

UNIVERSIDAD DISTRITAL "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS" - FACULTAD TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

| | |
|----------------|----------------------------------|
| Nombre (s): | Edgar Andrés |
| Apellido (s): | Rodríguez Sánchez |
| Código: | 20101275033 |
| E-mail: | andres_rodriguez6848@hotmail.com |
| Teléfono fijo: | 784 70 45 |
| Celular: | 310 582 25 75 |



Ejecutor 2

| | |
|----------------|---------------------------|
| Nombre (s): | Miguel Ángel |
| Apellido (s): | Roa Sayago |
| Código: | 20102275030 |
| E-mail: | miguelroa1985@hotmail.com |
| Teléfono fijo: | 567 54 45 |
| Celular: | 313 845 33 17 |



INFORMACIÓN DEL PROYECTO

| | | |
|---|--|-------------------------------------|
| Título del Proyecto: | DISEÑO DE UNA MÁQUINA ENVASADORA DE CREMAS COSMÉTICAS | |
| Duración (estimada): | 4 MESES | |
| Tipo de Proyecto: (Marqué con una "x") | Innovación y Desarrollo Tecnológico | <input checked="" type="checkbox"/> |
| | Prestación y Servicios Tecnológicos | <input type="checkbox"/> |
| | Otro | <input type="checkbox"/> |
| Modalidad del Trabajo de Grado: | MONOGRAFÍA | |
| Línea de Investigación de la Facultad: | OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES | |
| Línea de Investigación del Proyecto Curricular: | DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA | |
| Grupo de Investigación: | | |
| Proyecto de Investigación: | | |
| Áreas del conocimiento que involucra: | MECÁNICA DE FLUIDOS- NEUMÁTICA INDUSTRIAL - DISEÑO DE MÁQUINAS | |

INFORMACIÓN PASANTÍA

| | |
|-----------------------|--|
| Nombre de la empresa: | |
| Dirección: | |
| Teléfonos: | |
| Correo electrónico: | |
| Página Web: | |

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

| | |
|--|--|
| Director: (Vo. Bo.) | |
| Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.) | |
| Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.) | |

Tabla de Contenido

| | |
|--|----|
| Resumen | 2 |
| 0. Introducción | 2 |
| 1. Planteamiento del problema | 3 |
| 1.1 Estado del arte | 4 |
| 1.2 Justificación | 15 |
| 2. Objetivos | 15 |
| 2.1 Objetivo general | 15 |
| 2.2 Objetivos específicos | 16 |
| 3. Marco teórico | 16 |
| • Bomba de engranajes rectos | 16 |
| • Encoder | 17 |
| • Sensores | 17 |
| • Actuadores neumáticos | 18 |
| • Electroválvulas | 20 |
| • Controlador lógico programable (PLC) | 20 |
| 4. Metodología | 21 |
| 5. Cronograma | 21 |
| 6. Presupuesto y fuentes de financiación | 23 |
| 7. Bibliografía | 24 |

RESUMEN

La vanidad de las mujeres va en aumento cada día, y así mismo la industria cosmética debe ir avanzando para satisfacer las necesidades y expectativas de cada una de ellas, para hacerlas verse y sentirse mucho mejor. Actualmente se ofrecen muchos productos para el cuidado y estética de la piel, como son cremas, tónicos, lociones, polvos compactos, etc., los cuales también se deben ir optimizando a medida que el mercado lo requiere.

Las cremas cosméticas se fabrican con una gran cantidad de materias primas que les brindan propiedades estéticas y protectoras a la piel, por tal razón han tenido una gran acogida entre las mujeres y su popularidad se ha ido extendiendo con el paso del tiempo. Esto ha llevado a la industria a buscar nuevos métodos que les permitan aumentar la producción de éstos cosméticos y así poder satisfacer la demanda del mercado manteniendo la calidad del producto.

En este documento se expone la forma como otros autores han investigado, analizado y solucionado las diversas limitaciones que ha presentado el sistema de dosificado en la industria cosmética, proporcionándonos las pautas iniciales para el desarrollo del proyecto. Se realiza un estudio de las variables más importantes que intervienen en este proceso, haciéndose un análisis de los parámetros de funcionamiento con los que debe contar la máquina a diseñar para satisfacer la necesidad de la industria y el mercado, teniendo en cuenta los costos y el tiempo requerido para la elaboración de este diseño.

0. INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico en la industria cosmética precisa de la innovación y automatización constante en todo su sistema de producción, en éste sistema hay

un proceso implícito que es el dosificado y envasado de cremas, el cual también se ha ido automatizando con el paso del tiempo y a medida que el mercado y la demanda lo requieren.

En este proceso hay diversas variables que juegan un papel muy importante en cuanto a calidad del producto y cantidad de producción se refiere como son características físico químicas del producto, velocidad y eficiencia del proceso (minimizar rechazos durante el proceso). También existen varios tipos de máquinas envasadoras de cremas, de las cuales, muy pocas cumplen con los requerimientos de dichas variables, lo que hace necesaria la búsqueda de soluciones a este tipo de inconvenientes.

Lo que se busca con el desarrollo de este proyecto es diseñar una máquina envasadora de cremas, con la cual se pueda mejorar este proceso de producción y aumentar los niveles de calidad que se requieren para el mismo, sobre todo en lo que a higiene y sanidad se refiere. Esto se hará automatizando sistemas de llenado, posicionamiento del envase, velocidad de dosificación adecuada y salida del envase de la máquina, lo que permitirá que se generen lotes de producción con mayor velocidad y se reduzcan los costos aumentando la competitividad y rentabilidad de la empresa.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de envasado de cremas cosméticas está dado por una máquina que funciona con energía eléctrica, a la cual hay que introducir manualmente el envase en la boquilla, lo que significa que el operario debe estar tiempo completo en esta parte del proceso, además de la lentitud del ciclo de trabajo de la máquina lo que implica exceso en los tiempos de producción. Debido al desajuste del cilindro de

dosificación, la máquina no genera confiabilidad en cuanto al control de la cantidad de granel dosificado se refiere, ya que algunos envases quedan con el llenado diferente al declarado en la orden de producción generando rechazo por parte de control de calidad y desperdicio de granel. La máquina está limitada a unas cantidades de dosificado de poca variación, con lo cual se restringe su uso a otros envases de tamaños distintos, haciendo necesaria la aplicación de otro método para el envasado o la contratación de terceros que puedan prestar este servicio. Estos aspectos generan un aumento excesivo en los tiempos de producción, elevando los costos del proceso, sumado a la materia prima que se desperdicia y se daña por los rechazos generados.

1.1. ESTADO DEL ARTE

En el proyecto de diseño e implementación del prototipo para la automatización de envase de cremas para la empresa cosmepop, se plantea un modelo para el funcionamiento continuo de una envasadora de cremas con el fin de mejorar los tiempos y aprovechar al máximo la materia prima, para realizar un proceso semiautomático entregando un producto de mayor calidad. El proceso se realiza efectuando el llenado automático de la tolva con el granel a envasar, prosiguiendo a ser envasado por medio de una boquilla de llenado, la cual es diseñada de acuerdo a la boca del envase. También se integra un tablero de mando que constituye las variables de entrada (gramaje- cantidad de envases a ser llenados) y señales del estado del proceso (sensores - actuadores). La metodología con la cual es llevado este proyecto, se basó en la investigación de mecanismos de control del prototipo hacia la máquina, y a su vez estudio software para el desarrollo e implementación de algoritmos de control.

Al haber una necesidad de automatización, primero se tiene que revisar el proceso actual y las formas en que se elabora el producto, luego de saber el proceso se describen los procesos propuestos para la envasadora de cremas la cual empieza con el acondicionamiento de una bomba neumática 2/2 para la succión del material, con un sensor para detectar el nivel de llenado deseado. Por medio de una banda transportadora se desplazan los envases hasta que un sensor los detecte sobre la boquilla de llenado, para finalizar la boquilla se desplaza, de la parte inferior hasta la parte superior del frasco efectuando el llenado, cuando la boquilla de llenado regresa hasta la posición inicial los vástagos de los cilindros que detienen el frasco regresan hasta la posición inicial dejando pasar el frasco lleno y reteniendo uno nuevo, comenzando de esta forma un ciclo nuevo.

Se dan los parámetros de selección de los accesorios como la bomba, sensores, cilindro de retención de envases, cilindro de desplazamiento de la boquilla, electroválvulas, válvula de accionamiento neumático y controlador lógico programable, a su vez se realizan todos los cálculos matemáticos para que estos accesorios funcionen de la mejor manera para suplir la necesidad del producto¹.

En el Diseño de implementación de un sistema de dosificación de líquidos con control de volumen a presión constante, se describe un sistema en el cual evalúan el proceso y su complejidad, y como varían en función del tipo de producto a dosificar, la capacidad productiva de la industria, el tipo de envase y cierre, además de otros factores. En estos esquemas se incluyen el lavado, el transporte y diversos tipos de dosificación que dependen de la velocidad a la que llegan los envases a la máquina y de la velocidad que el operador seleccione para ésta.

¹ Orjuela Nathali. (2003) *Diseño e implementación del prototipo para la automatización de envase de cremas para la empresa Cosmepop*. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

Hay varios tipos de dosificación como son: por presión, isobáricas, a vacío, por peso, de pistón, lineal, rotativa.

Dosificado volumétrico: Con éste método se puede variar el volumen, controlando así la cantidad de líquido que entra en la botella, proporciona flexibilidad en las condiciones de trabajo en función del líquido a dosificar permitiendo trabajar con distintos tipos de viscosidades.

Dosificado por gravedad a nivel: Este sistema aprovecha la gravedad para efectuar el llenado, el depósito de granel está ubicado en la parte superior de la llenadora.

Transporte de los envases: Está constituido por dos bandas transportadoras en acero inoxidable, la primera recibe y transporta los envases hacia la segunda banda para que sean llenados, cada banda transportadora consta de un motor reductor trifásico que se encuentra acoplado al eje por medio de cadenas para su accionamiento.

Descripción del sistema mecánico de llenado: Está compuesto principalmente de un módulo de llenado y evacuación de las botellas, el movimiento vertical lo realizan las válvulas de llenado, y el movimiento horizontal lo realizan las botellas para el dosificado y evacuación de estas mismas. Para su diseño y construcción se tiene en cuenta el tamaño de las botellas y la banda transportadora así como de los elementos que constituyen el módulo de llenado.

La estructura del módulo de llenado está construida en perfiles y tubería de acero de 1" y 2", además tiene una forma rectangular, lo que le ofrece mayor estabilidad en el momento de operación, tiene dos canales localizados a los extremos, lo que permite el movimiento del tren de llenado a través de ellos, el tren de llenado constituye una parte importante del módulo mecánico puesto que

realiza las acciones de dosificación de líquido y evacuación de las botellas. Los movimientos en éste tren son de accionamiento neumático, por medio de cilindros se accionan las válvulas de llenado así como el transporte de las botellas dentro del módulo.

Detección de las botellas: Primero se dejan pasar los seis envases hacia el módulo de llenado para que sean llenados y evacuados mientras se detiene el resto en la banda transportadora, esta acción la realiza un cilindro neumático retenedor que está acoplado a la segunda banda transportadora antes del módulo de llenado, la lectura de las botellas la realiza un sensor fotoeléctrico que cada vez que pasa una botella, envía una señal al PLC, el cual realiza el conteo y envía una señal una vez haya pasado la sexta botella a la electroválvula para que el cilindro neumático detenga el paso del resto de las botellas. Una vez ha terminado el proceso de dosificación y evacuación, el cilindro neumático permite el paso de nuevo a las botellas para repetir el proceso.

Presión del líquido a llenar: El sistema consiste en enviar el líquido a ser dosificado a las botellas a una presión constante durante todo el tiempo de funcionamiento del proceso. Para su implementación se utiliza un tanque hidroneumático, una bomba trifásica de succión, un transmisor de presión, un autómatas, un variador de frecuencia, un manómetro, una válvula anti retorno que impide que el líquido pueda devolverse hacia el tanque, una válvula de compuerta y la tubería adecuada para todo el sistema.

El tanque hidroneumático es un recipiente cerrado donde se acumula el líquido a presión. Al ingresar el producto al tanque por medio de la bomba de succión, el aire que se encuentra en su interior se va comprimiendo dándole lugar al líquido. Cuando la válvula de bola se abre, se libera hacia el proceso el líquido acumulado en el tanque hidroneumático a una determinada presión. Al salir el líquido del

tanque pasa a través del manómetro y del transmisor de presión, que permite el control respectivo para realizar la compensación de presión en caso que se requiera.

Dosificación del líquido: Una vez han llegado las botellas vacías bajo el tren de llenado, el sistema entra al subproceso de la dosificación a presión constante, en el cual activa un cilindro vertical para colocar las válvulas dosificadoras sobre las botellas y activar las válvulas de paso de líquido un determinado tiempo dependiendo del volumen y la presión seleccionadas por el operador. Además se tiene una compensación de líquido para mantener la presión constante con ayuda de un sensor de presión que envía la información al PLC, el cual manipula la frecuencia del variador que controla la velocidad del motor de la bomba de líquido.

Diseño de la interfaz hombre – máquina: Ante la necesidad de controlar en forma local y remota los diferentes elementos del sistema de dosificación de líquidos, se desarrolló dos interfaces HMI (Interfaz Hombre-Máquina) que permiten al operador el mando total de la planta, tanto en modo de operación manual como en modo automático. La interfaz hombre máquina es realizada con un computador que permite la operación del sistema, historial de producción y configuración de parámetros. Además se tiene una pantalla táctil para acceder a la configuración de parámetros y el control del proceso.

Pruebas y resultados: En esta parte se analiza la parte experimental del proyecto, que incluye los resultados reales obtenidos del proceso, las pruebas realizadas y los análisis complementarios. Las pruebas de funcionamiento para la parte mecánica, así como también, de la calibración de la cantidad de líquido a dosificar

en cada una de las botellas y el correcto funcionamiento de los cilindros neumáticos².

En otro Diseño de un sistema automatizado para el manejo de un equipo de envasado de productos líquidos, se tienen algunos parámetros ya establecidos para la realización del proceso de dosificación, en el cual se tienen los líquidos con características definidas como son el jugo, el néctar y la pulpa de fruta. Hay un tanque cilíndrico de 50 litros de capacidad que tiene una boquilla y una llave que el operario abre y cierra a medida que va llenando los envases, y que a su vez calcula su volumen visualmente, lo que conlleva a la inexactitud del error humano.

Diseño del proceso de dosificación: Antes de iniciar la entrada del producto se ubican las boquillas dependiendo de la altura del envase por medio de un cilindro neumático y luego un motor reductor impulsa el líquido a través de las boquillas, se deben tener en cuenta el volumen, la velocidad y el posicionamiento de las boquillas en el momento del llenado.

Sistema mecánico: Compuesto de una estructura de acero galvanizado de 1,6 mm de grosor que brinda estabilidad y contiene los elementos del sistema de dosificado como son los ejes de transmisión y las jeringas. Un motor reductor transmite el movimiento al émbolo de la jeringa y un sistema con un cilindro neumático permite variar la altura de las boquillas para poder modificar la cantidad de dosificado, éstas boquillas están fabricadas en acero AISI 316. El pistón al comenzar su carrera de apertura comienza a succionar el líquido del tanque mientras que la válvula de descarga está cerrada, una vez que el pistón a terminado su carrera de apertura, se cierra la válvula de succión y se abre la válvula de descarga y comienza la carrera de descarga del pistón, con la cual se impulsa el líquido hacia los envases por medio de las boquillas. La dosificadora

² Paredes Darwin, Rodríguez Roberto. (2010) *Diseño e implementación de un sistema de dosificación de líquidos con control de volumen a presión constante*. Escuela politécnica nacional, Quito, Ecuador.

posee un sistema mecánico por medio de un tornillo sin fin en el brazo giratorio que permite el posicionamiento del émbolo de la jeringas, dependiendo del volumen requerido por el usuario, este se gradúa por medio de una escala grabada en una cara del brazo.

Instrumentación de la dosificadora: Los actuadores y mandos neumáticos necesitan de aire comprimido para funcionar, con lo cual se hace necesario el uso de un compresor de aire, el cual toma aire atmosférico, lo comprime, lo acumula y lo envía a través de las tuberías hacia los elementos que han de requerir este tipo de energía mecánica.

Se requiere además de un sistema de válvulas neumáticas que son las que controlan, direccionan, bloquean y permiten el paso del aire según requiera el proceso en cada instante específico, unos sensores magnéticos de proximidad permiten ubicar los actuadores neumáticos para completar el ciclo de dosificación correctamente.

Descripción del funcionamiento general: Antes de iniciar el proceso se deben colocar en la banda transportadora los envases que han de ser llenados en el proceso de dosificación, luego al energizar el sistema, la bomba debe estar descargada, la banda transportadora detenida y la jeringa de llenado arriba. Al inicio del proceso se carga rápidamente la bomba con el líquido a dosificar, luego comienza el movimiento de la banda transportadora, la cual se encarga de llevar el envase debajo de la jeringa de llenado, una vez posicionado el envase, la jeringa desciende casi hasta el fondo del envase donde comienza el dosificado al mismo tiempo que va retrocediendo hacia su posición inicial, en éste punto comienza un nuevo ciclo de dosificado.

Todo el proceso de automatización es llevado a cabo mediante un controlador lógico programable (PLC)³.

En otro proyecto llamado Diseño de una mezcladora dosificadora para cremas cosméticas, tiene como objetivo diseñar una maquina mezcladora dosificadora de cremas donde se utilice tecnología y materiales nacionales mejorando los métodos de producción actuales. El diseño se divide en dos partes la primera es el sistema de mezclado y el segundo es el sistema de dosificado, el cual es el que vamos a desarrollar, ya que es el tema que nos interesa para nuestro proyecto de grado.

El sistema de dosificado se va a llevar a cabo teniendo en cuenta la necesidad del producto y el mercado nacional, sabiendo esto se escogió un proceso de cilindro-pistón que es accionado por un subsistema neumático.

Para la realización de este proyecto se evalúa o se define un problema, en el cual nos dicen que la mayoría de las empresas cosméticas de Ecuador del 15% de la elaboración de productos cosméticos solo el 5% son envasadas en este país, y de ahí surge la idea de hacer desarrollos tecnológicos para mejorar la producción, y así poder competir con las empresas que importan estos productos

En el sistema de dosificado hay varias alternativas, la primera es dosificación por bombeo de accionamiento manual es por medio de un cilindro-pistón en el cual se extrae el fluido de trabajo y por función de dos válvulas, una de apertura y otra de cierre, permiten la entrada y salida del líquido a dosificar, mientras el pistón realiza la carrera en el cilindro el cual va a ser el volumen de fluido dosificado.

El segundo es dosificación por bombeo de accionamiento neumático el modelo parte desde una válvula que está ubicada en el recipiente de mezclado que al abrirse cae al conducto que se une con el sistema cilindro-pistón, en el cual se

³ Montealegre Patricia, Díaz Germán. (2005) *Diseño de un sistema automatizado para el manejo de un equipo de envasado de productos líquidos*. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

introduce y se extrae el fluido, mediante la apertura y cierre de las válvulas anti retornó. El principio funciona cuando el pistón se desplaza aumentando el volumen del cilindro, hace que se abra la válvula que conduce al recipiente de dosificación, cuando el cilindro se desplaza al otro sentido, la válvula que comunica al fluido se cierra y por el contrario se abre la válvula que conduce el líquido al recipiente que se desea llenar. La tercera es dosificación por gravedad el cual es bastante sencillo ya que se pueden controlar por medio de válvulas de apertura y cierre.

Luego se miran los siguientes aspectos costos, facilidad de operación, velocidad de operación, acoplamientos, montaje y mantenimiento y da como resultado que la mejor opción es la de dosificación por bombeo de accionamiento neumático⁴.

En otro artículo llamado Adaptación de maquinas a las exigencias de la industria, se muestra la automatización y mejora de una máquina de envasar leche en bolsa, ilustrando las posibilidades de acondicionar las infraestructuras a los requerimientos actuales de la industria. A las empresas, en la actualidad le interesan varios factores para ser competitivos y en estos se basan las inversiones y mejoras dentro de ellas, los cuales son mayor productividad y calidad, el impacto ambiental aunque este se rige por las leyes establecidas, todo esto con el fin de aumentar la producción y al mismo tiempo disminuir los recursos utilizados. Conseguir esto es relativamente fácil pues creando infraestructuras modernas debidamente acondicionadas y contratando el personal especializado se lograría aunque muchas empresas no lo podrían realizar por su gran inversión inicial mirándolo a largo plazo sería algo muy rentable.

Aquí nos dan el ejemplo de automatización de una máquina para envasar leche en bolsa. Por lo tanto se intenta adaptar a la máquina elementos electro neumáticos para sustituir algunos componentes mecánicos, que junto a los que se aprovechan

⁴ Flores Carlos, Cueva Carlos. (2008). *Diseño de una mezcladora dosificadora de cremas cosméticas*. Escuela politécnica nacional, Quito, Ecuador.

del sistema antiguo son controlados por un autómata programable. Esta elección se debe a que este dispositivo tiene ciertas ventajas que otros sistemas no tienen, las cuales son economía, robustez, flexibilidad y fácil programación y modificaciones posteriores. En la actualidad estos aparatos llamados también PLC Y API son bastante usados ya que han ido mejorando desde sus inicios.

Para entender la automatización que se va a realizar, hay que mirar la máquina antes de ella. Existe un motor trifásico el cual está acoplado a un motor reductor que consta de un piñón unido a un eje donde están las levas que mueven las prensas horizontal y vertical, para el llenado de la leche de las bolsas hay otras dos levas que van acopladas al motor, y del tamaño de ellas depende la cantidad de leche a envasar.

En el proceso de automatización hay tres etapas que se van desarrollar, las cuales son, la etapa de conformación de la bolsa, inyección o llenado y limpieza. En la etapa de conformación de las bolsas teniendo una bobina de película termo soldable con la cual se va fabricar el recipiente, pasándola por una luz ultravioleta para quitarle todas las impurezas y bacterias y luego si comienza la conformación de la bolsa, luego actúa la prensa vertical para el sellado y el fechador o impresión de fecha de caducidad, y posteriormente entra la prensa horizontal por primera vez y la cierra en la parte inferior, luego se llena la bolsa de leche, y la prensa horizontal vuelve y actúa, para cerrar la parte superior.

Después sigue la etapa de llenado el cual consta de un depósito de 100 litros aproximadamente el cual tiene un tubo por la cual es transportada la leche hacia una válvula que está encima de la mandíbula de la prensa horizontal, donde dos brazos mantienen separados el tubo de su conducción por medio de un resorte durante el desenrollamiento y el llenado.

Luego para finalizar viene la etapa de limpieza, partiendo del tanque, disolviéndole primero el agua durante 10 minutos, posteriormente el lavado alcalino por 40 minutos seguido con un aclarado de agua de 10 minutos y después un lavado de ácido por 40 minutos seguido también por un aclarado de agua por 10 minutos. La finalidad del paso de estos fluidos es garantizar la mayor calidad para el producto.

A continuación nos muestran las modificaciones que se aplicaron para la automatización de la máquina. Las prensas horizontal y vertical formadas por mordazas y levas son cambiadas por cilindros de doble efecto, y en la cabeza del cilindro lleva el electrodo que sella y corta las bolsas, el fechador es un cilindro de simple efecto que reemplaza la prensa vertical, el paso de fluido del tanque a las bolsas se dispone a hacerse por medio de dos electroválvulas todo o nada, la parte de la limpieza se realiza de igual manera, lo único que cambia es que son 8 válvulas de todo o nada, y de la misma manera son controladas por PLC.

La mayor ventaja que se encuentra, es el aumento de producción, y disminución de los tiempos del envasado, es decir que se tiene un aumento de beneficio, pero otras ventajas que encontramos son el mantenimiento, pues no va a durar tanto tiempo y se pueden controlar las sustancias para la limpieza, también si se quiere cambiar la cantidad envasada, en el antiguo habría que cambiar las levas, en cambio con la automatización se podrían programar las diferentes cantidades necesitadas, y para finalizar, al extraer elementos mecánicos habría mayor higiene en el producto, ya que estos necesitan de aceites y grasas que en cierta forma perturban el medio ambiente⁵.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La razón de ser de una empresa es fabricar y producir bienes y servicios que le permitan generar utilidades, reconocimiento y respaldo. El sector productivo en el

⁵ Calvo José Luis. (2002). *Adaptación de máquinas a las exigencias actuales de la industria*. Técnica Industrial

cual se desenvuelve la industria cosmética, requiere una tecnificación e innovación constante en sus procesos para poder competir eficazmente en el mercado y así evitar ser absorbida por otras empresas.

Al optimizar el proceso de envasado de cremas cosméticas diseñando una máquina envasadora eficiente y que cumpla con todos los requerimientos técnicos y de calidad, se genera una mayor producción en la relación unidad - tiempo, satisfacción de la demanda de mercado, credibilidad ante los clientes y reducción de costos, ya que un buen proceso hace que los tiempos de producción sean mucho más cortos, ayuda que el producto tenga las características físicas y químicas que se requiere por calidad, además genera menos material de rechazo lo cual representa ahorro de dinero.

Para nosotros como estudiantes de ingeniería mecánica, este proyecto de diseño, nos permite poner en práctica todo lo que hemos aprendido a lo largo de nuestra carrera, y en nuestra experiencia laboral, haciéndonos crecer como profesionales.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar una máquina envasadora de cremas cosméticas que cumpla con las condiciones de funcionamiento que se requieren para obtener un producto de calidad, y que a su vez mejore el proceso de envasado, reduciendo tiempos y costos de producción.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de dosificación de granel multirango que permita tener la exactitud requerida en los controles de peso y volumen del producto.
- Adaptar una banda transportadora que facilite la entrada y salida del envase en la máquina.
- Acoplar un sistema de avance y bloqueo electroneumático, con el que se pueda controlar la velocidad y posición de los envases en el punto de dosificado.
- Implementar un sistema PLC desde el cual se puedan controlar todas las variables de la máquina.
- Aumentar la productividad en el proceso de dosificado en un 80%
- Disminuir los costos de producción en el proceso en un 70%
- Realizar planos de conjunto y despiece de la envasadora.

3. MARCO TEÓRICO

Bombas de engranajes rectos: Las bombas transforman la energía mecánica o eléctrica en energía hidráulica, de acuerdo con su capacidad de variación de caudal, se pueden dividir en bombas de caudal variable y bombas de caudal fijo. Las bombas de engranajes rectos se clasifican dentro de las bombas de caudal fijo.

Estas bombas tienen un piñón motriz que arrastra otro piñón idéntico dentro de una carcasa. Los dos piñones giran en sentidos opuestos y las bocas de

aspiración y presión que tienen que existir en la carcasa, se hacen coincidir con el punto de engrane de los piñones. En frente del orificio de aspiración, los dientes de los dos piñones se separan creando un vacío que es ocupado por el fluido que llega del depósito. El fluido es retenido entre los dientes y al no poder pasar entre ellos, es obligado a salir por la boca de presión de la bomba, siendo transferido al circuito de trabajo⁶.

Encoder: El encoder es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal, si se asocian a cremalleras o a husillos. Las señales eléctricas de rotación pueden ser elaboradas mediante controles numéricos (CNC), contadores lógicos programables (PLC), sistemas de control, etc. Las aplicaciones principales de estos transductores están en las máquinas herramienta o de elaboración de materiales, en los aparatos de medición y control.

El sistema de lectura se basa en la rotación de un disco graduado con un reticulado radial formado por líneas opacas, alternadas con espacios transparentes. Este conjunto está iluminado de modo perpendicular por una fuente de rayos infrarrojos. El disco proyecta de este modo su imagen sobre la superficie de varios receptores oportunamente enmascarados por otro reticulado que tiene el mismo paso del anterior llamado colimador. Los receptores tienen la tarea de detectar las variaciones de luz que se producen con el desplazamiento del disco convirtiéndolas en las correspondientes variaciones eléctricas⁷.

⁶ Czejak Daniel. (1988). *Aplicaciones de la ingeniería: Maquinaria Hidráulica en embarcaciones pequeñas*.

⁷ Silge Electrónica. Ed. 2000. Tomado el 10 de mayo de 2012 de <http://facultad.bayamon.inter.edu/arincon/encoderIncrementales.pdf>

Sensores: Los sensores de presencia son capaces de detectar la presencia o ausencia de un objeto dentro de un radio de acción determinado. Esta detección puede hacerse con o sin contacto del objeto a detectar. Los más utilizados son:

Interruptores mecánicos: Se trata de simples interruptores eléctricos. Para la detección de la presencia de un objeto, es necesario el contacto con el sensor. Como ventaja se destaca su robustez y su bajo costo, como desventaja, la presencia de chispas y/o rebotes en el contacto.

Sensores inductivos: Un campo magnético creado por el propio sensor se ve afectado por la presencia o ausencia de elementos ferromagnéticos en sus cercanías. No es necesario el contacto físico del sensor. Como ventajas se encuentran la mencionada no necesidad del contacto físico y la robustez frente a suciedad en entornos industriales. El principal inconveniente puede ser el distinto comportamiento según el metal que se detecte.

Sensores capacitivos: Basados en la variación de un campo eléctrico creado por el propio sensor. No es necesario que el elemento a detectar sea metálico, siendo esta su ventaja frente a otros sensores, pero presenta como inconveniente el cambio en su comportamiento ante condiciones de humedad.

Sensores ópticos: Se trata de un emisor de luz (generalmente no visible) y un receptor sintonizado con el anterior. Cuando el emisor y el receptor se sitúan en lugares distintos, la interposición de un objeto opaco entre ambos permite la detección de éste. Cuando el emisor y el receptor se sitúan en el mismo lugar, es necesaria la presencia de un elemento reflectante. Como inconvenientes: su falta

de robustez ante la suciedad, así como su precio, relativamente más alto que los anteriores⁸.

Actuadores neumáticos: En un sistema neumático los receptores son los llamados actuadores neumáticos o elementos de trabajo, cuya función es la de transformar la energía neumática del aire comprimido en trabajo mecánico. Los actuadores neumáticos se clasifican en dos grandes grupos: Cilindros y motores.

Los cilindros son los elementos que realizan el trabajo, su función es la de transformar la energía neumática en trabajo mecánico de movimiento rectilíneo, que consta de carrera de avance y carrera de retroceso. Generalmente, el cilindro neumático está constituido por un tubo circular cerrado en los extremos por dos tapas, entre las cuales se desliza un émbolo que separa las dos cámaras. Al émbolo va unido un vástago que, saliendo a través de una o ambas tapas, permite utilizar la fuerza utilizada por el cilindro en virtud de la presión del fluido al actuar sobre las superficies del émbolo.

Según la forma en la que se realiza el retroceso del vástago, los cilindros se dividen en dos grupos: Cilindros de simple efecto y cilindros de doble efecto.

Los cilindros de simple efecto solo pueden realizar el trabajo en un solo sentido y el retorno a su posición inicial se realiza por medio de un muelle recuperador que lleva el cilindro incorporado o bien mediante la acción de fuerzas exteriores.

En los cilindros de doble efecto, los movimientos de avance y retroceso son debidos al aire comprimido, es decir, el aire comprimido ejerce su fuerza en las dos cámaras del cilindro, de esta forma puede realizar trabajo en los dos sentidos del movimiento.

⁸ Somolinos José. (2002). *Avances en robótica y visión por computador*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Motores neumáticos: Los motores neumáticos realizan la función de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. El proceso se desarrolla de forma inversa a la de la compresión. Sus principales características pueden resumirse en las siguientes:

- Son ligeros y compactos.
- El arranque y paro es muy rápido, pueden trabajar con velocidad y par variables sin necesidad de un control complejo.
- Baja inercia⁹.

Electroválvulas: Siempre que se trate de controlar automáticamente el caudal de los fluidos se utilizan electroválvulas.

Las electroválvulas son auxiliares de mando que liberan, bloquean o desvían el paso de un fluido en función del cierre o apertura de su circuito eléctrico constituido por un electroimán. Cuando se cierra el circuito eléctrico de la bobina, se forma un campo magnético que atrae a un núcleo o armadura basculante hasta topar con la superficie polar del electroimán. Cuando se interrumpe el circuito eléctrico de la bobina, desaparece el campo magnético y el muelle que está presionando al núcleo le hace recuperar su posición inicial¹⁰.

Controlador lógico programable (PLC): Un controlador lógico programable es un dispositivo que controla una máquina o proceso y puede considerarse simplemente como una caja de control con dos filas de terminales: una para salida y otra para entrada.

Las terminales de salida proporcionan comandos para conectar a dispositivos como válvulas solenoides, motores, lámparas indicadoras, indicadores acústicos y

⁹ Guillén Antonio. (1993). *Introducción a la neumática*. Ed. Marcombo S.A.

¹⁰ Lladonosa Vincent. (1997). *Circuitos básicos de electroneumática*. Ed. Marcombo S.A.

otros dispositivos de salida. Los terminales de entrada reciben señales de realimentación (feedback) para conexión a dispositivos como interruptores de láminas, disyuntores de seguridad, sensores de proximidad, sensores fotoeléctricos, pulsadores e interruptores manuales, y otros dispositivos de entrada.

El circuito para producir las salidas deseadas en el momento adecuado o en la secuencia adecuada para la aplicación, se dibuja en forma de diagrama de contactos y programa en la memoria del PLC como instrucciones lógicas¹¹.

4. METODOLOGÍA

Se diseñará una máquina con un sistema de dosificado multirango, que cuenta con una bomba de engranajes rectos, la cual se encarga de transportar el granel desde la tolva hasta la boquilla de la máquina, esta bomba estará acoplada a un encoder, el cual proporciona mayor exactitud de llenado al poderse controlar el número exacto de revoluciones que éste gira mediante señales eléctricas, y por lo tanto también se puede controlar con exactitud el volumen de granel suministrado por la bomba, además nos permite suministrar diferentes volúmenes de granel para diferentes presentaciones del envase, ya que el dosificado no es de carrera limitada como ocurre con los cilindros de dosificación.

Se implementará un sistema de alimentación de envase por medio de una banda transportadora con sistemas de paso y bloqueo activados con actuadores neumáticos guiados por sensores de posición. Todas estas variables podrán ser ajustadas desde un controlador lógico programable (PLC), con el que se podrá automatizar toda la línea, y desde el cual se podrán modificar todos los

¹¹ Hyde J., Regué J., Cuspinera A. (1997). *Control electroneumático y electrónico*.

parámetros del proceso según se requiera por presentación o cantidad de producción.

5. CRONOGRAMA

Ver anexo

6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN

| Costos de insumos | | | | | |
|-------------------|----------|--------|-------------------|----------------|------------------------|
| Descripción | Cantidad | Unidad | Costo unitario \$ | Costo total \$ | Fuente de financiación |
| Copias | 200 | Und | 50 | 10000 | Propia |
| Transportes | 30 | Und | 1500 | 45000 | Propia |
| Impresiones | 200 | Und | 100 | 20000 | Propia |
| Internet | 200 | Hora | 1000 | 200000 | Propia |
| Libros | 10 | Und | 25000 | 250000 | Universidad |
| | | | Total \$ | 525000 | |

| Costos de personal | | | | | |
|----------------------|----------|--------|-------------------|----------------|------------------------|
| Descripción | Cantidad | Unidad | Costo unitario \$ | Costo total \$ | Fuente de financiación |
| Estudiante 1 | 350 | Hora | 10000 | 3500000 | Propia |
| Estudiante 2 | 350 | Hora | 10000 | 3500000 | Propia |
| Asesoría Externa | 20 | Hora | 50000 | 1000000 | Propia |
| Asesoría Universidad | 40 | Hora | 30000 | 1200000 | Universidad |
| | | | Total \$ | 9200000 | |

| Costos totales | |
|--------------------|-----------------|
| Total \$ | 9725000 |
| 10% imprevistos \$ | 972500 |
| Total general \$ | 10697500 |

7. BIBLIOGRAFÍA

Orjuela Nathali. (2003) *Diseño e implementación del prototipo para la automatización de envase de cremas para la empresa Cosmepop*. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

Paredes Darwin, Rodríguez Roberto. (2010) *Diseño e implementación de un sistema de dosificación de líquidos con control de volumen a presión constante*. Escuela politécnica nacional, Quito, Ecuador.

Montealegre Patricia, Díaz Germán. (2005) *Diseño de un sistema automatizado para el manejo de un equipo de envasado de productos líquidos*. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

Flores Carlos, Cueva Carlos. (2008) *Diseño de una mezcladora dosificadora de cremas cosméticas*. Escuela politécnica nacional, Quito, Ecuador.

Calvo José Luis. (2002) *Adaptación de máquinas a las exigencias actuales de la industria*. Técnica Industrial

Czejak Daniel. (1988). *Aplicaciones de la ingeniería: Maquinaria Hidráulica en embarcaciones pequeñas*.

Silge Electrónica. Ed. 2000.

<http://facultad.bayamon.inter.edu/arincon/encoderIncrementales.pdf>

Somolinos José. (2002). *Avances en robótica y visión por computador*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Guillén Antonio. (1993). *Introducción a la neumática*. Ed. Marcombo S.A.

Lladonosa Vincent. (1997). *Circuitos básicos de electroneumática*. Ed. Marcombo S.A.

Hyde J., Regué J., Cuspiner A. (1997). *Control electroneumático y electrónico*.

ANEXOS

| Id | Task Name | Duration | Continuo | Fin | 01/12/2012 | 14/12/2012 | 14/12/2012 | 14/12/2012 | 14/12/2012 | 14/12/2012 | 14/12/2012 |
|----|---|----------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1 | ADQUISICION DEL SISTEMA DE DIGITIZADO ACTUAL | 7 días | Mar 03/07/12 | Mar 10/07/12 | | | | | | | |
| 2 | BUSQUEDA Y SELECCION DE BOMBA IMPULSORA | 14 días | Mar 03/07/12 | Mar 20/07/12 | | | | | | | |
| 3 | BUSQUEDA Y SELECCION DEL ENCODER Y MOTOR QUE IRA UNO PUNDO ALABOMBA | 14 días | Mar 16/07/12 | Mar 03/08/12 | | | | | | | |
| 4 | DISEÑO DEL MONTAJE DE SISTEMA DE DOSIFICADO | 21 días | Mar 30/07/12 | Jun 27/08/12 | | | | | | | |
| 5 | BUSQUEDA Y SELECCION DE BANDA TRANSPORTADORA | 14 días | Mar 06/08/12 | Mar 23/08/12 | | | | | | | |
| 6 | DISEÑO, ACOPLE Y MONTAJE DE BANDA TRANSPORTADORA | 14 días | Mar 20/08/12 | Mar 03/09/12 | | | | | | | |
| 7 | BUSQUEDA Y SELECCION DE ACCESORIOS DE LINEA | 14 días | Mar 20/08/12 | Mar 03/09/12 | | | | | | | |
| 8 | DISEÑO DE MONTAJE DEL SISTEMA DE AVANSE Y DETENCION DE ENVASES Y ACOPLE A LA BANDA TRANSPORTADORA | 21 días | Mar 03/09/12 | Jun 01/10/12 | | | | | | | |
| 9 | BUSQUEDA Y SELECCION DE CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE | 14 días | Mar 10/09/12 | Mar 27/09/12 | | | | | | | |
| 10 | DISEÑO Y PROGRAMACION DEL SISTEMA ELECTRONICO Y NEUMATICO DEL SISTEMA | 21 días | Mar 17/09/12 | Jun 15/10/12 | | | | | | | |
| 11 | PROGRAMACION DE VARIABLES DE ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC | 21 días | Mar 01/10/12 | Jun 28/10/12 | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|-------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------|---|
| Project: Project1 Color Mar 04/06/12 | Task SPT | Progress Milestone | Summary Project Summary | External Task External MileTask | Light | + |
|---|-------------|-----------------------|----------------------------|------------------------------------|-------|---|

Page 1