo que tendría adquirir una maquina similar en el mercado.
- Si se hubiera adquirido la maquina en el mercado la empresa EyM habría tenido que ajustarse a los requerimientos de espacio y producción de dicha maquina. El haber realizado el proyecto desde su diseño permitió optimizar cada uno de los módulos de la maquina a los requerimientos de proceso y espacio requeridos por la empresa.
- Se debe subrayar que la no actualización o renovación de los procesos de producción de una empresa tarde que temprano provocara un desplazamiento del mercado por parte de la competencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Dosificado lineal y rotativo, Equitek. Disponible en: <<http://equitek.com.mx/>>, [citado el 29 abr. 11]
- Tipos de embotelladoras de líquidos, Herpack. Disponible en: <<http://herpackk.com/>>, [citado el 29 abr. 11]
- PERE PONS ASENSIO, Ramon Vilanova. Automatización de procesos mediante la guía GEMMA. Univ. Politèc. de Catalunya, 2005. 118p.
- Tipos de embotelladoras de líquidos, Herpack. Disponible en: <<http://herpackk.com/>>, [citado el 29 abr. 11]
- HESSE, Stefan. Módulos para manipulación de piezas: Artículo nº 053754 E. Festo AG & Company, 2000. 108p
- Tipos de embotelladoras de líquidos. Disponible en: <<http://www.tecnoembalaje.com/newsite/index.php>>, [citado el 29 abr. 11]
- Embotelladoras para líquidos. Disponible en: <<http://www.revolucionesindustriales.com>>, [citado el 29 abr. 11]
- LERMA, Héctor. Metodología de la investigación. Ecoe ediciones, 2009.
- Sistemas Bowl Feeder, Partsfeeders. Disponible en: <<http://www.partsfeeders.com/index.htm>>, [citado el 29 abr. 11]
- HESSE, Stefan. Racionalización en la alimentación de piezas: Ordenar, clasificar, controlar y alimentar: Festo AG & Company, 2000. 112p
- Datos de la empresa. Disponible en: < www.eym.com.co/>[citado el 29 enero. 12]
- Portafolio, Pegauchos. Disponible en: < <http://www.pegaucho.com/>>, [citado el 29 enero. 12]
- Norma Técnica Colombiana – NTC 1486, SILVA Adry. Disponible en: < www.slideshare.net/adrysilvav/normas-icontec-octubre-2010>, [citado el 29 enero. 12]
- HESSE, Stefan. Las pinzas y sus aplicaciones. Festo AG & Company, 2000. 116p.

- GROOVER, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna materiales, procesos y sistemas. Pearson Educación, 1997. 1062p.
- MÉNDEZ, Carlos. Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación. Nomos S. A., 2001.
- MILLÁN TEJA, Salvador. Automatización Neumática y Electroneumática. Marcombo, 1995. 252p