

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

Automatización del proceso de llenado de frascos con bálsamo blanco de la empresa MAFRA en la ciudad de Morelia

Autor: Yolanda Salcedo Maldonado

**Tesina presentada para obtener el título de:
Ing. Industrial en Procesos y Servicios**

**Nombre del asesor:
Salvador Rojas Murillo**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN
PROCESOS Y SERVICIOS

“Automatización del Proceso de Llenado de Frascos con
Bálsamo Blanco de la Empresa MAFRA en la ciudad de
Morelia.”

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL EN PROCESOS Y
SERVICIOS

PRESENTA

C. Yolanda Salcedo Maldonado

ASESOR

M.I. Salvador Rojas Murillo

CLAVE: 16PSU0050V

ACUERDO: LIC000809

MORELIA, MICHOACÁN

MARZO 2010

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá:

Por todo su amor, comprensión, amistad y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera y sobre todo de mi vida, porque más que mi mamá es mi mejor amiga mi aliada en todo y por ese amor que solo ella sabe darme

A mi papá:

Por ser siempre un ejemplo de fortaleza, por su apoyo en todo lo que hago y gracias a él hoy puedo terminar mis estudios, por su constante motivación a siempre salir adelante a pesar de las circunstancias que estemos atravesando siempre ver para delante, por su amor y confianza.

A mis hermanos:

Porque siempre creyeron en mí, por su incondicional apoyo a todas mis decisiones y sobre todo porque yo se que siempre contare con ellos.

A mi novio:

Por su constante motivación a culminar mis estudios, comprensión, cariño y confianza.

A mis maestros:

Salvador Rojas Murillo, gracias por ser un apoyo en toda mi carrera, por confiar en mí y siempre tener una palabra de alivio cuando más la necesitaba.

Fernando Alcázar Ceja, gracias por todas sus enseñanzas, porque no solo eran en cuestión de materia si no en la vida diaria, siempre teniendo un consejo q brindar.

| | |
|---|------|
| RESUMEN..... | v |
| ABSTRACT..... | vi |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | vii |
| ANTECEDENTES..... | viii |
| OBJETIVOS..... | x |
| ALCANCES Y LIMITACIONES..... | xi |
| JUSTIFICACIÓN..... | xiii |
| CAPITULO 1 INTRODUCCION..... | 1 |
| CAPITULO 2 MARCO TEORICO..... | 3 |
| 2.1 EMPRESA MAFRA..... | 3 |
| 2.1.1 HISTORIA..... | 3 |
| 2.1.2 UBICACIÓN..... | 5 |
| 2.1.3 MISION Y VISION..... | 6 |
| 2.2 AUTOMATIZACION..... | 6 |
| 2.2.1 DESCRIPCIÓN..... | 6 |
| 2.2.2 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN..... | 7 |
| 2.3 HERRAMIENTAS DE CALIDAD..... | 8 |
| 2.3.1 DIAGRAMAS DE DIAGNOSNICOS..... | 8 |
| 2.3.1.1 DIAGRAMAS DE PARETO..... | 8 |
| 2.3.1.2 DIAGRAMA DE ESQUELETO DE PEZ O DE CAUSA Y EFECTO..... | 10 |
| 2.4 TECNICAS DE ESTADÍSTICA..... | 11 |
| 2.4.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA..... | 11 |
| 2.4.2 DIAGRAMAS DE CONTROL DE CALIDAD..... | 12 |
| CAPITULO 3 REVISION TECNICA..... | 13 |
| 3.1 INSTALACIONES..... | 13 |
| 3.2 ELECTRONEUMÁTICA..... | 14 |
| 3.2.1 CADENA DE CONTROL..... | 14 |
| 3.2.2 ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA Y SUS CARACTERÍSTICAS..... | 15 |
| 3.2.2.1 GENERACIÓN DE CORRIENTE..... | 15 |
| 3.2.3 ELECTROVALVULA 5/2..... | 16 |

| | |
|---|----|
| CAPITULO 4 METODOLOGÍA..... | 18 |
| 4.1. PROCESO ACTUAL DE LLENADO..... | 18 |
| 4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO..... | 18 |
| 4.1.2 ESTADÍSTICA..... | 30 |
| 4.1.3 DIAGRAMA DE FLUJO..... | 32 |
| 4.1.4 DIAGRAMA DE PARETO..... | 34 |
| 4.1.5 DIAGRAMA ESQUELETO DE PEZ O CAUSA EFECTO..... | 35 |
| 4.1.6 CONDICIONES DE TRABAJO..... | 36 |
| 4.1.7 TIEMPOS Y ÁREAS DE MEJORA..... | 38 |
| 4.2 PROPUESTA MEJORAMIENTO DE PROCESO..... | 39 |
| 4.2.1 ESTACIÓN DE TRABAJO..... | 39 |
| 4.2.2 MÉTODOS..... | 42 |
| 4.2.3 PROPUESTA AUTOMATIZACIÓN..... | 43 |
| 4.2.3.1 DESCRIPCION..... | 43 |
| 4.2.3.2 SIMULACIÓN CON MATERIAL DE LABORATORIO..... | 47 |
| 4.2.4 VERIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN DE LA PROPUESTA..... | 48 |
| CAPITULO 5 RESULTADOS..... | 49 |
| CAPITULO 6 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO..... | 51 |
| INDICE DE FIGURAS..... | 53 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 55 |

RESUMEN

Este proyecto se realizó dentro de la empresa MAFRA, la cual se dedica a fabricar varios productos, dentro de los cuales se encuentra el Bálsamo Blanco, el cual se toma como objeto de estudio para la elaboración de este trabajo.

En dicho proyecto se hablará de la automatización del proceso de envasado de este producto, en el cual se utilizaron diferentes aplicaciones, donde una de ellas nos describe el proceso donde se implementa la electro neumática (proceso en el cual al accionar un botón una válvula deja salir el fluido llenando el frasco y al llegar a un peso establecido, que a su vez manda una señal de llenado provoca la acción de cerrado de válvula), la ergonomía (implemento donde el operario se encuentre en una posición adecuada para realizar el llenado, es decir, a una altura indicada para que dentro del proceso su salud física no se vea afectada así como los movimientos que realice) y un estudio de la estadística (donde se realiza un estudio de la variabilidad en el peso del producto) y calidad del producto.

Se realizó un estudio general de la situación actual de la empresa y así poder hacer la propuesta óptima para automatizar esta parte del llenado del producto.

Al final del proyecto se realizó la implementación de las aplicaciones antes mencionadas y se obtuvo una mayor producción en un menor tiempo y con una mejora en la Calidad del producto al estandarizar su peso.

ABSTRACT

This project was performed within the company MAFRA, which is dedicated to manufacture many products, within which lies the White Balsam, same which will be developed in developing this.

The draft will be discussed automating the process of packaging of this product, which were used in different applications, where one of them describes the process which implements the electro pneumatic (process in which a button to actuate a valve stops out the fluid filling the jar and reach a weight set, which in turn sends a signal actuates filling valve closing), ergonomics (implemented where the operator is in a good position for filling, at a height suitable for the process that within your physical health is not affected and the movements you make) and a study of statistics (which makes a study of the variability in product weight) and quality product.

To carry out this process, we conduct a comprehensive study of the company's current situation so we can make optimal proposal to automate this part of the filling of this product.

At the end of the project is the implementation of the above applications and increased production was achieved in less time and with a standardized quality.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa MAFRA, produce la crema curativa llamada Bálsamo Blanco, la cual lleva se realiza desde el año 1985, adicional a esta crema dicha empresa se encarga de realizar productos para veterinarios, como collares para perros, y productos para granjas como destetaderas de becerros.

El objeto de estudio de este proyecto, es el proceso de llenado de los frascos con dicha crema curativa, esta actividad actualmente se realiza de manera manual, los operadores realizan los procesos de llenado, tapado y empaquetado utilizando únicamente sus manos.

Las personas que elaboran este proceso permanecen alrededor de dos horas en la misma posición, realizando el mismo movimiento continuamente no cuentan con equipo de protección personal, como equipo para cubrir los ojos del operario del material, así como sus manos. El material alcanza los 40° centígrados en el momento en el que se realiza el proceso de llenado, mismo que se compone de químicos agresivos y potencialmente peligrosos para el operador.

Adicionalmente, tampoco se cuenta con medidas para evitar que el producto entre en contacto con algún objeto externo que potencialmente contamine el producto.

Al estandarizar y automatizar el proceso de llenado de este producto se busca que la calidad de llenado sea uniforme, así como, prever posibles alteraciones y contaminación del mismo, evitando así la existencia de mermas, agilizando la producción y manteniendo la integridad física del operario.

ANTECEDENTES

Actualmente la empresa realiza el proceso de llenado de forma manual como se muestra a detalle en el Capítulo 4. La empresa tiene una producción de alrededor de 6000 frascos a la semana, misma que toma 2 horas al día y solamente tres veces a la semana.

La empresa diseñó su propio plan de producción ya que no les era redituable fabricar una mayor cantidad de producto ya que en la manera que actualmente se realiza el proceso evita la pérdida de material y tiempo que invierten los operarios al realizarlo.

La empresa hasta el momento ha contemplado integrar alguna máquina que realice esta operación por lo que ha investigado con algunas empresas dedicadas a este tipo de trabajos para poder adquirir dicha maquinaria, a pesar de que a la fecha no se cuenta con una demanda que les requiera de una mayor producción, su proyección de venta es incrementarlas para este año por lo que la producción que realizan en la actualidad no les permite intervenir en otras ciudades e incrementar la distribución del mismo. Inclusive se ha pensado en poner un control de calidad en el llenado de los frascos debido a que han recibido quejas de los clientes ya que se llega a notar la diferencia en el nivel de llenado por lo que muchas veces dudan en adquirir el producto.

En este proyecto lo principal es ver la comodidad de los operarios en el momento de realizar esta actividad, para que a lo largo del tiempo no tengan alguna complicación con su organismo debido a la postura con la que laboran en la actualidad, esto se puede ver con mas claridad en el Capítulo 4 en la **FIGURA 11-4, 12-4, 13-4**, donde podemos observar en diferentes ángulos la postura curva que tiene su columna al estar en la posición de trabajo.

Actualmente muchas empresas cuentan con su proceso totalmente automatizado, tal es el caso de la salsa cátsup “HEINZ TOMATO KETCHUP” el cual se puede observar muy clara mente en un video con la siguiente liga de internet.

<http://www.youtube.com/watch?v=5rkQPJajBHI>

En este video podemos observar como se realiza el proceso de esta salsa cátsup en el cual nos muestra desde las pruebas de calidad, viscosidad y sabor que tiene la mezcla, como se realiza dicha mezcla, como pasa de los contenedores al área de llenado y como son llenados varios frascos a la vez, como pasan al área de tapado y sale el producto completamente listo para ser vendido.

El ejemplo es muy útil para el proyecto ya que en un futuro se pretende que nuestro proceso quede de la misma manera para que la producción y las ventas estén controladas.

Por lo tanto es importante invertir en un proceso de llenado automático que permita que el producto cuente con las normas tanto de seguridad, calidad e higiene para que el producto tenga completamente el enfoque a la satisfacción del cliente.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un proyecto que permita la automatización del Proceso de Llenado de Frascos con Bálsamo Blanco que estandarice e incremente la producción, mejore la seguridad del operario así como, la calidad del producto.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar como se lleva acabo el proceso en la actualidad y conocer las áreas de oportunidad para la mejora.
- Desarrollar e implementar una propuesta de automatización del proceso de llenado, que permita:
 - Estandarizar e incrementar la producción de los frascos de bálsamo blanco.
 - Mejorar la seguridad de los operarios así como del producto a elaborar.

ALCANCES Y LIMITACIONES

En este proyecto se pretende automatizar el proceso de llenado del Bálsamo Blanco que considera las siguientes actividades:

- 1) Colocar el frasco en la salida del líquido.
- 2) Activar el proceso de llenado
- 3) El llenado del frasco con el bálsamo.
- 4) El traslado del frasco lleno a la siguiente operación.
- 5) Condiciones del operario en cuanto a la ergonomía.

Se toma en cuenta también la verificación de las características como lo son:

1. Homogeneidad de la mezcla.
2. Temperatura y viscosidad a la que se encuentra el líquido para el llenado.

Esto se toma en cuenta ya que en la actualidad el proceso se realiza teniendo estas condiciones bajo control por los operarios.

En el área financiera del proyecto son considerados los siguientes aspectos:

1. Salarios de los operadores
2. Mantenimiento de la máquina en cuanto al gasto de la energía eléctrica al momento de realizar el proceso.
3. Costo de equipo
4. La depreciación del mismo.

Dichos costos estimados, ya que para saber exactamente el costo de la maquinaria, sería necesario adquirir todas las partes de la misma, por lo tanto se toma en cuenta los costos de acuerdo a la cotización que la

empresa MAQUYEMPACK le realizo a la empresa MAFRA para brindarle un costo más accesible y le genere mayor productividad.

No se tiene considerado dentro del proyecto:

- 1) Las condiciones del frasco, en cuanto a limpieza, transporte y condiciones alternas a este ni antes ni después de la operación de llenado.
- 2) Formulación y preparación de la mezcla.

En materia financiera no son considerados los costos de:

- Renta del la fábrica.
- Consumo eléctrico en general de la misma.

JUSTIFICACIÓN

Es importante estudiar este caso ya que el proceso actual se lleva a cabo manualmente, como se muestra en el Capítulo 4 en el cual nos muestra por qué llega a ser tedioso para los operarios estar realizando este trabajo continuo durante dos horas en las cuales permanecen en una misma posición, misma que se mostrará con más claridad en la **FIGURA 11-4, 12-4, 13-4**, de la situación actual de la empresa.

Adicionalmente, los clientes no se encuentran totalmente satisfechos ya que los frascos no contienen la misma cantidad de producto lo cual genera una problemática con las ventas pues esto provoca que sean menores.

Una solución al problema es estandarizar el proceso, para lo cual es necesario implementar la automatización del área de llenado como se mostrara en el Capítulo 4 la sección 4.2.3 y así tener el control del proceso de llenado y al mismo tiempo el trabajo de los operarios se reduce solo a colocar los frascos en la salida del producto.

Existen varias empresas que realizan esta misma implementación como lo es el ejemplo que se menciona en la parte de los antecedentes en la **Página vii** donde se explica más a detalle lo que la empresa “HEINZ TOMATO KETCHUP” como el ejemplo que se tomó en cuenta para proponer esta solución al problema que se tiene en esta empresa.

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se lleva a cabo dentro de la fábrica de productos MAFRA, la cual se encuentra en la colonia Ciudad Industrial de la ciudad de Morelia, en el cual se llevará a cabo una investigación acerca del producto “bálsamo blanco”, ya que es el producto dentro de la empresa que más problemas dentro de su proceso, por lo que es necesario realizar diferentes estudios para así ir identificando los principales problemas que tiene este proceso como se menciona en los antecedentes, cual es la situación que se tiene en la actualidad con la forma de llevarse a cabo este proceso y poder implementar algunas soluciones óptimas para el desarrollo de este producto; como el incremento de la calidad del producto para que los clientes tengan la confianza de que la empresa cada día se está superando y se preocupa por la lealtad de sus clientes.

A pesar de ser una pequeña empresa cuenta con diferentes productos y el principal de ellos es en el que está enfocado este proyecto ya que la producción es muy variable, el producto varía en el peso de su contenido por lo que las ventas van incrementando lentamente, (debido a la variabilidad en el contenido de los frascos) por lo que es necesario darle un impulso y lanzarlo al mercado con los cambios pertinentes en el proceso.

El objetivo de este proyecto es cuidar que el proceso se realice de forma higiénica y ergonómica, (ya que teniendo una mejor postura y limpieza en el área de trabajo el operario realizará mejor el procedimiento) para que el producto tenga la garantía de contener la misma cantidad, haciendo que entre uno y otro no varíe la proporción de llenado, es decir, que todo el proceso esté estandarizado, con el fin de que todos los productos queden iguales en cuanto a peso y calidad por lo tanto los clientes tengan la satisfacción de que cada producto que adquieran será el adecuado.

Para lograr el objetivo del proyecto, se inicia con los antecedentes de la empresa su situación actual del proceso como se menciona en el capítulo 4 donde se muestra un diagrama de flujo y todas las partes del proceso que se están elaborando actualmente en la empresa.

Posteriormente, se desarrolla la propuesta de automatización para el proyecto enfocado al proceso de envasado utilizando las herramientas de la electro neumática y ergonomía, los cuales se detallan mas adelante en el Capítulo 4 en el 4.2 donde se explican todas las aplicaciones que se deben de tomar en cuenta en el desarrollo del mismo.

Finalmente en el Capítulo 5 se presentan los resultados que se obtuvieron después de realizar el análisis del proceso en el cual se presentan las conclusiones del proyecto donde al mismo tiempo se especifica cual sería el trabajo futuro a realizar, como la presentación del frasco, las rutas de distribución y algunas otras cosas del proceso de producción.

Capítulo 2

MARCO TEÓRICO

Dentro del Marco Teórico podemos encontrar la historia de la empresa, como es que se inicia, su misión, visión así como la localización de la misma dentro de la ciudad de Morelia. También encontraremos los generales de lo que es la automatización, la electro neumática y algunos tipos de válvulas existentes en la actualidad que nos podrían ser útiles para el proyecto.

2.1 EMPRESA MAFRA

2.1.1 Historia

- El 21 de julio del año de 1980, se establece como Farmacia Veterinaria Uruapan en la ciudad de Morelia y era atendida únicamente por el MVZ. Marco Antonio Fraga Díaz. Para el mes de agosto del mismo año se fabrica en esta farmacia la primera fórmula de bálsamo blanco con una producción aproximada de 500 piezas anual.
- En 1986, se obtiene el registro fiscal de persona física con actividades empresariales, bajo la razón social de Laboratorios MAFRA, obteniendo la cédula de microempresa y su registro en la cámara nacional de comercio y la industria del trabajo.
- En 1988, se registra la marca MAFRA que ampara la circulación comercial del ungüento medicinal de uso veterinario.
- En 1989 se concretan alianzas estratégicas con varias empresas vinculadas con el giro de MAFRA, y se buscan créditos para compra de mercancías, materias primas, maquinaria y los primeros 2 vehículos para optimizar el reparto y aumentar la cobertura de nuestro mercado ampliando las rutas de Michoacán, Guanajuato y Guerrero.

- En 1993, la empresa cuenta con un total de 5 colaboradores y 2 vendedores y en este momento se logra ampliar las rutas, cubriendo el estado de México, Hidalgo y el norte de Veracruz. Así como Nayarit, Sinaloa, Sonora y Baja California.
- En 2002, se desarrolló una fuerza de ventas, impartiendo cursos de capacitación y apoyando administrativamente con políticas de venta y una estrategia para ingresar en el mercado.
- Gracias al desarrollo de los canales de distribución y sistemas administrativos y de venta, se ha logrado abarcar el 60% del territorio nacional, logrando una amplia cartera de clientes, ascendiendo el total hasta la fecha a 2,630 clientes activos en el total del territorio abarcado y con un crecimiento aproximado promedio del 1% mensual, considerando los clientes ocasionales.
- Esta empresa, desde su nacimiento, se ha mantenido en constante crecimiento y desarrollo en todas las áreas que la conforman, por lo que no puede catalogarse como una empresa que permanece estática, sino en constante movimiento hacia el desarrollo.

2.1.2 Ubicación

2.1.2.1 Macro localización.

Se localiza en el estado de Michoacán de Ocampo, en el municipio de Morelia.



FIGURA 2-1 Mapa del estado donde se encuentra, foto tomada por google maps.

2.1.2.2 Micro localización.



FIGURA 2-2 Calle norte 14 No.342 C.d. Industrial, foto tomada por google maps

2.1.3 Misión y Visión

- Misión de la empresa

Nuestra empresa, laboratorios MAFRA, S.A. de C.V., existe para satisfacer las necesidades de sus clientes, en cuanto a Instrumental Veterinario, Bálsamo MAFRA y Accesorios para Mascota y Gallos de Pelea y Satisfacer las necesidades de los Colaboradores, generando los beneficios esperados por todos y con esto ser más competitivos.

- Visión de la empresa

Consolidar la empresa en sus diferentes departamentos para ser una organización más productiva. En los próximos años, lograr cubrir el 100% de la república mexicana, a través de nuestra fuerza de ventas y apoyándonos en los sistemas modernos de comercialización, Internet, correo electrónico, paqueterías etc. y los equipos de apoyo de ventas. Mantener siempre una cultura organizacional, mejorando la calidad de vida de todos los colaboradores de la empresa, por medio del establecimiento de planes de previsión social, fundamentalmente enfocados a los aspectos educativos, de salud y esparcimiento de los colaboradores y de sus familias; para que juntos formemos seres humanos más consientes y productivos, comprometidos con la sociedad, con el medio ambiente y con nuestro país. Lograr el desarrollo de la empresa con innovaciones, en forma sostenida y auto sustentable.

2.2 Automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

2.2.1 Descripción

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

Parte de Mando

Parte Operativa

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos.

La Parte de Mando suele ser un autómata programable, aunque hasta hace poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos. En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

2.2.2 Objetivos de la automatización.

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar manualmente.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

2.3 Herramientas de Calidad

Para poder enfocar el estudio de manera adecuada es necesario, hacer un análisis que nos permita conocer cuál es en realidad el problema a resolver, es por ello que nos apoyamos en las herramientas de Calidad que nos permiten determinar tanto el problema como la forma de solucionarlo.

Dentro de las 7 herramientas básicas de la Calidad se encuentran los diagramas de diagnóstico mismos que a continuación se detallan.

2.3.1 Diagramas de diagnóstico

Existen diversas técnicas de diagnóstico para investigar problemas de calidad. Dos de las más destacadas son: Diagramas de Pareto y Diagramas de esqueleto de pez.

2.3.1.1 Diagramas de Pareto

Es una técnica para llevar la cuenta del número de defectos que aparecen dentro de un producto, su concepto se le denomina con frecuencia la regla del 80.20, lo cual significa que el 80% de la actividad se debe al 20% de los factores, por lo tanto se enfoca más al 80% del problema. Para realizar este diagrama es importante empezar con una cuenta de los defectos, posteriormente se clasifican los defectos en la frecuencia con la que ocurren de mayor a menor, por último se realiza una tabla de barras la cual nos mostrara la frecuencia con la que ocurren los defectos.

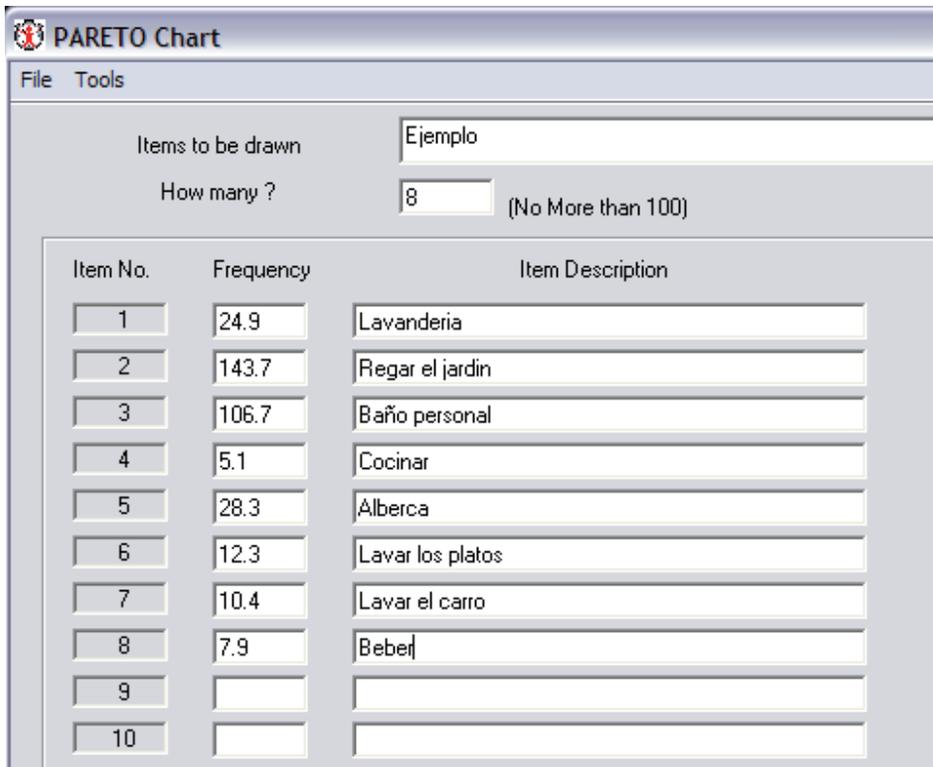


FIGURA 2-3 Ejemplo de datos del diagrama de Pareto, obtenido por “Design Tools”.

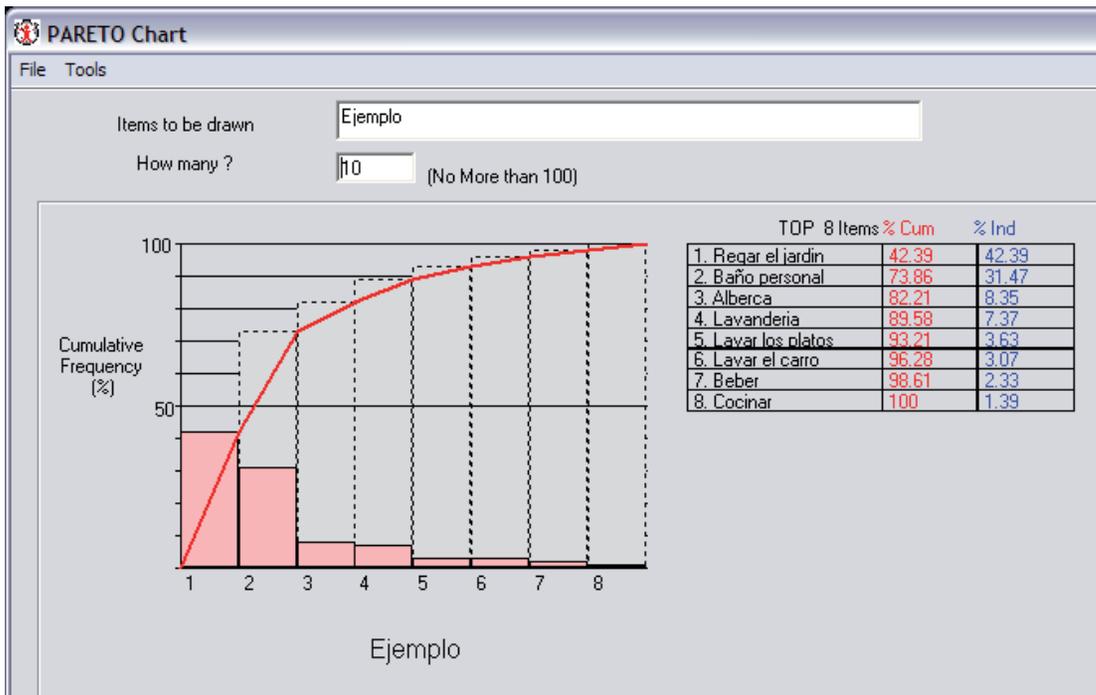


FIGURA 2-4 Ejemplo de la grafica del diagrama de Pareto, obtenido por “Design Tools”.

2.3.1.2 Diagrama de esqueleto de Pez o de Causa y Efecto

También se le conoce como diagrama de causa y efecto, ya que se destaca la relación entre un efecto partícula y un conjunto de causas posibles que lo producen, es útil para organizar ideas e identificar las relaciones que permiten determinar factores que son causantes en la variabilidad del proceso. Nos permite organizar el efecto que se muestra a la derecha del diagrama y comúnmente puede ser un objetivo o un problema en particular, las causas se enumeran del lado izquierdo del diagrama. El enfoque para este diagrama es considerar cuatro áreas del problema, como métodos, materiales, equipamiento y personal, el efecto o problema es la cabeza del diagrama [1]. Esto se puede observar con más claridad en el diagrama de la **FIGURA 2-5**, donde se muestra un ejemplo del diagrama de esqueleto de pez o de causa y efecto.

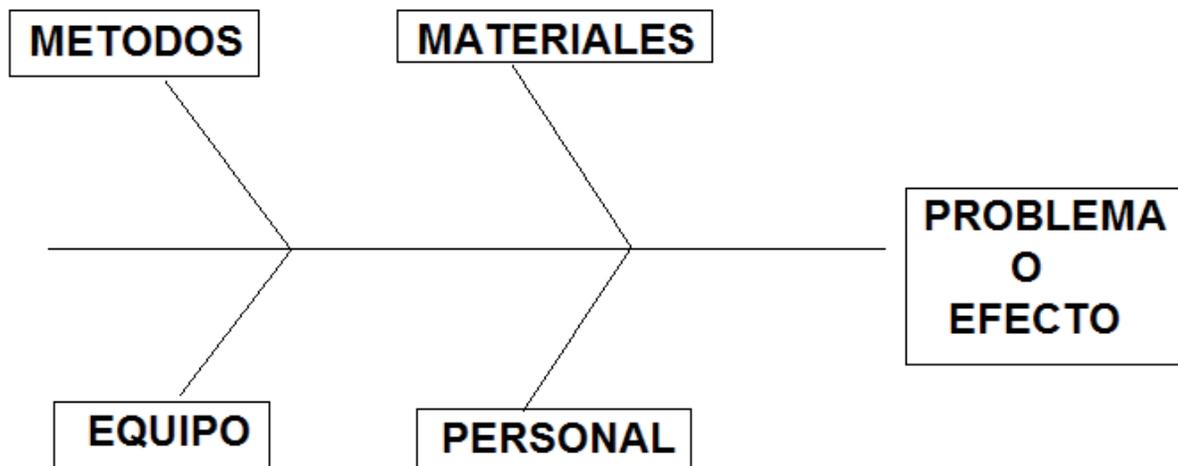


FIGURA 2-5 Ejemplo de diagrama de esqueleto de pez o de causa y efecto.

2.4 Técnicas de estadística

2.4.1 Tamaño de la muestra

Para diseñar un estudio estadístico se debe de tomar en cuenta el tamaño de muestra que se va a utilizar, ya que si una muestra es demasiado grande, se requiere de una mayor inversión al recabar los datos. Sí bien es cierto al tener una muestra pequeña las conclusiones serán inciertas, para poder obtener el tamaño de la muestra indicado es necesario tomar en cuenta los siguientes factores: [2]

- El nivel de confianza deseado: se elige de acuerdo a lo que se desee tener, los más comunes son 95 y 99%, pero es posible adquirir cualquiera del 0 al 100%, cuando el nivel es mas alto, el tamaño de la muestra será mayor.
- El margen de error que se tolerará: es la magnitud que se suma y resta de la media muestral para determinar los puntos extremos del intervalo de confianza, cuando el error sea pequeño el tamaño de la muestra será mayo, de lo contrario a un rango de error mayor la muestra será menor.
- La desviación estándar de la población: esto quiere decir que cuando la población se encuentre dispersa la muestra será mayor y de lo contrario cuando esta se encuentre homogénea se requerirá de una muestra menor, aun así se puede utilizar un estimador de la misma.

Estos estimadores pueden ser:

- Estudio comparativo: cuando se requiere de algunas empresas externas especializadas en el mismo estudio que se está llevando acabo, lo cual indica que de estas empresas se puede tomar el dato.
- Basado en el intervalo: es necesario contar con un cálculo de los valores máximo y mínimo de la población, por lo tanto el rango podría ser más menos 3 desviaciones de la media si se sigue la distribución normal.
- Estudio piloto: se toma una pequeña muestra y a partir de esta se calcula la desviación estándar de dicha muestra, utilizando este valor para poder proporcionar el tamaño adecuado para la muestra.

2.4.2 Diagramas de control de calidad

Estos diagramas se identifican en el momento en que entran al proceso las causas asignables de variación o de cambios, en estos diagramas nos podemos dar cuenta con facilidad de lo que se está obteniendo como resultado de las muestras. Existen dos tipos de diagramas de control los cuales son:

- De control de variables: depende de la teoría de muestreo que se analizó con anterioridad, junto con el teorema de límite central o la media.
- Diagramas de rangos: presenta la variación de las muestras, los puntos que representan los límites superior e inferior concluye en que la operación está bajo control, la mayoría de las veces las muestras están dentro de los límites.

Capítulo 3

REVISIÓN TÉCNICA

En esta parte se encontrará mas a detalle las instalaciones con las que cuenta la empresa, la explicación mas a fondo de las partes que se van a utilizar dentro del proyecto como lo que es la electro neumática, específicamente utilizando una válvula de 5/2 vías, un botón que acciona dicha válvula, una báscula que emita una señal eléctrica así como todo lo relacionado con los costos de la adquisición de estas partes para que sean integradas al proceso que se está automatizando.

3.1 Instalaciones

En el 2001 se adquiere un terreno con una superficie total de 3,200 m² en zona industrial, con proyecciones hacia la construcción de una nave industrial, proyecto que se concretó en el mes de junio del mismo año al comenzar las obras de construcción de dicha nave, misma que abarca una superficie total de 1,000 m².

Dicha nave industrial, cuenta con instalaciones propias para las necesidades que la empresa actualmente demanda, como son:

1. Espacios para 6 oficinas
2. Sala de juntas
3. Un área para almacén de mercancías
4. Un área propia para la producción de los diferentes tipos de productos que se fabrican en la empresa.
5. Un espacio para comedor
6. Un área de sanitarios
7. Un área para estacionamiento, así como carga y descarga de los vehículos propios para el transporte de mercancía.
8. Un espacio para vigilancia.

3.2 Electro neumática

Los circuitos de control emplean diferentes métodos para detectar la posición del vástago de un actuador rotativo. En el nivel más simple la detección se emplea por finales de carrera, en los circuitos mas sofisticados se emplean contactos reed y sensores eléctricos.

Para algunas aplicaciones puede ser necesario también una conformación de posición inmediata, algunos métodos para realizarlo es tomando en cuenta los finales de carrera adicionales a las posiciones intermedias que se deseen.

Por lo tanto dentro de el proyecto se implementara la válvula descrita a continuación en la **FIGURA 3-1**, la cual muestra cual es el funcionamiento que cumple dicha válvula.

3.2.1 Cadena de control de un sistema

El desarrollo del un sistema de control es ver el sistema como si tuviera tres secciones definidas, estas comprenden los dispositivos de salida, los componentes que controlan las salidas y los elementos que proporcionan las entradas y la información realimentada. Esto representa la cadena de control en donde la señales y la energía fluyen en sentido al circuito.

El controlador, se representa por bloques y estos bloques a su vez se pueden descomponer en otros bloques para mostrar la disposición de los componentes individuales.

Para el diseñador y el responsable de mantenimiento de los sistemas electro neumáticos es importante identificar los niveles dentro del circuito. Cada nivel tiene una determinada tarea relacionada con el procesamiento de las señales. Los niveles que se pueden utilizar nos ayudan en los siguientes procesos:

- Situación de los componentes en el esquema.
- Identificación del tamaño físico, tensión e intensidad nominal de los componentes
- Indica si una sección debe utilizar un relé o un contactor.
- Para determinar disposiciones de consola.
- Para que el personal de mantenimiento pueda identificar y localizar claramente los componentes.

3.2.2 Alimentación eléctrica y sus características.

3.2.2.1 Generación de corriente

- Corriente Alterna: consiste en un estator con imanes de polaridad opuesta y un rotor o inducido bobinado con muchas vueltas de conductor de cobre, cuando el inducido gira cortando los campos magnéticos se induce una tensión, a medida en que aumenta la rotación.
- Corriente continua: se genera por electrolisis, que ocurre cuando dos placas de diferentes materiales se sumergen en una solución salina, por lo tanto se produce una acción galvánica, las placas se cargan y se produce una tensión.

Los controles electro neumáticos se utilizan generalmente para salvaguardar en caso de que falle la tensión principal de alimentación, se mantiene una reserva de energía eléctrica para funciones de emergencias.

En los sistemas donde se utiliza la corriente alterna (CA), puede requerir la utilización de una fuente de alimentación consistente solo en un transformador donde se requiera de corriente continua (CC), la CA debe rectificarse, filtrarse y regularse para proporcionar una salida de CC.

La fuente de alimentación debe poder alimentar desahogadamente la corriente total del sistema sin sobrecargarse, debe tener en cuenta la posibilidad de que posteriormente se efectúen ampliaciones y que las necesidades de alimentación aumenten.

3.2.3 Electroválvula de 5/2 vías:

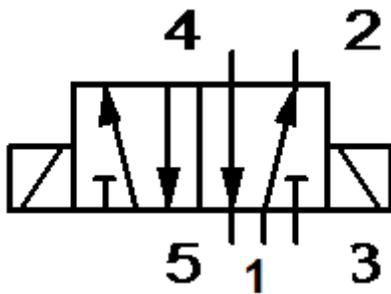


FIGURA 3-1 Válvula 5/2, con pilotaje electro neumático, obtenida de “*Fluid Sim*”.

Donde 1 siempre va a ser la entrada de aire comprimido, 5 y 3 siempre van a ser los desfogos de aire y realizan las funciones de permitir o no la salida del actuador.

En su posición inicial, el muelle acciona al disco de junta bloqueando el paso de 1 hacia 3. El muelle también acciona otro disco impidiendo la salida de 1 hacia 4. La junta opuesta permite la descarga de 4 hacia 5. El disco central permite el paso de 1 hacia 2. La activación del solenoide permite el paso de aire de pilotaje. Al recibir presión en el lado derecho se desplazan todas las juntas internas de la válvula, resultando.

- Aire escapa de 2 hacia 3
- El escape 5 se bloquea

- El aire fluye ahora de 1 hacia 4

Esta válvula requiere de una señal que le haga regresar a su estado inicial, en este caso el aire fluye de 1 hacia 2 mientras 4 descarga por 5. Al quitar esta señal la válvula permanece estable y no se producen cambios.

Capítulo 4

METODOLOGIA

En este capítulo se desarrollarán los pasos que se realizaron para poder cumplir con los objetivos, uno de ellos era conocer el estado actual del proceso de producción, el cual se describe en el punto 4.1.1, en este se mencionan cada uno de los pasos del proceso, este proyecto se enfoca especialmente al punto número 6 el cual consta a partir de el momento en el que el operario se coloca en su área de trabajo. Posteriormente se mencionan las propuestas, mismas que nos enfocan a otro de los objetivos antes descritos como la estandarización e incremento de la producción del producto, tomando en cuenta siempre la seguridad del operario.

4.1 PROCESO ACTUAL DEL LLENADO

4.1.1 Descripción del proceso:

1. Se traslada la vaselina, el salicilato de metilo, óxido de zinc, alcanfor, mentol y eucalipto del almacén al área de preparado.
2. Se vierte en la olla la vaselina y se calienta hasta que llega a los 60 grados centígrados.
 - 2.1. Se coloca el tambo de vaselina junto a la olla donde se va a calentar.



FIGURA1-4 Vaselina junto a la olla.

2.2. La operadora introduce la pala a la vaselina.



FIGURA 2-4 Vaciar la vaselina.

2.3. Levanta la vaselina que la pala alcanza a obtener.



FIGURA 3-4 Impulsa la pala para sacar la vaselina.

2.4. Vierte el contenido de la pala a la olla y así sucesivamente hasta que se vacía todo el contenido del tambo.



FIGURA 4-4 Introduce de la vaselina a la olla.

2.5. Se calienta la vaselina.



FIGURA 5-4 Vaselina calentándose.

3. Ya que la temperatura de la vaselina es la adecuada, se vierten todas las materias primas al contenedor para preparar la mezcla del bálsamo manteniendo una temperatura constante de 35 a 40 grados centígrados.

3.1. Se vierte primero la mezcla del Silicato de metilo, oxido de zinc y el alcanfor.



FIGURA 6-4 Primera mezcla.

- 3.2. Al último son integrados el mentol y el eucalipto ya que por lo volátiles y su olor tan fuerte tienen que ser vaciados una vez que los otros materiales ya se encuentran bien integrados e inmediatamente empezar a llenar los frascos.



FIGURA 7-4 Sustancias restantes.

4. Se mantiene en constante movimiento la mezcla para que la temperatura sea homogénea en toda la olla.



FIGURA 8-4 Temperatura de la mezcla.

5. Se vacían los frascos vacíos en unos contenedores que son colocados junto a los operadores.

5.1. Son vaciados los frascos vacíos a los contenedores.



FIGURA 9-4 Frascos en los contenedores.

5.2. Se colocan los contenedores junto a la válvula de salida del líquido.



FIGURA 10-4 Los contenedores junto a la válvula de salida del líquido.

6. Los operadores se posicionan en sus lugares de trabajo para comenzar a llenar los frascos.

6.1. Para llevar acabo el proceso de llenado la operadora tiene que seguir los siguientes pasos:

- Se posiciona en la silla de la estación de trabajo.
- Se inclina y toma un frasco vacío.
- Abre la válvula para que el fluido comience a salir.
- Una vez que el fluido esta llenando el frasco vacío, el operador se inclina una vez mas por otro frasco vacío.
- Cuando el primer frasco se encuentra lleno al calculo del operario cambia el frasco lleno por el vacío.
- Pasa el frasco lleno a la mesa que se encuentra continua al operario.
- Vuelve a repetir la operación consecutivamente hasta que se acumula una cantidad de frascos, que ya no le permite seguir el procedimiento, cierra la válvula.
- Empuja los frascos llenos acumulados hacia el final de la mesa de trabajo.

- Continúa con el procedimiento hasta terminar el contenido de la olla.



FIGURA 11-4 Lado izquierdo de la operadora.



FIGURA 12-4 Operadora parte trasera.



FIGURA 13-4 Operadora lado derecho.

7. Los operadores comienzan a llenar los frascos que se encuentran en los contenedores.



FIGURA 14-4 Operadora llenando frascos.

8. Una vez que se acumula una cantidad de frascos con empujados al final de la mesa para que se enfríen.



FIGURA 15.4 Acumulación de frascos llenos.

9. Al pasar dos horas ya han terminado de llenar los 1800 frascos de los 220 kilo gramos de mezcla que contiene la olla.



FIGURA 16-4 Todos los frascos llenos en el proceso de enfriamiento.

10. Al terminar de llenar los frascos dejan que pase al menos una hora para que todos estén completamente fríos.

11. Después de esa hora proceden a cerrar todos los frascos que se llenaron.

- 11.1. Se toman varias tapas juntas.



FIGURA 17-4 Tapas de los frascos.

11.2. Se va tomando cada frasco.



FIGURA 18-4 Coloca tapa en el frasco.

11.3. Se gira la tapa.



FIGURA 19-4 Tapando el frasco.

12. Una vez que ya están todos los frascos cerrados los empacan en cajas de 100 unidades.

12.1. Se toman varios frascos juntos.



FIGURA 20-4 Toma frascos tapados.

12.2. Se introducen en la caja.



FIGURA 21-4 Coloca frascos tapados en la caja.

12.3. Se completa la primera fase de la caja.



FIGURA 22-4 Primera fase de los frascos en la caja.

12.4. Se coloca un pedazo de papel para separar la primera fase de la otra.



FIGURA 23-5 Coloca papel separador.

12.5. Se termina de llenar la caja



FIGURA 24-4 Segunda fase de frascos.

13. Se trasladan todas las cajas al almacén de producto terminado.

4.1.2 Estadística

Como ya se menciona en la parte del marco teórico, dentro de esta sección encontramos el estudio de las muestras que se realizaron de los frascos que en la actualidad se llenan. El tamaño de la muestra que utilizamos para este proyecto fue de 20 frascos, con una desviación estándar que se calculo de acuerdo a las muestras que se tomaron, así también se tomo la media, moda, limite superior e inferior de la misma, la cual se muestra con mas claridad en la **FIGURA 25-4**, la cual indica la tabla de muestras y una tabla con los datos ya mencionados. Adicional a esto se tomo un nivel de confianza del 95% que representa el 1.96 para ser involucrado dentro de la fórmula que a continuación se presenta.

| MUESTRA DE CONTENIDO DE LOS FRASCOS | |
|-------------------------------------|-----|
| 1 | 146 |
| 2 | 140 |
| 3 | 144 |
| 4 | 148 |
| 5 | 135 |
| 6 | 132 |
| 7 | 148 |
| 8 | 133 |
| 9 | 123 |
| 10 | 145 |
| 11 | 137 |
| 12 | 130 |
| 13 | 120 |
| 14 | 118 |
| 15 | 147 |
| 16 | 134 |
| 17 | 146 |
| 18 | 145 |
| 19 | 134 |
| 20 | 124 |

| | |
|------------------------------|------------|
| Desviación estándar σ | 9.76284579 |
| Media de la muestra | 136 |
| Valor medio esperado | 132 |
| Moda | 146 |
| valor máximo | 148 |
| valor mínimo | 118 |
| LCS | 138.5 |
| LCI | 129.5 |

FIGURA 25-4 Tabla de muestras y funciones estadísticas.

En la **FIGURA 26-4** se muestra la grafica de los valores de la muestra, para poder identificar como es que el proceso actual en el que se lleva acabo el producto, esta completamente fuera del control de calidad permitido, por lo que en ella nos muestra, el limite de control superior, el limite de control inferior, la media de la muestra, así como el valor medio esperado.

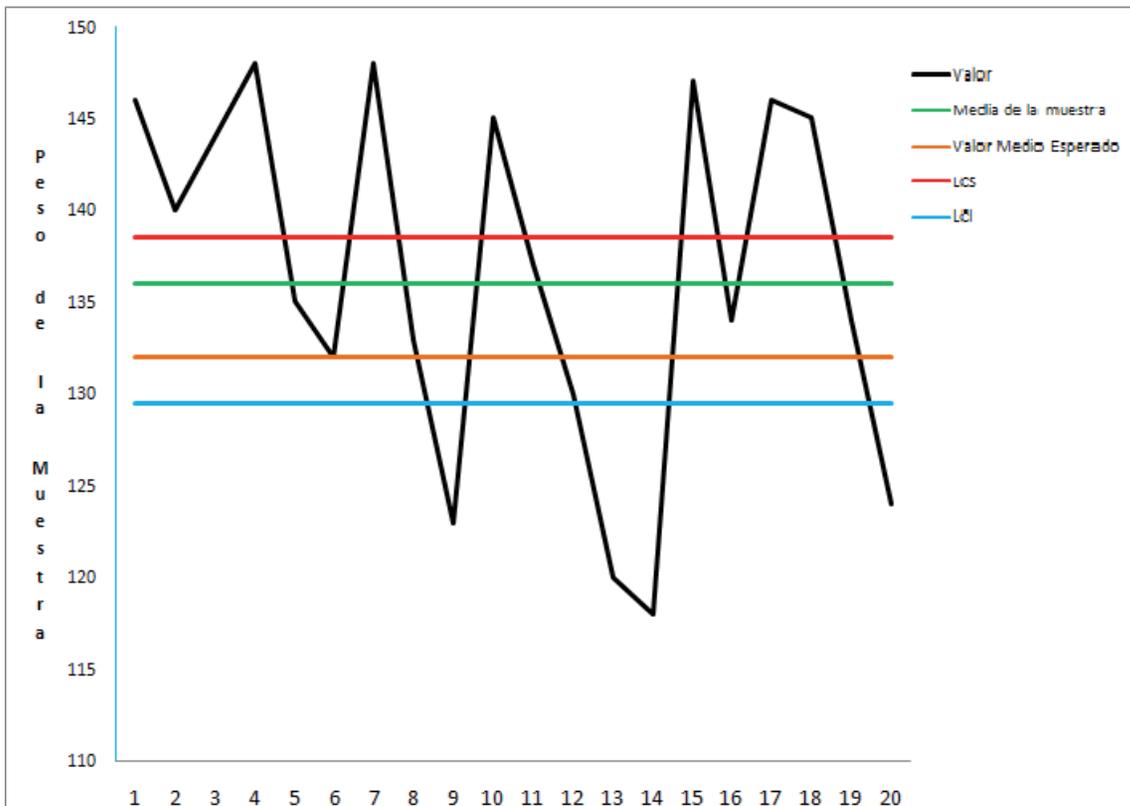


FIGURA 26-4 Grafica de la muestra.

Dentro de la siguiente formula sustituiremos las variables para poder obtener el error máximo admisible dentro del proyecto.

$$E = Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Donde:

E = error admisible

Z= nivel de confianza

σ = desviación estándar

n = tamaño de la muestra

Despejando la fórmula:

$$E = 1.96 \frac{10}{\sqrt{20}} \quad E = 4.38 = 5 \text{ UNIDADES}$$

4 .1.3 Diagrama de flujo actual

| Process Description | Chart Symbol | Dist. in Meter | Time (min) |
|--|----------------|----------------|------------|
| Almacén de materias primas | Storage | 0 | 0 |
| Se traslada la vaselina, el salicilato de metilo, oxido de zin | Transportation | 10 | 0 |
| Se vierte en la olla la vaselina | Operation | 0 | 30 |
| Se calienta hasta que alcanza la temperatura indicada | Operation | 0 | 60 |
| Se vierten todas las materias primas al contenedor | Operation | 0 | 15 |
| Se mantiene en constante movimiento la mezcla | Operation | 0 | 60 |
| Se vacían los frascos vacíos en unos contenedores | Operation | 2 | 5 |
| Los operadores se posicionan en sus lugares de trabajo | Transportation | 1 | 3 |
| Los operadores comienzan a llenar los frascos | Operation | 0 | .4 |
| Se acumula una cantidad de frascos con empujados al fin | Transportation | 4 | 5 |
| Se deja pasar una hora para que los frascos ya estén com | Delay | 0 | 60 |
| Se cierran todos los frascos. | Operation | 0 | .2 |
| Se empacan en cajas | Operation | 0 | 2 |
| Se trasladan las cajas al almacén de producto terminado | Transportation | 4 | 5 |
| Almacén de producto terminado | Storage | 0 | 0 |

FIGURA 27-4 Diagrama de flujo considerando el movimiento del material, con tiempo y distancias.

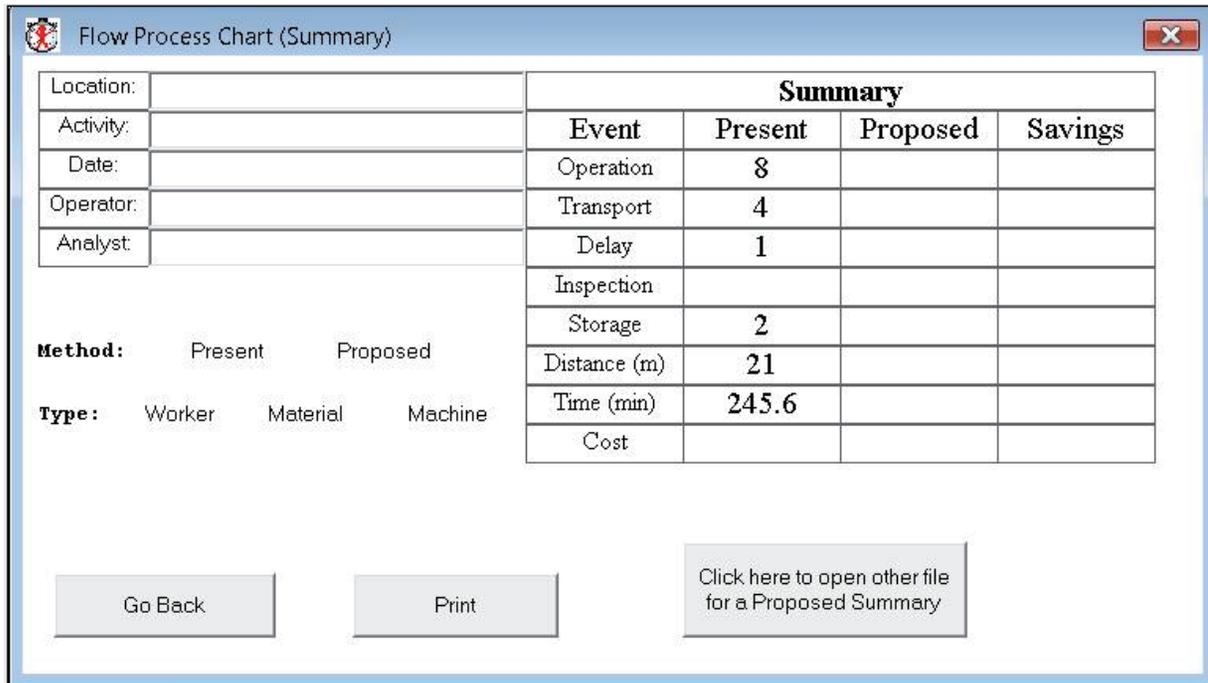


FIGURA 28-4 Resultado del diagrama de flujo.

4.1.4 Diagrama de Pareto

A continuación se presenta el diagrama que se realizó dentro de la empresa con los principales problemas que la gerencia reveló para que se lleve a cabo el trabajo y poder destacar el principal problema que tiene la empresa específicamente en este proceso.

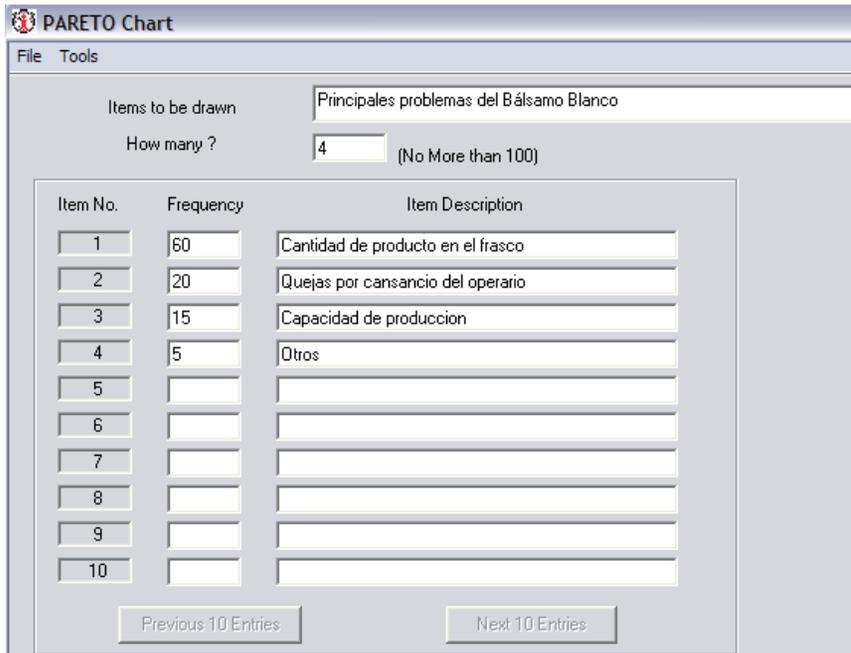


FIGURA 29-4 Datos para el diagrama de flujo.

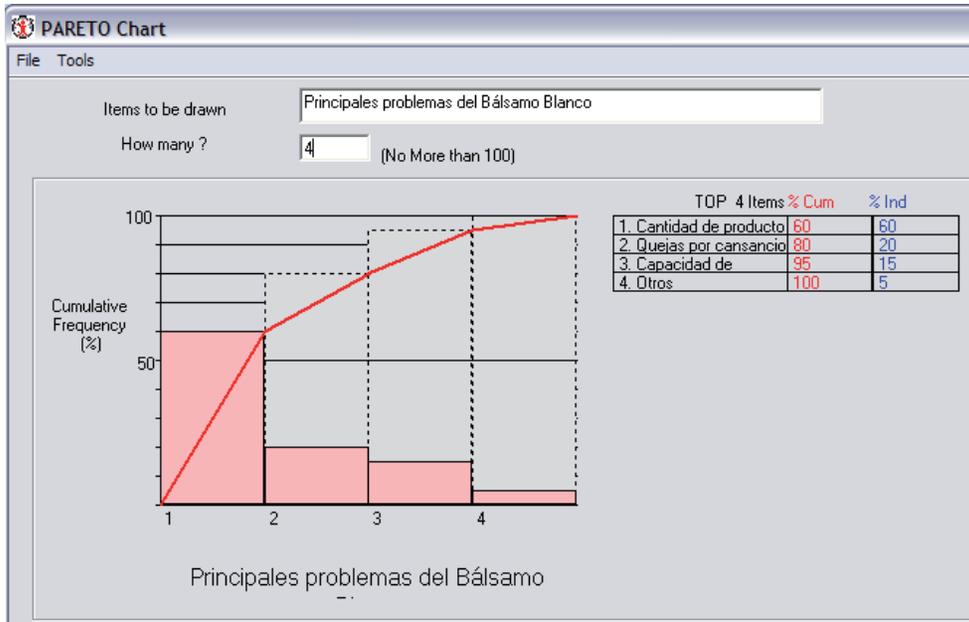


FIGURA 30-4 Resultado del diagrama de pareto.

Con este diagrama nos podemos dar cuenta en la grafica de la FIGURA 28.4, que el principal problema que tiene el proceso es la cantidad de fluido en los frascos, por lo que podemos concluir que es el principal problema a resolver con este proyecto.

4.1.5 Diagrama de esqueleto de pez o de causa y efecto

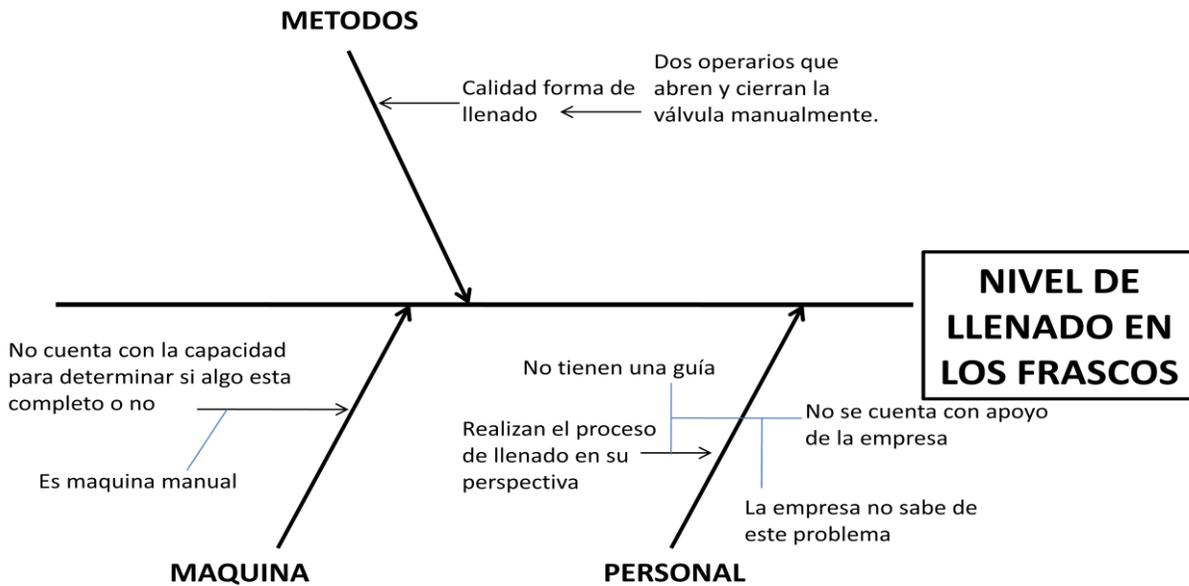


FIGURA 31-4 Diagrama de esqueleto de pez o de causa y efecto

En este diagrama podemos identificar con mas claridad cual es el problema principal del proyecto, los métodos que se llevan en la actualidad, así como los materiales que utilizan (en este caso es material humano, es decir, dos operarios realizando este proceso), la máquina con la que se llenan los frascos (se cuenta con una olla de acero y una parrilla para obtener la temperatura) y el personal que labora en este proceso (mismo que se realiza en la perspectiva de cada uno de ellos).

4.1.6 Condiciones del área de trabajo:

4.1.6.1 En cuanto a la ventilación:

- El área de trabajo se encuentra a una temperatura ambiente, es decir, no se cuenta con un ventilador o con alguna maquina para obtener alguna temperatura alrededor de los operadores.



FIGURA 32-4 Área de trabajo.

4.1.6.2 En cuanto al ruido:

- El ruido que se llega a tener dentro de esta área es de la mezcladora, ya que constantemente se debe de estar moviendo la mezcla con el fin de que esta se mantenga homogénea.

4.1.6.3 En cuanto a la iluminación:

- En este caso el área cuenta con todas sus paredes pintadas de color blanco lo cual permite que se mantenga la iluminación constante y como ellos laboran únicamente en el día no se requiere de alguna iluminación extra para poder laborar dentro de ella.



FIGURA 33-4 Condiciones del área.

- Los trabajadores se encuentran laborando durante las dos horas continuas en una misma postura y realizando los mismos movimientos, misma que se muestra a continuación.



FIGURA 34-4 Condiciones del operador.

4.1.7 Tiempos y áreas de mejora

- Los operadores realizan esta operación alrededor de dos horas ya que es lo que se tardan al llenar los frascos de todo el contenido de la olla.
- Para esta operación sus áreas de mejora serian:
 - La postura de los operadores
 - La ventilación del área de trabajo
 - Protección de los operadores
 - Limpieza a la hora de llenar los frascos

La empresa actualmente se encuentra bajo estas circunstancias, por lo que es necesario principalmente automatizar el área de llenado de los frascos, a lo largo de la investigación que se llevo acabo dentro del proceso se puede observar que los

operadores realizan su trabajo de una manera manual y con una posición incómoda para permanecer de la misma manera durante el y tiempo de llenado.

Esto a su vez genera que el producto no contenga la misma calidad; es decir, que no todo el producto contiene la misma cantidad de producto y por lo tanto esto les genera cierta desconfianza de los clientes. Por lo tanto al estudiar a fondo todo lo que implica este proceso se creó la idea de realizar una máquina semiautomática que nos permita evitar que los trabajadores permanezcan realizando este trabajo de la manera en la anteriormente se menciona y describe, obtener calidad en el producto así evitar mermas en la fabricación del mismo.

4.2 PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO

4.2.1 Estación de trabajo

En este caso la propuesta de este proyecto es crear una tolva que tenga la capacidad de 220 kilo gramos que es el total de la vaselina necesaria, incluyendo las otras materias primas como lo son: el salicilato de metilo, óxido de zinc, alcanfor, mentol y eucalipto.

Dicha tolva estará conectada a una caldera que permita que nuestra mezcla alcance la temperatura de 40 grados centígrados continuos en todo el proceso, posteriormente se generará un programa en el cual utilizaremos una válvula electro neumática de bola que nos permita por medio de un botón abrirla y permitir el paso del producto, una vez que el producto ha llegado a la cantidad programada en la báscula, esta mandará una señal eléctrica que podrá variar de acuerdo al frasco que se este llenando, tanto de 60 como de 120 gramos, la cual cerrará automáticamente el paso del producto y se podrá continuar con el proceso.

A continuación se presenta la propuesta del llenado de los frascos que se implementara en este proceso.

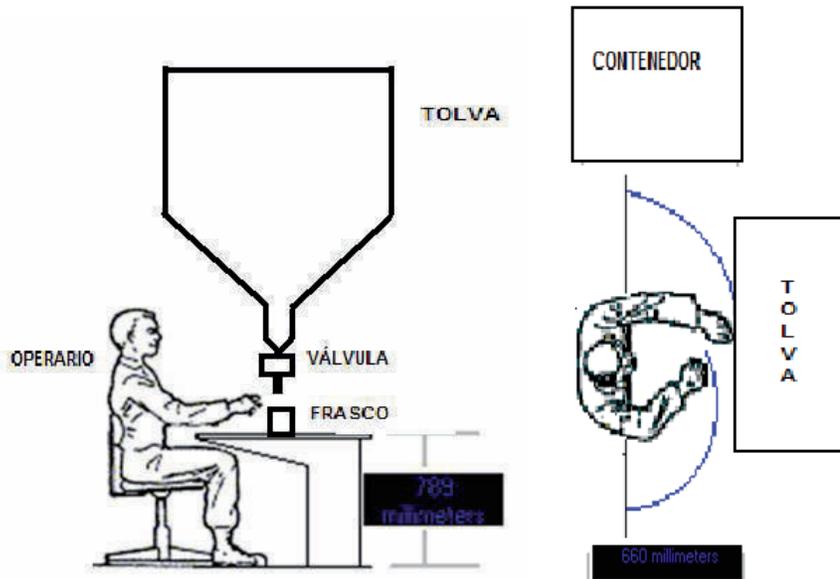


FIGURA 35-4 Máquina propuesta, vista de perfil y superficial.

Para esta propuesta es importante destacar como es la postura adecuada para que el operario no sufra lesiones y su posición sea ergonómicamente cómoda, es decir, que a pesar de que su trabajo es continuo no sufra cansancio ni molestias en su cuerpo ya que la posición será la adecuada como se muestra en la **FIGURA 35-4** y **FIGURA 36-4**, viendo en esta última cual sera el movimiento que tiene que realizar el operador al llenar los frascos y en la anterior nos muestra la postura que debe tener al estar sentado, la distancia en la que deberá estar la válvula de la salida del bálsamo y a que altura se colocaran los contenedores de los frascos vacíos para que el operario no se vea en la necesidad de cambiar su posición y llegar a lastimar su espalda.



FIGURA 36-4 Postura y distancia adecuada.

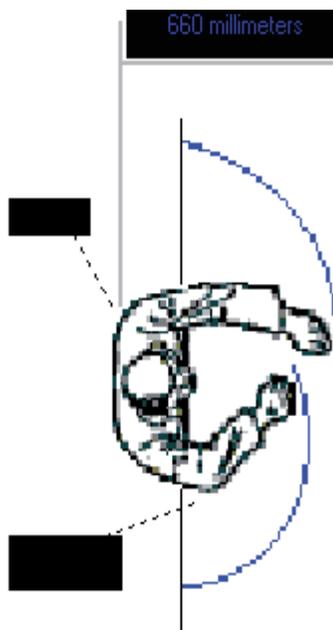


FIGURA 37-4 Movimiento de los brazos.

4.2.2 Métodos

La propuesta hecha en este proyecto se basa en la mejora del procedimiento por lo cual con la misma el operario realizara las siguientes funciones:

- Primeramente para facilitar y realizar el procedimiento de llenado en la estación de trabajo de una manera más eficiente y cómoda para el operario se utiliza una silla acojinada con el respaldo vertical.
- Se coloca el contenedor de los frascos vacios del lado izquierdo del operario, a su vez este se colocara de la parte superior a inferior para que los frascos caigan por gravedad a la altura adecuada que se indicada en la **FIGURA 36-4**.
- El operario realiza el movimiento de forma horizontal como se muestra en la **FIGURA 37-4** para así tomar el frasco vacio colocándolo en la salida del fluido sobre la báscula.
- El operario oprime el botón que acciona la válvula para que el actuador permita la salida del fluido.
- El fluido comienza a llenar el frasco vacío.
- Una vez que el frasco obtiene el peso programado en la bascula a 60 y 127 gramos (Esto debido a que cuando la bascula emite la señal, esta hace que la válvula se cierre a los 5 gramos faltantes, mismos que contiene la parte entre el cierre del actuador y el punto final de la salida del fluido.) esta manda la señal para que la válvula accione el actuador e impida el paso del fluido.
- El operario realiza el movimiento horizontal hacia el lado derecho, colocando el frasco lleno en la mesa continua a el.
- Volviendo a realizar la misma operación con los siguientes frascos vacios que le restan.

4.2.3 Propuesta de automatización

4.2.3.1 Descripción

Dentro de este proyecto se implementará un proceso semiautomático, en el cual se aplica la técnica de electro neumática, ya que únicamente se requiere de aire comprimido, una válvula de 5/2 vías con pilotaje eléctrico de ambos lados para que en la primera fase la válvula se encuentre bloqueando la salida del liquido y al presionar el botón, la válvula se active y emita la señal que permita el paso del bálsamo y cuando la bascula llegue al límite programado, esta a su vez active la válvula para que se cierre.

En la **FIGURA 38-4**, se muestra como queda el diagrama que se instalara en este proyecto, dentro del cual, se indica como se lleva a cabo el procedimiento que consta de una entrada de aire, una válvula 5/2 vías conmutada por dos señales electro neumáticas conectada (un accionada por un botón y la otra por la señal de la bascula) a un actuador de dos entradas de aire, adicional a este, se encuentra el diagrama eléctrico donde se observa la entrada de energía que al pulsar el botón permite el paso para que se abra la válvula y la señal de la bascula para que accione la bobina de cerrado de la misma.

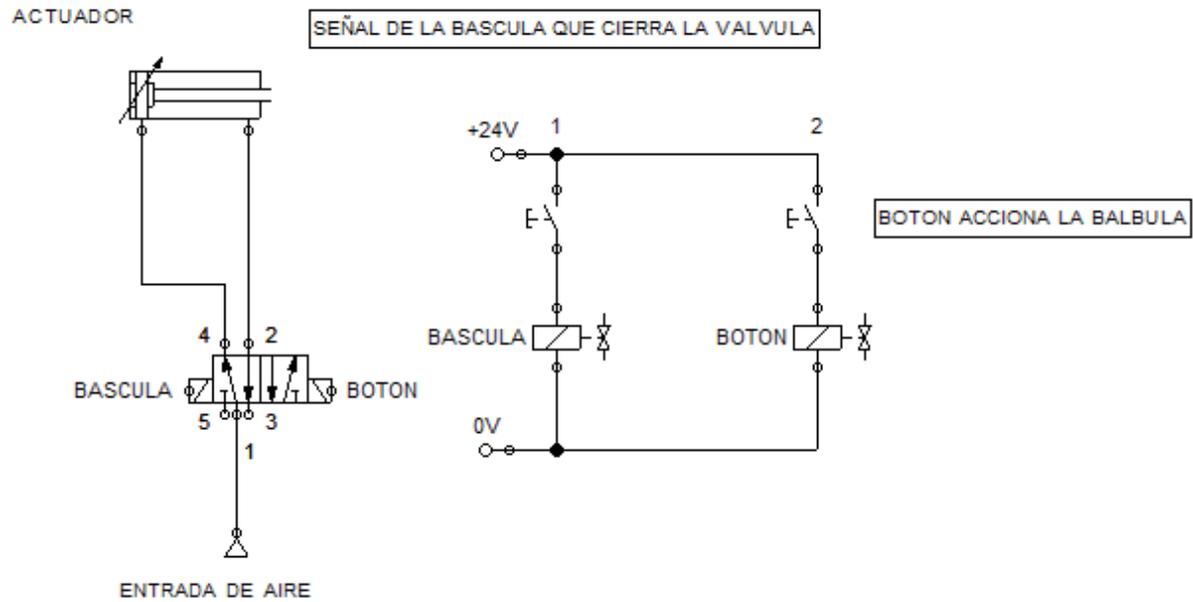


FIGURA 38- 4 Diagrama electro neumático.

En la **FIGURA 39-4**, se muestra como se encuentra la válvula al inicio del proceso, es decir, indica como la válvula permanece normalmente cerrada, esto quiere decir que esta accionando al actuador para que este impida el paso del fluido. En el diagrama eléctrico se indica como las dos señales se encuentran abiertas.

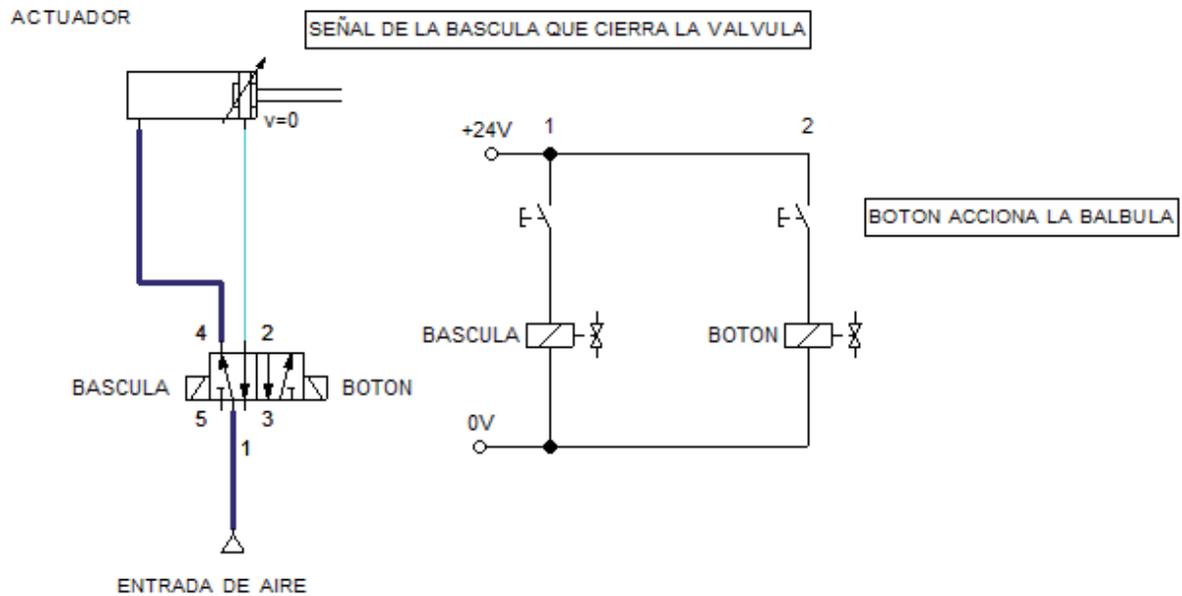


FIGURA 39-4 Posición inicial del proceso.

A continuación en la **FIGURA 40-4**, se muestra como es cuando se presiona el botón que conmuta la válvula, es decir, contrae el actuador y este se recorre para que así el fluido pueda salir y empezar a llenar los frascos.

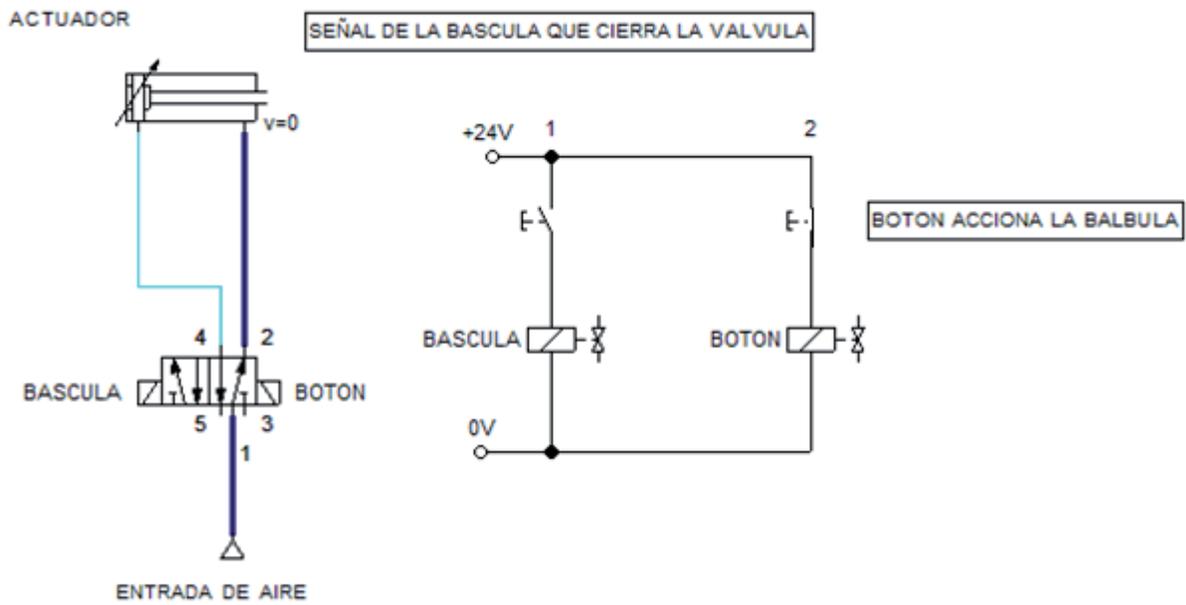


FIGURA 40-4 Acción del botón.

La **FIGURA 41-4**, muestra lo que sucede cuando la báscula acciona la válvula al llegar al peso programado como se menciona en la propuesta de métodos, por consiguiente, manda la señal cuando llega a los 60 y 127 gramos para que esta regrese a su estado inicial y permita la salida de los 5 gramos restantes para el contenido total del frasco, mismos que se encuentran en el trayecto del cierre del actuador a la salida del fluido, lo cual evita que no se generen mermas en el proceso.

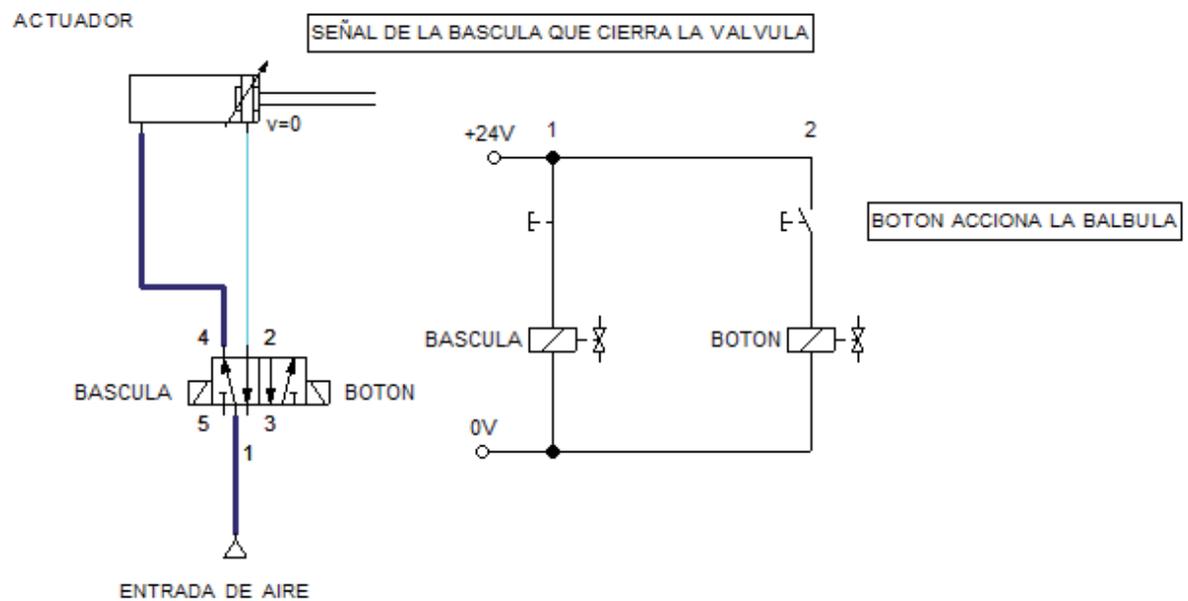
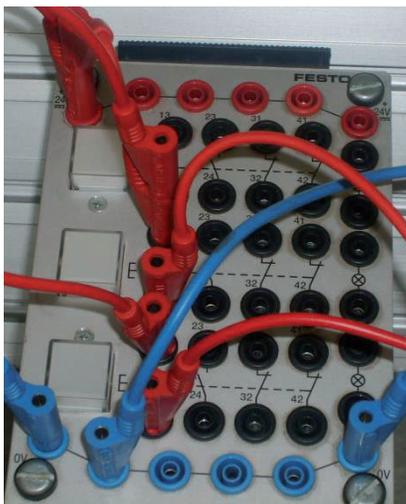
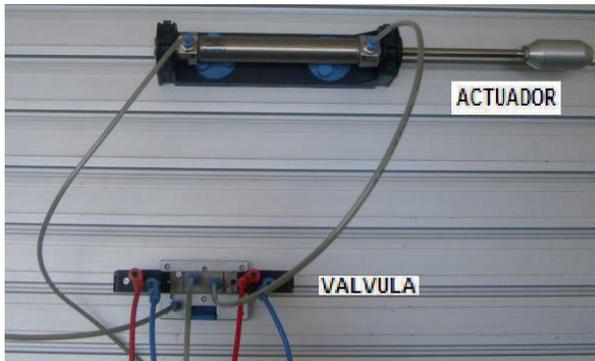


FIGURA 41-4 Señal de la báscula activada.

4.2.3.2 Simulación con el material del laboratorio



4.2.4 Verificación de productividad de la propuesta

METODO ACTUAL

Tiempo de llenado por frasco 4.5 segundos
 Salario de operadores \$6000 pesos*
 Jornada de trabajo 8 horas diarias, 4 semanas por mes
 Tiempo total de trabajo mensual 160 horas

$$\frac{160 \text{ horas} \times 60 \text{ minutos} \times 60 \text{ segundos}}{4.5 \text{ segundos}} = \frac{576000 \text{ segundos}}{4.5 \text{ segundos}} = 128000 \text{ piezas}$$

$$\frac{\$6000 \text{ pesos}}{128000 \text{ piezas}} = \$0.046/\text{unidad}$$

METODO PROPUESTO

Tiempo de llenado 3 segundos**
 Adquisición de maquinaria \$30000 pesos
 Depreciación 36 meses \$833.33 pesos
 Mantenimiento mensual \$1000 pesos
 Salario \$3000 pesos

$$\frac{576000 \text{ segundos}}{3 \text{ segundos}} = 192000 \text{ piezas}$$

$$\frac{4833.33 \text{ pesos}}{192000 \text{ piezas}} = \$0.025/\text{unidad}$$

$$\frac{\$0.046/\text{unidad}}{\$0.025/\text{unidad}} = 1.84$$

Incrementan productividad de 84%

* Este salario no incluye pagos al seguro social o impuestos, es el salario neto recibido por el empleado, y es \$3,000 por empleado

** En caso de que el tiempo de llenado tome 5 segundos, el costo por unidad para el método propuesto es de \$0.041

Capítulo 5

RESULTADOS

Dentro de los resultados obtenidos al analizar y dar solución a la problemática de la empresa MAFRA en este proyecto, se pudieron captar las necesidades de la misma y a su vez llevar a cabo los resultados siguientes:

En la propuesta **4.2.1 (Estación de trabajo)**, se realizó el estudio que indica cuál sería la forma correcta de colocar al operario en su estación de trabajo, esto a su vez, da como resultado que el usuario realice su labor de una manera más práctica y cómoda, para que dentro del transcurso del proceso este no cause problemas de salud física en él, ya que sus movimientos se harán sin realizar esfuerzos innecesarios que lo perjudiquen.

En este proceso también se señala la modificación del espacio, ya que la altura a la que se encontraban trabajando no era la adecuada para realizar esta operación, por lo tanto, se implementó la ergonomía, para identificar la altura del operario, así como la altura de la salida de fluido, la cual se describe en la **FIGURA 36-4**, misma que indica la postura que debe adquirir el operario al permanecer sentado al igual que las características de silla descritas en la figura ya mencionada.

En la propuesta **4.2.2 (MÉTODOS)**, se obtuvo la agilidad del proceso así como la estandarización de la calidad, enfocándose al peso establecido que debe llevar cada frasco además de las distancias que debe tener el contenedor de estos cuando se encuentran vacíos, la salida del fluido y la mesa que se encuentra del lado derecho del operador.

Con la Propuesta **4.2.3 (AUTOMATIZACIÓN)** se genero un circuito electro neumático que dio como resultado el seguimiento de las funciones descritas en las **FIGURAS 39-4, 40-4 Y 41-4** que describen el procedimiento de llenado en cada uno de los frascos, los cuales contendrán la misma cantidad de bálsamo blanco.

Dentro del estudio de productividad, se consideraron diferentes puntos como los salarios, la adquisición de la maquinaria, mantenimiento, depreciación; todos estos datos estimados ya que dicho proyecto dentro del alcance no se menciona la parte financiera, para lo cual se realizan cotizaciones y se instala una maquina tal cual se pretende realizar y así comprobar nuestra teoría.

Por lo tanto es importante mencionar que no obstante el proyecto se realizo con las posibilidades tanto de la empresa como de la escuela con el fin de probar que es posible tener un control de calidad que nos permita que el producto tenga constantemente la misma cantidad de producto.

El estudio antes mencionado trajo como consecuencia un 84% de productividad, al suponer que el frasco se llenaría en 3 segundos, al hacer la prueba y si este tardara mas tiempo en realizarse, la productividad seguiría siendo de gran importancia ya que en la parte donde obtuvimos mayor ahorro fue en los salarios.

Capítulo 6

6.1 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1.1 Conclusiones

Al finalizar este proyecto se obtuvo por añadidura la satisfacción de las necesidades de los clientes y se obtuvieron resultados óptimos tanto para el llenado como para la seguridad de los operarios a si mismo se obtuvo agilidad en el proceso, exactitud en el peso, ahorro en los salarios, en el proceso de la elaboración del producto, normas de calidad, seguridad e higiene

Al mismo tiempo se obtuvo un gran avance al evitar las mermas del producto ya que la válvula que se tenía anteriormente cuando se cerraba se quedaba un poco de producto goteando, ya que de esta manera el producto que permanece dentro del recorrido del cierre del actuador a la salida se utiliza para que el peso del producto llegue a donde debe de ser.

Se considera que en este punto la empresa se encuentra en competitividad ante la competencia ya que al adquirir maquinaria con tecnología de punta, genera un que el producto este hecho con una calidad que las otras empresas aun no lo pueden realizar.

Al mismo tiempo la empresa sabe que sus clientes tendrán la satisfacción de que cuentan con una empresa que respalda sus necesidades y se preocupa por cada día permanecer a la vanguardia.

6.1.2 TRABAJO FUTURO

Dentro de este proyecto me pude dar cuenta de lo importante que es que una empresa cuente con tecnología para realizar sus productos, sobretodo en la rama de esta fabrica donde lo importante es contar con la calidad en los productos y la presentación de los mismos, por lo tanto es importante tomar en cuenta para un trabajo futuro dentro de esta misma área las siguientes ramas:

- Estandarizar el peso de los frascos, ya que si existe menos diferencia entre un frasco vacio y el otro el producto final será más exacto.
- La presentación de los frascos llenos, es decir, adquirir una maquina que etiquete los frascos, ya que actualmente el frasco vacio, se le realiza la etiqueta por medio de serigrafía. Por lo tanto no da un aspecto muy bueno en calidad visual.
- Otro trabajo por realizar, seria ajustarle a la maquina que en este proyecto se menciona un sujetador con el fin de que el operario no tenga pe sostener el frasco al inicio del proceso para evitar que este se caída o se derrame el producto.
- Realizar un estudio para poder implementar dos válvulas de la misma salida con el fin de que se llenen dos frascos a la vez y se tenga una mayor producción.

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1-2 Mapa del estado donde se encuentra..... | 5 |
| FIGURA 2-2 Calle norte 14 No.342 C.d. Industrial..... | 5 |
| FIGURA 3.2 Ejemplo de datos del diagrama de pareto..... | 9 |
| FIGURA 4-2 Ejemplo de la grafica del diagrama de pareto..... | 10 |
| FIGURA 5-2 Ejemplo de diagrama de esqueleto de pez o de causa y efecto..... | 10 |
| FIGURA 1-3 Válvula 5/2, con pilotaje electro neumático..... | 16 |
| FIGURA1-4 Vaselina junto a la olla..... | 19 |
| FIGURA 2-4 Vaciar la vaselina..... | 19 |
| FIGURA 3-4 Impulsa la pala para sacar la vaselina..... | 20 |
| FIGURA 4-4 Introduce de la vaselina a la olla..... | 20 |
| FIGURA 5-4 Vaselina calentándose..... | 21 |
| FIGURA 6-4 Primera mezcla..... | 21 |
| FIGURA 7-4 Sustancias restantes..... | 22 |
| FIGURA 8-4 Temperatura de la mezcla..... | 22 |
| FIGURA 9-4 Frascos en los contenedores..... | 23 |
| FIGURA 10-4 Los contenedores junto a la válvula de salida del líquido..... | 23 |
| FIGURA 11-4 Lado izquierdo de la operadora..... | 24 |
| FIGURA 12-4 Operadora parte trasera..... | 24 |
| FIGURA 13-4 Operadora lado derecho..... | 24 |
| FIGURA 14-4 Operadora llenando frascos..... | 25 |
| FIGURA 15.4 Acumulación de frascos llenos..... | 25 |
| FIGURA 16-4 Todos los frascos llenos en el proceso de enfriamiento..... | 26 |
| FIGURA 17-4 Tapas de los frascos..... | 26 |
| FIGURA 18-4 Coloca tapa en el frasco..... | 27 |
| FIGURA 19-4 Tapando el frasco..... | 27 |
| FIGURA 20-4 Toma frascos tapados..... | 28 |
| FIGURA 21-4 Coloca frascos tapados en la caja..... | 28 |
| FIGURA 22-4 Primera fase de los frascos en la caja..... | 29 |

| | |
|--|----|
| FIGURA 23-5 Coloca papel separador..... | 29 |
| FIGURA 24-4 Segunda fase de frascos..... | 29 |
| FIGURA 25-4 Tabla de muestras y funciones estadísticas..... | 30 |
| FIGURA 26-4 Grafica de la muestra..... | 31 |
| FIGURA 27-4 Diagrama de flujo considerando el movimiento del material, con tiempo y distancias..... | 32 |
| FIGURA 28-4 Resultado del diagrama de flujo..... | 33 |
| FIGURA 29-4 Datos para el diagrama de flujo..... | 34 |
| FIGURA 30-4 Resultado del diagrama de pareto..... | 35 |
| FIGURA 31-4 Diagrama de esqueleto de pez o de causa y efecto..... | 35 |
| FIGURA 32-4 Área de trabajo..... | 36 |
| FIGURA 33-4 Condiciones del área..... | 37 |
| FIGURA 34-4 Condiciones del operador..... | 38 |
| FIGURA 35-4 Maquina propuesta, vista de perfil y superficial..... | 40 |
| FIGURA 36-4 Postura y distancia adecuada..... | 41 |
| FIGURA 37-4 Movimiento de los brazos..... | 41 |
| FIGURA 38- 4 Diagrama electro neumático..... | 44 |
| FIGURA 39-4 Posición inicial del proceso..... | 44 |
| FIGURA 40-4 Acción del botón..... | 45 |
| FIGURA 41-4 Señal de la báscula activada..... | 46 |

BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.basculasbalanzas.com/instrumentos-de-medicion/celdas-de-carga.html>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>
- <http://www.youtube.com/watch?v=5rkQPJajBHI>
- Estadística aplicada a los negocios y la economía
Autores: Douglas A. Lind, William G. Marchal, Samuel A. Wathen
Decimotercera edición
Editorial Mc Graw Hill
- Manual de trabajo FESTO didáctico
Electroneumática, nivel básico
TP-201/2000
Edición: 04/1998
Autores: C. Rouff, D. Waller y S. Sperrfechter