Universidad Latina de Costa Rica
Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Trabajo Final de Graduación

“Implementación de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S.A.”

Sustentante
Jonathan Jesús Bolaños Alfaro

Universidad Latina de Costa Rica, sede de Heredia,
el 7 de enero del 2022.

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
POWERED BY Arizona State University

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Implementacion de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia S.A, por el estudiante: Jonathan Jesús Bolaños Alfaro, fue aprobaba por el Tribunal Examinador de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Latina de Costa Rica, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica:

Ing. Freed Castillo Moya

Tutor

Ing. Andre Tabash Matamoros

Lector

Ing. Oscar Jesús Delgado Jiménez

Representante

Heredia, 7 de enero de 2022

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Implementacion de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia S.A, elaborado por el estudiante Jonathan Jesús Bolaños Alfaro puedan optar por Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,

Ing. Freed Castillo Moya

Tutor

Heredia, 7 de enero de 2022

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Implementacion de mejora en los tiempos de llenado en la empresa Interquin de Grecia S.A, elaborado por el estudiante Jonathan Jesús Bolaños Alfaro puedan optar por Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,

Tabash

Ing. Andre Tabash Matamoros

Lector

HOJA DE REVISIÓN POR PARTE DEL FILÓLOGO

CONSTANCIA

La que suscribe, Marian Víquez Soto, Licenciada en Literatura y Lingüística con énfasis en Español y Bachiller en la Enseñanza del Español, de la Universidad Nacional.

HACE CONSTAR

Que se ha realizado la revisión de corrección de estilo dentro de los marcos generales de redacción del informe final – Tesis titulada "Implementación de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S.A." del estudiante responsable de la investigación: **Licenciado Jonathan Jesús Bolaños Alfaro**, cédula #1-1734-0392 para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Electrónica, de la Universidad Latina de Costa Rica, Sede de Heredia, Heredia, Costa Rica; la misma cumple con los requisitos exigidos en la redacción de trabajos finales de graduación.

Por lo tanto, se declara SUFICIENTE y PERTINENTE en todo su contenido.

Se extiende la presente a solicitud de los interesados, Registro académico de la Universidad Latina de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electrónica, Sede Heredia, Heredia, Costa Rica, para los fines que consideren pertinentes y convenientes, en la ciudad de Heredia, a los nueve días del mes de enero del dos mil veintidós.

Marian Víquez Soto

Marian Víquez Soto.

Cédula 4-227-133.

Carné 88995.

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Jonathan Jesús Bolaños Alfaro estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual del Proyecto de Graduación titulado:

"Implementación de mejora en los tiempos de llenado en la empresa Interquin de Grecia, S.A."

Por lo que librero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en Carillos de Poas, 7 de enero 2022

Jonathan BA

Jonathan Jesús Bolaños Alfaro

"Carta autorización del autor (es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación"

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016, revisada el 24 de Abril de 2020

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):
Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para mas de un autor separe con " ; "
Bolaños Alfaro, Jonathan Jesús

De la Carrera / Programa: Ingeniería Electromecánica
autor(es) del trabajo final de graduación titulado:

"Implementación de mejora en los tiempos de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S.A."

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página Web institucional, así como medios electrónicos en general, Internet, Intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de la misma.

La presente autorización se extiende el día *(Día, fecha)* viernes, 14 del mes enero de año 2022 a las 11:30pm . Asimismo doy fe de la veracidad de los datos incluidos en el documento y eximo a la Universidad de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores
Según orden de mención al inicio de ésta carta:

Jonathan BA

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
POWERED BY Arizona State University

HOJA DE AGRADECIMIENTOS

Agradecer primero a Dios, por darme la fuerza para salir adelante y permitirme finalizar esta etapa.

A mis padres, que me apoyaron desde un inicio y gracias a ellos, pude concluir esta etapa. Agradezco especialmente a mi novia Michelle Delgado Meneses por la motivación, apoyo y ayuda que me ha dado durante esta etapa.

También agradecer a la empresa Interquin de Grecia, S.A que me brindo la oportunidad de poder realizar este proyecto.

Por último, agradecer a mi tutor Freed Castillo Moya por la orientación durante este proyecto.

HOJA DE DEDICATORIAS

A mis padres,
Geovanny Bolaños Quesada
Xinia Alfaro Alfaro.

A mi novia,
Michelle Delgado Meneses.

RESUMEN

El presente trabajo final de graduación aborda el tema que se presenta en la empresa Interquin de Grecia, S.A, dedicada a la fabricación y venta de productos de limpieza para el hogar e industria, la cual se fundó el 5 de abril de 1990 y en promedio, tiene un volumen de ventas entre 18 y 20 millones. Por el momento Interquin de Grecia exporta a Panamá, un promedio de 8 mil dólares anuales. Anteriormente, se mencionó que Interquin de Grecia se dedica a la fabricación, en donde fabrica productos como jabón de manos, alcohol en gel, desengrasantes, desinfectantes tanto para pisos como instrumentos quirúrgicos y muchos más.

Interquin de Grecia, S.A adquirió una máquina llenadora de líquidos viscosos y no viscosos para facilitar y aumentar la eficiencia del proceso de llenado de envases, cuando anteriormente este proceso se realizaba manualmente, lo cual tardaba hasta 50 segundos solamente en un galón, mientras que la maquina en ese tiempo, casi puede llenar 5 galones. La máquina adquirida por la empresa facilita el llenado de 5 galones en un tiempo promedio de 1 minuto con 10 segundos aproximadamente, esto es líquidos viscosos que tienen densidades aproximadas de 921 kg/m3 y no viscosos con una densidad aproximada de 998 kg/m3, esto facilita a la empresa y a los trabajadores el poder realizar una mayor cantidad, aproximadamente un 50% más de producción que cuando se realizaba manualmente.

El único inconveniente es que esta máquina presenta el problema de que, a la hora de trabajar, llena de una manera desigual los galones lo que genera que se presente una variación de un 20% y un 30% de diferencia en cada envase, lo cual produce un atraso en el proceso, ya que el operario al final de cada lapso debe completar individualmente los envases faltantes por llenar completamente, esto provoca entonces un gasto innecesario de tiempo y electricidad. Ante esto, el tema a trabajar es la solución de este problema, para que así se llegue a trabajar de una manera más rápida y eficiente.

ÍNDICE GENERAL

Índice General

CAPÍTULO I..... 16

1. PROBLEMA Y PROPÓSITO 17

1.1. Síntoma..... 17

1.2. Causas 18

1.3. Pronóstico..... 18

1.4. Control al pronóstico. 18

1.5. Formulación del problema 19

1.6. Sistematización del problema 19

1.7. Objetivo General..... 20

1.8. Objetivos Específicos. 20

CAPÍTULO II..... 21

2. MARCO TEÓRICO 22

Marco Situacional..... 22

2.7. Marco Conceptual o Marco Teórico del Objeto de Estudio 25

2.7.2. Tipos de Llenadoras 39

2.8. Hipótesis 46

2.9. Limitaciones. 46

2.10. Alcances 47

CAPÍTULO III..... 48

3. Desarrollo 49

3.1. Inspección de la máquina 49

3.2. Mantenimiento de las tuberías y del sistema de bombeo..... 50

3.3. Prueba de máquina para ver las diferencias de volumen que genera en cada boquilla dosificadora 52

3.4. Diagnóstico y sustitución de partes a mejorar para lograr el objetivo 53

3.5 Calibración 57

3.6. Análisis de resultados y tiempos de llenado 58

3.7. Instalación de la nueva máquina 60

3.8. Análisis de resultados y mejoría de tiempos 64

Conclusiones 66

Recomendaciones 67

Bibliografía 68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tiempos Promedios de la muestra que se obtiene antes del proyecto 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Espacial 23
Figura 2. Organigrama..... 24
Figura 3. Estructura máquina de llenado 27
Figura 4. Tanque de Almacenamiento..... 28
Figura 5. Bomba Neumática 29
Figura 6. Motor 30
Figura 7. Tornillo sin Fin 32
Figura 8. Piñones y Riel..... 33
Figura 9. Banda Transportadora..... 34
Figura 10. Banda con Separadores 35
Figura 11. Válvulas 36
Figura 12. Mangueras y tuberías 37
Figura 13. Engranajes 38
Figura 14. Sensor 39
Figura 15. Llenadora Manual por Contrapresión 40
Figura 16. Llenadora Manual por Gravedad 41
Figura 17. Llenadora Semiautomática por Gravedad 42
Figura 18. Llenadora Lineal 43
Figura 19. Llenadora Rotativa 44
Figura 20. Llenadora Volumétrica..... 45
Figura 21. Llenadora Semiautomática por Vacío..... 46
Figura 22. Diferencias de llenado 50
Figura 23. Limpieza de Boquillas..... 51
Figura 24. Filtro de la Bomba 52
Figura 25. Tubería Principal 54
Figura 26. Mangueras de Distribución 55
Figura 27. Manguera Principal Nueva 56
Figura 28. Llaves de Paso Instaladas..... 57
Figura 29. Nivel de Líquido Homogéneo 58

Figura 30. Lugar Destinado para la Instalación de la Máquina 61
Figura 31. Cilindro donde se Calibra la Cantidad de Líquido Deseado 62
Figura 32. Boquilla para Bolsas para Dispensadoras 63
Figura 33. Tipos de envases 64

CAPÍTULO I.

1. PROBLEMA Y PROPÓSITO

1.1. Síntoma

La intervención en la parte de llenado de líquidos viscosos y no viscosos, como por ejemplo jabón de manos y alcohol líquido de la empresa, Interquin de Grecia S.A., para poder realizar las ordenes de producción de una manera más rápida y eficiente, debido a que la llenadora de envases presenta un problema que a la hora de ponerla en funcionamiento los envases se llenan en diferente orden y en diferentes tiempos, lo cual produce que el personal se atrase completando los operarios, ya que deben de rellenar los envases faltantes mientras llenan nuevos desde cero, esto produce un desperdicio de tiempo que podría ser aprovechado en otras funciones.

Interquin de Grecia S.A. tiene un sistema de ventas conforme a la demanda, esto hace referencia a licitaciones que le hace a entidades públicas, este es su mercado principal. Por otra parte, tiene vendedores en diferentes zonas del país; un ejemplo de esto es la zona Atlántica y en la GAM, por lo que las ventas en estas zonas y producción de ellas mismas, se basan en la demanda. Todo esto crea un volumen aproximado de 4 mil litros mensuales de los diferentes productos que la empresa ofrece, los cuales se mencionan anteriormente.

Para todo este volumen utiliza una única máquina llenadora, que es tipo lineal semiautomática, esta máquina se utiliza para las producciones de gran nivel, con gran nivel se refiere a producciones de más de 40 galones y para las producciones de menor nivel, es decir, menores a 30 galones, este proceso se hace artesanalmente.

Como Interquin de Grecia S.A. cuenta con solo una máquina llenadora es la única que presenta el problema de llenado, lo cual produce una pérdida de tiempo, donde por cada serie de llenado de cinco galones, se pierde aproximadamente 40 segundos.

1.2. Causas

La máquina para intervenir cuenta con un sistema de una bomba que trabaja con un motor mono fásico, la cual toma líquido de un tanque de almacenamiento en acero inoxidable y de ahí, se sube a una caja que se divide en cinco líneas de distribución, 7/16 de diámetro interno que va a cada boquilla.

En donde cada una de estas, llena un envase y esto causa que no se controle la cantidad de líquido que va a cada uno; esto se debe a que no existe ningún control de flujo en las líneas de distribución de cada boquilla y aparte en la inspección, se detecta que en la tubería principal existen accesorios innecesarios los cuales aumentan la cantidad de pérdidas de potencia de la bomba, así como las líneas de distribución de cada boquilla que son de diferente longitud, lo cual provoca que exista una distancia mayor entre cada una, por lo que esto perjudica la cantidad de líquido que va a llegar a cada uno.

1.3. Pronóstico

Las consecuencias para la empresa se ven reflejadas en la pérdida de tiempo de los empleados completando las ordenes de producción, lo cual atrasa la entrega de pedidos, también, la maquina funciona a partir de aire comprimido, lo cual genera un gasto en exceso porque al final se tiene que estar llenando cada galón por separado con el faltante hasta completarlo totalmente, por lo que esto produce un gasto innecesario de aire comprimido que también genera un gasto eléctrico mayor, debido a que el compresor tendría que estar sustentando el aire que necesita la máquina.

1.4. Control al pronóstico

Los procedimientos por realizar para resolver el llenado heterogéneo son los siguientes. El primer paso es la inspección de las tuberías que van desde la bomba hasta la boquilla y a partir de esto, se ven factores que perjudican la eficiencia de la bomba, como accesorios innecesarios que lo único que provocan son perdidas innecesarias a la tubería principal, disminuyendo la eficiencia.

Seguidamente, se observa una longitud desigual de 10cm a 20cm aproximadamente de cada manguera, de la boquilla al punto de distribución, lo cual se sabe que es necesario la misma longitud para no tener perdidas disímiles en el caudal de cada boquilla. Por último, se trabaja en la parte de instalación de una llave de paso en cada manguera distribuidora, lo cual va a permitir limitar el flujo a cada boquilla para lograr con éxito un llenado homogéneo.

Si se presenta el escenario en donde no se logra resolver el problema raíz, mencionado anteriormente. Por lo que la empresa, se seguirá viendo afectada tanto en tiempos de entrega, tiempos de producción y costos como electricidad. Lo cual no permitirá en un futuro tener una mayor capacidad de producción en un menor tiempo.

1.5. Formulación del problema

El problema de la máquina de llenado, lineal semiautomática es que no existe un control de flujo por igual en las líneas de distribución que se dirigen a cada boquilla; además, la longitud de la línea de distribución de cada boquilla no es homogénea, lo cual provoca perdidas innecesarias, provocando una variación en la cantidad de flujo que llega al final de cada boquilla. Esto causando un gasto de tiempo innecesario, debido a que si este mecanismo existiera la máquina llenaría cada envase por igual, lo cual reduciría a un menor tiempo, el llenado de cada envase.

1.6. Sistematización del problema

Para resolver el problema raíz de la empresa Interquin de Grecia S.A., se utilizó un sistema en el cual, se cambia la manguera principal de la bomba para así disminuir la cantidad de perdidas, además se trabaja sobre las mangueras de distribución, ya que estas eran de diferentes longitudes, se corrige esta diferencia para así lograr una longitud uniforme en todas las mangueras y no afectar el caudal de líquido de cada boquilla. Por último, se instala una llave de paso en cada

manguera de distribución, con el fin de regular el caudal y así lograr un llenado homogéneo.

1.7. Objetivo General

Aumentar la capacidad de producción en el área de llenado de líquidos viscosos y no viscosos de la empresa Interquin de Grecia S.A. mejorando el proceso de llenado para disminuir tiempos mediante la instalación de una nueva máquina que permita el llenado de envases pequeños, además de la calibración del equipo actual, para así lograr producir más cantidad en un menor tiempo.

1.8. Objetivos Específicos

- Analizar el problema que presenta la máquina, lo cual genera la desigualdad de llenado.
- Implementar dichas soluciones, para así poder solucionar el problema de la máquina.
- Instalar una segunda máquina de llenado para los envases de menor tamaño que se encuentran sin utilizar.
- Monitorear que la maquina quede funcionando de la mejor manera y cumplir con las expectativas de la empresa, en donde la expectativa es reducir el tiempo de llenado.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO

Marco Situacional

2.2. Antecedentes Históricos de la empresa

Interquin de Grecia S.A. es una empresa 100% costarricense, fundada el 05 de abril de 1990, con el propósito de solventar las necesidades del mercado nacional e internacional, ofreciendo siempre ideas creativas e innovadoras de productos químicos para la limpieza y desinfección general en industria alimentaria, comercio, hospitales, industrias bananeras, instituciones públicas, tratamiento de agua de piscinas, aguas de calderas y la industria en general.

Además de ser una empresa comprometida con el ambiente, ya que posee valores y principios de sostenibilidad, al utilizar únicamente materias primas 100% biodegradables, con las cuales se garantiza que no causan daños al ser humano ni a nuestro medio ambiente.

Por otra parte, la empresa también reutiliza los envases (galones, pichingas y estañones) para envasar sus diversos productos y con ello, ayudar a reducir el impacto ambiental que posee el planeta.

2.3. Misión de la empresa

Somos una empresa química que satisface las necesidades de limpieza y desinfección del mercado actual, ofreciendo productos y accesorios de la más alta calidad en materia de limpieza y desinfección; generando productos amigables con el ambiente, que contribuyen al desarrollo socioeconómico sostenible de Costa Rica y a generar divisas económicas rentables para atender su crecimiento y retribuir la inversión a sus socios, propietarios y al país.

2.4. Visión de la empresa

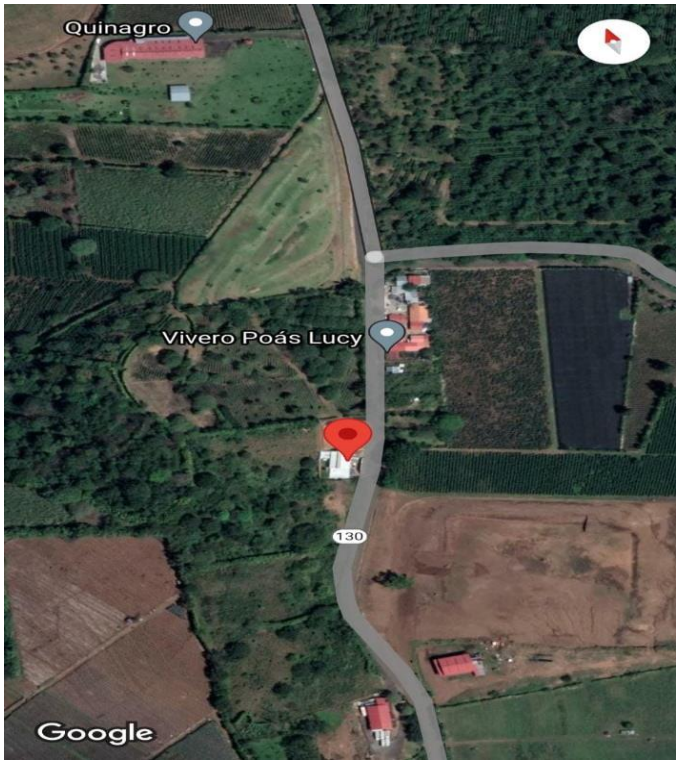
Ser una empresa líder en Costa Rica. Contribuir al desarrollo socioeconómico de Costa Rica con productos de alta calidad y amigables con el

ambiente; a partir de las exigencias de sus clientes y del conocimiento de sus colaboradores, para lograr la excelencia. Satisfacer y garantizar la lealtad y aumentar el valor generado por cada uno de ellos, en materia de limpieza y desinfección.

2.5. Ubicación espacial

La planta de fabricación y comercialización de la empresa Interquin de Grecia S.A. se encuentra ubicada en Alajuela, Poas, carretera camino a la Hilda, de pinturas alfa 300 metros este, edificio de metal color blanco a mano izquierda.

Figura 1. *Ubicación Espacial*



Fuente: Google Maps.

2.6. Organigrama

Interquin de Grecia S.A. cuenta actualmente con 7 colaboradores. En donde 1, se encuentra en el área de recepción, la 2 se encuentran en el área de

producción, 1 en el área de mantenimiento, 1 en el área de transporte y por último, las otras 2 en el área administrativa.

En el siguiente gráfico, se observar la estructura organizativa de la empresa Interquin de Grecia S.A.

Figura 2. *Organigrama*

Fuente: Interquin de Grecia S.A.

A continuación, se describirán las funciones del organigrama presentado en la imagen anterior.

2.6.1. Gerente General

Es la persona encargada de las evaluaciones del cumplimento de las funciones de los diversos departamentos existentes, además de esto, se encarga de coordinar con el área administrativa para asegurarse de los registros y los demás procedimientos, se realicen de manera correcta.

2.6.2. Administrador

Es la persona que se encarga de la dirección, control de actividades, planeación y organización de la empresa. Además, se encarga de que se manejen los recursos de manera óptima, recursos como materiales, maquinaria, personal. Para así, poder cumplir con las metas finales de la organización.

2.6.3. Ventas

Es la persona encargada de un grupo de clientes en una zona específica, en donde ofrece a los clientes, los diversos productos que la empresa ofrece para así poder ampliar las ventas. Además, coordina con la empresa para la producción de todos los productos que se solicite en un tiempo estimado.

2.6.4. Producción

Es la persona responsable de velar por la producción de la empresa, por todos sus productos y de las tareas de los operarios. Además, se encarga de velar por la calidad de todos los productos producidos y su proceso de manufactura, esto es que, su proceso de echar la materia prima se haga en su debido orden ya que, si se hace de otra manera, el producto va a terminar con una calidad diferente a las demás.

2.7. Marco Conceptual o Marco Teórico del Objeto de Estudio

En este capítulo, se desarrolla el marco conceptual o teórico, en donde se abordan temas que son indispensables para la compresión del trabajo como tal. Se encuentran temas como la arquitectura general de las máquinas y sus diferentes tipos.

2.7.1. Arquitectura de las Máquinas Llenadoras

Una maquina llenadora consta de diversos elementos para formar la estructura y así poder desempeñar un trabajo específico según el área en que se desempeñe,

por lo general, la mayoría de máquinas que trabajan con productos químicos en ellos, se utiliza materiales de acero inoxidable en específico, acero inoxidable 316, la cual es una aleación del hierro resistente a la corrosión y que contiene un mínimo del 11% de cromo y este le provee la capacidad de corrosión, al formar una partícula superficial pasivante.

Esta cualidad de este tipo de metal permite una resistencia a la corrosión; alargando la vida útil de las máquinas, por lo que se requiere un menor mantenimiento que otros tipos de acero (López y Cuero, 2009:55).

Se va a mostrar los elementos principales de una máquina de llenado:

2.7.1.1. Estructura de una Máquina de Llenado

Es la principal parte de la máquina, se basa en un chasis, en donde sirve de punto de apoyo para sujetar todos los elementos necesarios y así lograr el funcionamiento; por lo general, se utiliza material de acero inoxidable por su fácil lavado y para evitar la corrosión (López y Cuero, 2009:96).

A continuación, se muestra la estructura de la máquina de llenado:

Figura 3. *Estructura máquina de llenado*

Fuente: Elaboración Propia

2.7.1.2. Tanque de Almacenamiento

Son recipientes con forma cilíndrica o cuadrada que están diseñados para almacenar, conservar y suministrar de productos, tanto líquidos como sólidos (Yafac, 2019:19). La función de suministrar el líquido a la bomba, lo hace mediante diferentes tuberías (López y Cuero, 2009:90).

El tanque de almacenamiento es muy utilizado en la industria, se utilizan de diversas formas dependiendo de si es producción, tratamiento, mantenimiento, etc. Además, son de diferentes materiales dependiendo de su uso, mencionado anteriormente, los materiales más comunes según Yafac (2019:20-21) son fibra de vidrio, acero al carbono y acero inoxidable, estos varían según el sector en cual se ocupen, ya sea alimentario, químico, cosmético, etc. Inclusive existen diversos tipos de tanques de almacenamiento, para nombrar algunos son: Tanque de simple pared, tanques isotérmicos, tanques asépticos, tanques a presión.

A continuación, se muestra el tanque de almacenamiento utilizado en la empresa Interquin de Grecia S.A., donde se puede observar que es de acero inoxidable y su uso es para el almacenamiento de líquidos viscosos o no viscosos.

Figura 4. *Tanque de Almacenamiento*

Fuente: Elaboración Propia

2.7.1.3. Bomba Neumática de Doble Diafragma Accionada por Aire

Según Delgado (2015:10) estás bombas se pueden operar con diversos líquidos como pinturas, aguas residuales, químicos y esto produce que tengan una gran versatilidad. Estas bombas son auto-cebantes, ya que pueden operar indefinidamente en seco.

Para el funcionamiento de estas bombas, se da un ciclo de aspiración e impulsión del fluido, en donde las cámaras están dividas por el diafragma, pero están conectadas por medio de una barra. Está en contacto con el aire comprimido y la otra, con el fluido.

Cuando el aire llega a la cámara correspondiente, se aplica una presión sobre la otra cámara que interactúa con el líquido, provocando que salga por la descarga de la bomba. La cámara que contiene el fluido tiene que hacer un proceso de ser despresurizada y como resultado, crea una succión para que así, se llene con nuevo fluido.

Según Vargas (2006:63) se encarga de sustraer y suministrar el líquido del tanque de almacenamiento a la tubería principal que distribuye a las diferentes válvulas.

A continuación, se muestra una bomba neumática.

Figura 5. *Bomba Neumática*

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.3. Motor

Según López y Cuero (2009:34) es el encargado de suministrar el movimiento del eje x de la maquina en la cual, se moviliza la banda transportadora.

Según Márquez (2017:34-35) los motores eléctricos transforman la energía eléctrica en energía mecánica y dependiendo de la corriente que utilicen puede ser

motores de corriente continua o de corriente alterna. En donde su velocidad de sincronismo viene definida en la siguiente formula:

$$n = \frac{60f}{p}$$

En donde:

- n: Número de revoluciones por minuto.
- f: Frecuencia de la red.
- p: Número de pares de polos de la máquina.

A continuación, se muestra un motor de inducción de corriente alterna de una máquina de llenado.

Figura 6. *Motor*

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.4. Tornillo sin fin

Según Landín (2018:párr.2) el tornillo sin fin es el más utilizado en los mecanismos de transmisión. Contiene un sistema de un tornillo con dentado

helicoidal. Una de las características de los tornillos sin fin, es que transmiten un movimiento circular en el eje x y en el eje y.

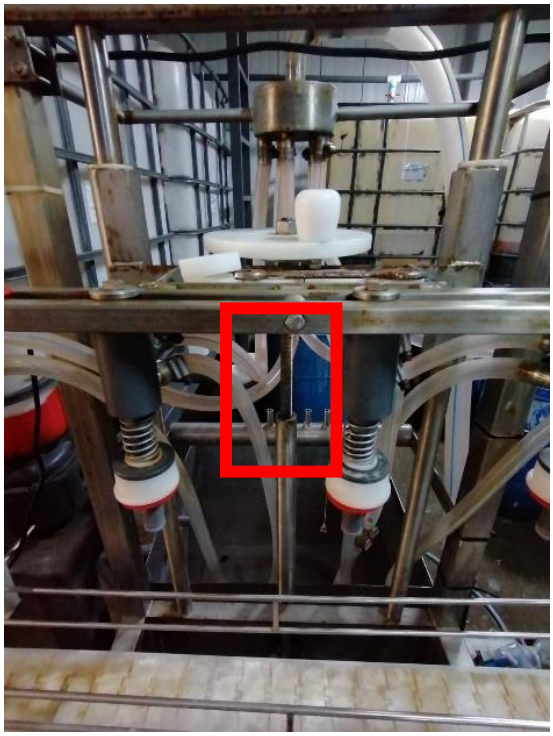
Entre sus consecuencias, se encuentra que generan perdidas de energía, lo cual produce una pérdida de rendimiento. Este tornillo se considera como el reductor más simple, lo cual provoca que puedan tener múltiples aplicaciones, tales como:

- Mecanismos sin fin como reductores de velocidad de pequeños motores.
- Sistema de puertas automáticas.
- Instrumentos musicales.
- Mecanismos de sujeción.
- Transportadores helicoidales.
- Cajas de dirección en automoción.
- Gatos mecánicos de husillo.

Por lo cual, en una máquina de llenado el tornillo sin fin, según López y Cuero (2009:32) este se encarga del movimiento y ajuste de altura de los dosificadores que van a ser los encargados de llenar los recipientes.

A continuación, se muestra un tornillo sin fin.

Figura 7. *Tornillo sin Fin*



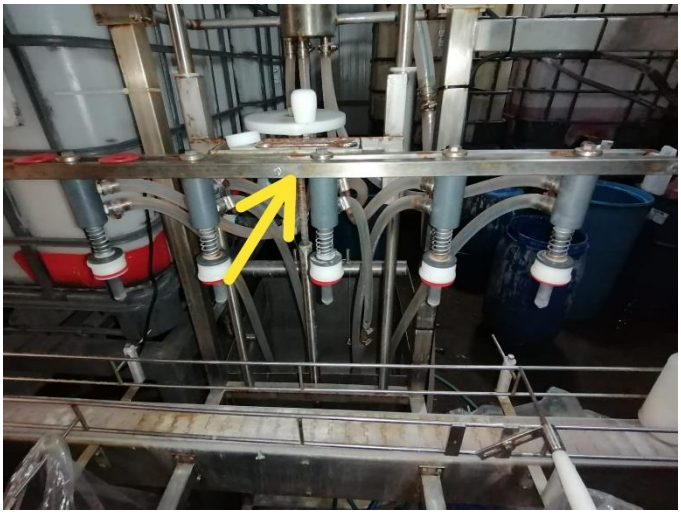
Fuente: Elaboración propia

2.7.1.5. Riel

Realiza el movimiento de los dosificadores en el eje x para poder ajustar, según sea la necesidad del envase (López y Cuero, 2009:29).

A continuación, se muestra un riel.

Figura 8. *Piñones y Riel*



Fuente: **Elaboración propia**

2.7.1.6. Banda transportadora

Es la encargada de movilizar y acomodar los envases antes, durante y después del llenado, por lo que, es la parte principal del transporte y movimiento de todos los envases (López y Cuero, 2009:29). Las cuales pueden tener forma recta o curva, esto es según a la distribución de la industria y el posicionamiento de la máquina (Vargas, 2006:63).

Según Salinero (2013:13-15), el componente más importante en una banda transportadora es la banda de goma, esto se debe a que contiene el material transportado y transmite la fuerza necesaria para transportar el producto.

Además, se clasifican según el tipo de tejido (algodón, de cable de acero, tejidos sintéticos), disposición del tejido (varias telas o capas) y según el aspecto de la superficie de la carga (lisas, rugosas, con tacos).

A continuación, se muestra una banda transportadora.

Figura 9. *Banda Transportadora*

Fuente: Elaboración propia

Además, existe un tipo de banda transportadora, la cual contiene separadores insertados, que según López y Cuero (2009:28) asegura y ubica todos los envases para el llenado correspondiente, en donde los ubica en la banda transportadora.

Dicho esto, se puede referir a la banda con separadores; una extensión de la banda transportadora, la cual ayuda a todo el proceso de llenado de los productos.

A continuación, se muestra una banda con separadores.

Figura 10. *Banda con Separadores*

Fuente: NewCrowMachinery

2.7.1.7. Válvulas

Direccionan y guían el flujo del líquido hacia los dosificadores, los cuales constan de tuberías para la circulación del líquido a envasar (Vargas, 2006:63) (Cruz y Campoverde, 2010:36).

Según González, Matamoros y Oronel (2005:4) una válvula emplea dos funciones: cierre y estrangulación. La selección de estas funciones dependerá de en cuál proceso sea necesaria estas válvulas, ya que se tiene que tomar en cuenta características como: material, capacidades de presión y temperatura, etc.

Además, se mencionan diferentes tipos de válvulas, las cuales son:

- Válvulas de compuerta.
- Válvulas de globo.
- Válvulas de mariposa.
- Válvulas de macho.
- Válvulas de bola
- Válvulas de aguja.
- Válvulas de ángulo.

Entre muchas otras más, en donde cada una está diseñada para una función en específico.

A continuación, se muestra una imagen de una válvula.

Figura 11. *Válvulas*

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.8. Mangueras y Tuberías

Se encargan de distribuir el flujo de líquido desde el tanque de almacenamiento hasta que este llega a los dosificadores (Vargas, 2006:63). A continuación, se muestran las mangueras y tuberías respectivamente.

Figura 12. *Mangueras y tuberías*

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.9. Engranajes

Este es un conjunto de dos piezas dentadas que permiten que los dientes de una de las dos encajen con los huecos de la otra pieza, lo cual produce un movimiento de estas dos, ya sea un movimiento mixto lineal o rotacional.

Cumplen la función de disminuir la velocidad para ser trasmitida a la banda transportadora (Cruz y Campoverde, 2010:140). Existen diversos tipos de engranajes como de dientes helicoidales, de dientes cónicos rectos y de dientes rectos. A continuación, se muestra un engranaje.

Figura 13. *Engranajes*

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.10. Sensores

Según López y Cuero (2009:82), los sensores se encargan de controlar y fijar el nivel de líquido de cada envase.

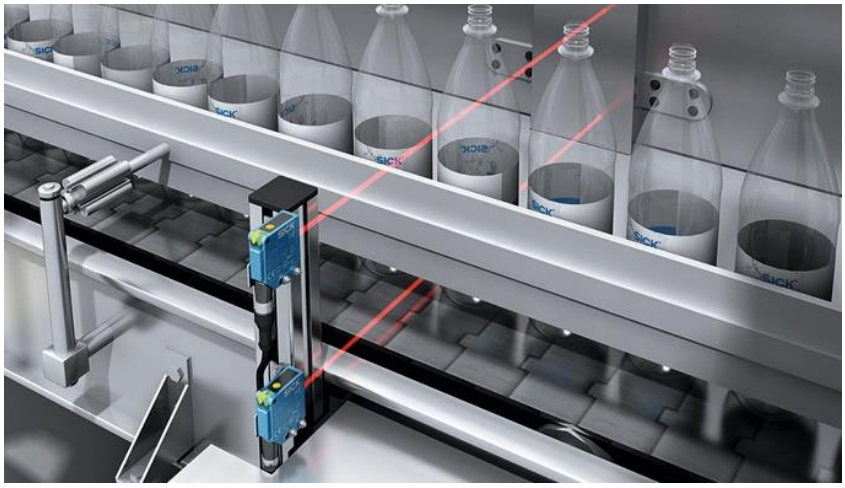
Según López y Cuero (2009:81) el sensor es únicamente un dispositivo de entrada, esto es porque siempre realizara la función de un intermediario entre la variable física y el sistema de medida.

Además, los sensores pueden dar señales eléctricas a la salida, que pueden ser analógicas o digitales. Existe una clasificación de los sensores mediante el principio de transducción; aunque es poco práctico (Corona, Abarca y Mares, 2014:17)

En esta clasificación, se puede encontrar: capacitivo, ultrasónico, magnético, etc. Otro tipo de clasificación que se le puede realizar a los sensores es por el tipo de variable de medida, en este se pueden encontrar de posición, velocidad y aceleración, nivel y proximidad, biométricos, de corriente, color, luz y visión, etc (Corona, Abarca y Mares, 2014:18)

A continuación, se muestra un sensor.

Figura 14. *Sensor*



Fuente: InterEmpresas

2.7.2. Tipos de Llenadoras

En la actualidad existen diversos tipos de llenadoras que permiten a las empresas, empacar sus diferentes productos en menores tiempos establecidos a comparación de su proceso manual. Los cuales son de suma importancia para una mayor eficiencia.

Una llenadora es utilizada para introducir un producto en el interior de un envase, los cuales llegan a manejar diversos productos, como líquidos, gaseosos o sólidos (Alogo, 2015:8). Existen diferentes tipos de llenadores, unas de ellas son:

2.7.2.1. Llenadora Manual por Contrapresión

Estas llenadoras son utilizadas para envasar líquidos que requieren contrapresión, un ejemplo de esto es el líquido espumoso. El primer procedimiento de esta llenadora es presurizar el envase para así poder empezar el llenado, manteniendo la contrapresión para así evitar el espumado.

Su diseño le permite la adaptación de diferentes tamaños de botellas (León y Aucapiña, 2017:6).

Figura 15. *Llenadora Manual por Contrapresión*

Fuente: InoxiMexico

2.7.2.2. Llenadora Manual por Gravedad

La llenadora manual por gravedad es utilizada para envasar todo tipo de líquidos, en donde gracias a su soporte universal permite cualquier botella con tapa roscada. Esta llenadora es maquinada por un sistema biela-excéntrico montado en cojinetes de bronce (Collaguazo y Ortiz, 2005:6).

Figura 16. *Llenadora Manual por Gravedad*

Fuente: Astimec

2.7.2.3. Llenadora Semiautomática por Gravedad

Este tipo de llenadoras son muy tradicionales, ya que no se requiere ayuda de ningún otro elemento para producir el llenado. Esta máquina se utiliza principalmente para llenar productos sin gas y se trabaja a una velocidad media-baja (León y Aucapiña, 2017:7).

Figura 17. *Llenadora Semiautomática por Gravedad*

Fuente: Maquinaria.com

2.7.2.4. Llenadora Lineal

Esta llenadora es utilizada para dosificar recipientes de vidrio o plásticos de diversas formas y tamaños, estas siendo simétricas. Los envases llegan a través de bandas transportadoras en forma ordenada una a continuación de otra, luego debajo de las válvulas dosificadoras se detienen los recipientes.

Una vez el recipiente este lleno, el mismo se evacua para dar paso al siguiente grupo. Este tipo de llenadoras tiene un procedimiento lento (León y Aucapiña, 2017:9) citado por (Collaguazo y Ortiz, 2005:7).

Figura 18. *Llenadora Lineal*

Fuente: Astimec

2.7.2.5. Llenadora Rotativa

Este tipo de llenadora se emplea en la dosificación a envases de plásticos o vidrio hasta un tamaño limitado. Este tipo de máquina los envases que ingresan a la máquina son transportados y llenados al mismo tiempo, lo que causa que la máquina nunca se detenga, por lo que, la producción es bastante alta a comparación a otras llenadoras. En este tipo de sistema, se manejan estrellas para sincronizar el ingreso y salida de botellas (León y Aucapiña, 2017:10) (Collaguazo y Ortiz, 2005:7).

Está diseñada para ahorrar espacio en planta y para lograr grandes lotes de producción, debido a su rapidez. Su modo de operación es por medio de una plataforma giratoria, por la cual pasan las botellas, lo que provoca que no se tenga que detener al momento de envasar.

Esta llenadora cuenta con una pequeña elevación, en donde provoca que las botellas suban y encajen con las boquillas de la máquina, para así proseguir con el llenado de la botella (Cruz y Campoverde, 2010:26) (Vásquez y Cortés, 2014:16).

Figura 19. *Llenadora Rotativa*

Fuente: TDD Machines.

2.7.2.6. Llenadora Volumétrica

Según Collaguazo y Ortiz (2005:8), esta llenadora es la más apropiada para el llenado de productos viscosos como aceite vegetal, mineral, detergentes, etc. Lo más importante es la máxima precisión en la cantidad de llenado.

El depósito de la máquina se sitúa en la parte superior del grupo de válvulas y es de gran capacidad. Los envases ingresan por la cinta transportadora por medio de una estrella, que las coloca sobre soportes móviles que, a su vez, las elevan hasta introducir las válvulas en las mismas, produciendo el llenado hacia las paredes del envase.

Figura 20. *Llenadora Volumétrica*

Fuente: Olmos

2.7.2.7. Llenadora por Gravedad a Nivel

Esta llenadora es la indicada para productos muy fluidos, un ejemplo de estos es el agua, vinagre, vino, detergentes o cualquier otro producto que entre en esta categoría.

El depósito de la máquina se sitúa en la parte superior y está construido en acero inoxidable; su control está directamente hecho desde un PLC (León y Aucapiña, 2017:11) citado por (Collaguazo y Ortiz, 2005:9).

2.7.2.8. Llenadora Semiautomática por Vacío

Esta máquina trabaja con un sistema cerrado, evitando así la contaminación del producto que está siendo envasado, además cuenta con la característica especial que permite regular el nivel de llenado de forma individual, esto es gracias a unos ajustes en el pistón, que pueden ser ejecutados durante el proceso de llenado (León y Aucapiña, 2017:8).

Figura 21. *Llenadora Semiautomática por Vacío*

Fuente: Olmos

2.8. Hipótesis

Como se ve el problema que se presenta en la máquina de llenado de líquidos viscosos y no viscosos, se propone una solución; en primera parte, se va a trabajar en eliminar accesorios innecesarios en las tuberías de distribución, con el fin de eliminar perdidas; seguidamente, se tratara de instalar unas llaves de paso tipo bola en cada línea de distribución como sabemos son cinco en total, con el fin de controlar el flujo de cada línea de distribución y así lograr lo que se pretende, un llenado homogéneo en los cinco envases.

Por último, la otra solución para reducir tiempos de llenado, es el proceder a instalar una nueva máquina que se encuentra en desuso, esta misma nos permitirá llenar envases pequeños menores a 500ml, con el fin de reducir hasta un 50% los tiempos de envasado.

2.9. Limitaciones

Las principales limitaciones en relación con este trabajo se encontraron a la hora de la instalación de una máquina de llenado volumétrica, ya que su localidad que es el cuarto limpio estaba en proceso de remodelación, esto se debe a que SENASA

le solicito a la empresa este cuarto limpio para la producción de productos cosméticos y veterinarios y en la primera revisión de SENASA, este cuarto no cumplió los requerimientos necesarios. Por lo que, a la hora de instalar la máquina de llenado, se tuvo que esperar un lapso para poder realizar la debida instalación.

La empresa no cuenta con viscosímetro y densímetro para poder calcular la viscosidad y la densidad de todos los productos que producen, por lo que, a la hora de solicitar estos a la empresa para poder conocer los diferentes tiempos de llenado de cada uno con su respectiva viscosidad, se dificulta a la hora de tener una precisión exacta de cada tipo de producto.

2.10. Alcances

- Se va a analizar el problema raíz que presenta la máquina, con el fin de lograr de la manera más sencilla posible un llenado homogéneo, para así poder reducir tiempos de llenado y poder tener más capacidad de producción.
- Con una solución clara del problema, se procede a instalar las llaves de paso que son los accesorios que van a cumplir el objetivo de llenar de forma igualitaria, los cinco envases por ciclo de llenado
- Se va a instalar una segunda máquina de llenado que se encuentra en bodega, esta va a permitir a la empresa, llenar envases pequeños menores o iguales a 500ml donde anteriormente, el proceso se realizaba manualmente.
- Una vez concluido el proyecto, se va a realizar una inspección en ambas máquinas para corroborar que ambas queden funcionando de la mejor manera posible y cumplir con las expectativas de la empresa.

CAPÍTULO III.

3. Desarrollo

Este trabajo se realiza con el fin de mejorar y aumentar la capacidad de producción en el área de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S.A. En la implementación, para que esto fuera posible, se trabajó en la mejora de una de sus máquinas principales y la integración e instalación de una nueva máquina de llenado para las botellas de menor capacidad, refiriéndose a botellas de 500 ml o menores, en donde este proceso, anteriormente era manual porque no existía ninguna máquina para este fin.

Las actividades que se desarrollaron fueron las siguientes:

3.1. Inspección de la máquina

Se realiza la visita para observar la máquina trabajando, principalmente en el llenado de galones donde se observa grandes diferencias del volumen que sale por cada boquilla dosificadora.

La diferencia va desde un 20% a un 30% del líquido distribuido y esto se debe a que cada boquilla tiene un flujo desigual. A continuación, se muestra una imagen de esta diferencia:

Figura 22. *Diferencias de llenado*

Fuente: Elaboración propia

Se deduce que este problema afecta los tiempos de producción, debido a que ocasiona un atraso a la hora de completar cada ciclo, porque el operador tiene que detener la máquina individualmente con cada galón, para lograr el llenado completo de estos. Esto no solo genera para la empresa, atrasos en la producción sino también, se genera un gasto innecesario de electricidad.

3.2. Mantenimiento de las tuberías y del sistema de bombeo

Se procede a verificar tanto la tubería principal como las tuberías que van a cada boquilla dosificadora que se encuentran libres de obstáculos, así como se procede a dar mantenimiento de limpieza a cada boquilla dosificadora, en donde se encuentra varios sedimentos dentro del tubo de las boquillas que es por donde ingresa el líquido a cada envase, lo cual se limita el paso del fluido.

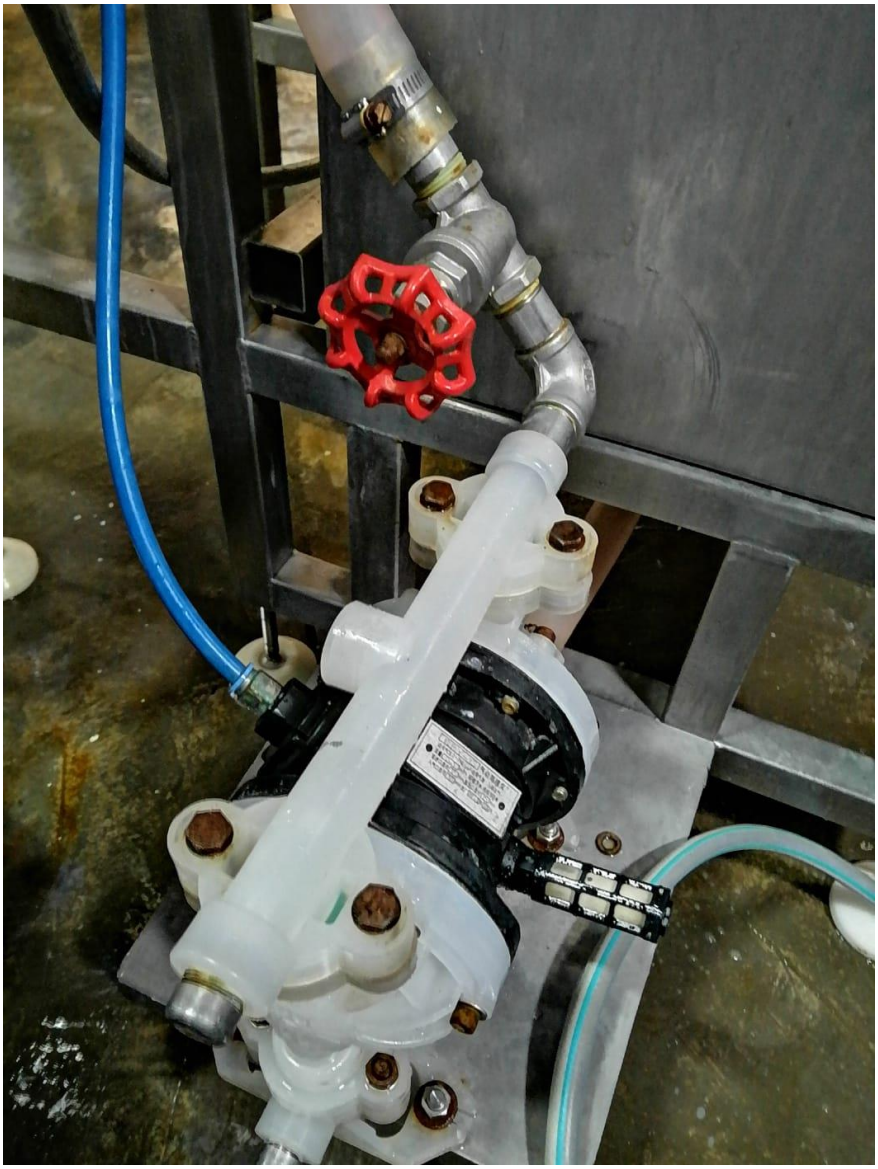
Figura 23. *Limpieza de Boquillas*

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente, se procede a la inspección y limpieza de la bomba que se encarga de distribuir el fluido, esto se realiza para corroborar que se encuentre en buenas condiciones y que su eficiencia sea optima.

Al finalizar, se detecta que el filtro que lleva en salida del aire se encuentra obstruido, casi en su mayoría. Esto provocaba un esfuerzo mayor a la bomba para poder girar el fluido, ya que la bomba trabaja con un sistema de aire comprimido. Lo cual, no podía expulsar el aire fácilmente.

Figura 24. *Filtro de la Bomba*



Fuente: Elaboración propia

3.3. Prueba de máquina para ver las diferencias de volumen que genera en cada boquilla dosificadora

Se realiza una prueba realizando mediciones de tiempos de llenado por cada galón individualmente con una muestra de 55 galones de líquido viscoso.

3.4. Diagnóstico y sustitución de partes a mejorar para lograr el objetivo

Se observa en la máquina varios aspectos a trabajar; como primer punto, se trabaja en la tubería principal, una manguera de 1 pulgada de diámetro interno, que se encarga de subir el fluido desde la bomba principal a la caja. En donde se aprecian perdidas innecesarias que disminuyen la eficiencia de la bomba.

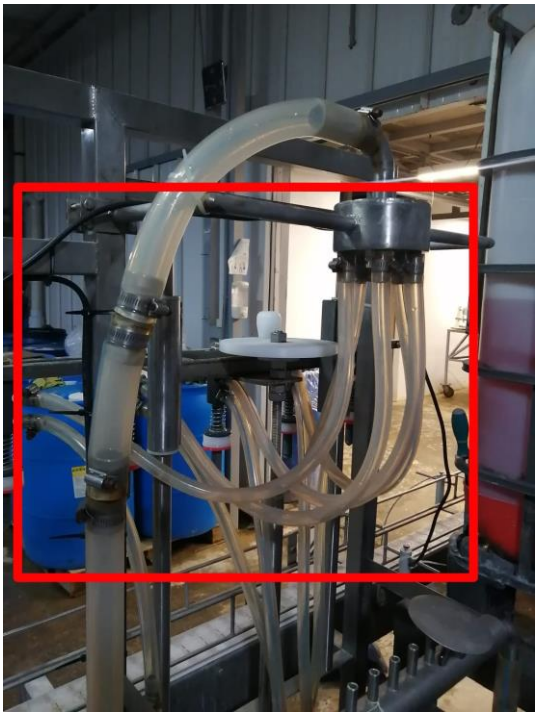
Como segundo punto, se trabaja en las mangueras de distribución, estas se conforman de 5 líneas de 7/16 de diámetro interno. Se aprecian longitudes distintas en cada una de estas líneas de distribución, lo cual genera pérdidas por longitud distintas en cada boquilla dosificadora.

Como tercer y último punto, se toma la decisión de instalar una llave de paso en cada manguera de distribución, con el fin de poder limitar y controlar la cantidad de fluido que pasa por cada línea, con el fin de lograr el objetivo de que todas las boquillas dosificadoras llenen por igual. A continuación, se muestran imágenes que evidencian los problemas mencionados anteriormente, los cuales son los problemas por solucionar:

Figura 25. *Tubería Principal*

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. *Mangueras de Distribución*



Fuente: Elaboración Propia

Se trabaja en la sustitución de lo mencionado en el primer punto del diagnóstico, en donde, se opta por eliminar la llave de paso tipo bola que se encuentra en la salida de la bomba, debido a que esta no cumple ninguna función en específico, lo cual únicamente genera pérdidas en la manguera principal.

Como segundo punto, para poder eliminar dos uniones con las que cuenta la manguera y con el fin de poder reducir las pérdidas en la tubería, se decide cambiar la manguera por una nueva con una longitud de 1.5 metros con un grueso de una pulgada de diámetro interno y así, se elimina en lo máximo, las posibles pérdidas de línea.

Figura 27. *Manguera Principal Nueva*

Fuente: Elaboración propia

Como segundo punto, se trabaja en la medición de la longitud de las mangueras de distribución y se busca una medida adecuada que permita el movimiento del pistón del eje y con los diferentes tipos de envases que se trabaja la máquina y se cortan las mangueras más largas. Logrando así, obtener una misma longitud en las cinco líneas y poder lograr perdidas por igual distancia. No como al principio, donde cada manguera media longitudes diferentes.

Como tercer punto, se procede a instalar las llaves de paso que van a ir en cada manguera que va hacia cada boquilla. Estas se obtienen de un material plástico para que sea más económico y más duraderas, debido a la alta corrosión que ocasionan los productos con los que trabaja la máquina. Para la instalación, se corta cada manguera y se pone una llave en cada una.

Figura 28. *Llaves de Paso Instaladas*

Fuente: Elaboración propia

3.5. Calibración

Se procede a utilizar la máquina con el llenado de galones con líquido viscoso, en donde se toman en cuenta, las boquillas que distribuyen más líquido y se nota que hay una gran diferencia del nivel en los envases, por lo que, se procede a cerrar la llave de paso un poco, con el fin de disminuir la cantidad de fluido hasta poder lograr el objetivo de que todos los envases se llenen lo más igual posible.

Figura 29. *Nivel de Líquido Homogéneo*

Fuente: Elaboración propia

3.6. Análisis de resultados y tiempos de llenado

Se hace un estudio de tiempos de llenado antes de iniciar con el proyecto con una muestra de líquidos viscosos (55 galones), con el fin de tener valores reales del problema que se presentaba y para luego de resolver el problema, se vuelva a hacer otro estudio con la misma muestra que son líquidos viscosos para poder hacer una comparación de las ventajas en los tiempos de producción y lo que significa reducir estos tiempos.

A continuación, se muestra una tabla de los tiempos promedios que se obtuvieron antes del proyecto.

Tabla 1. *Tiempos Promedios de la muestra que se obtiene antes del proyecto*

Boquilla #1	Boquilla #2	Boquilla #3	Boquilla #4	Boquilla #5
51.6 s	1.10 min	59.64 s	58.24 s	1.07 min

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra matemáticamente cómo se logra disminuir o aumentar el caudal de una tubería, a la hora de instalar una llave de paso.

3.6.1. Datos de la máquina

Diámetro interior de mangueras de distribución: 11.11mm (0,0111m)

Diámetro interior de tubería principal: 25,4mm (0,0254m)

Caudal de la bomba: 1 m3/h

En donde mediante esta fórmula podemos calcular

$$Q = V.A$$

Q= caudal

V=velocidad

A=área interior

(PumpsBombas Academy for Pumps, s.f.)

Se procede a despejar la velocidad

$$V = \frac{Q}{\mathrm{A}}$$

Como se trabaja sobre las mangueras de distribución, se procede a dividir el caudal en 5 partes, esto es porque son 5 líneas de distribución con el mismo diámetro

$$\left(\frac{1m^3}{h}\right) \div 5 \ = 0.2m^3/h$$

$$= 5{,}5x10 - 5\ m/s$$

Este valor sería el caudal que va por cada línea de distribución, entonces, se demuestra como reduciendo el área, se logra reducir el caudal por línea.

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{5{,}5x10 - 5\ \mathrm{m3/s}}{9{,}67\mathrm{x}10 - 5\ \mathrm{m2}}$$

$$= 0.57m/s$$

Aquí se calcula la velocidad para tener un valor de referencia para poder calcular el nuevo caudal al disminuir el diámetro interior a la mitad.

$$Q = V.A$$

$$Q = 0{,}57\frac{m}{s}\ x\ 4{,}835x10 - 5m2$$

$$= 2{,}76\mathrm{x}10\text{-}5\ \mathrm{m3/s}$$

Esto equivale a 0.096 m3/h

Acá se expone, como al disminuir el área del diámetro interior, también se logra reducir el caudal del fluido, entonces, se demuestra que las llaves de paso van a cumplir esa función para lograr ajustar de una manera homogénea, las 5 boquillas dosificadoras.

3.7. Instalación de la nueva máquina

Como parte del proyecto de aumentar la capacidad de producción de la empresa Interquin de Grecia, S.A., se procede a instalar una máquina que se encuentra en bodega. La cual es una llenadora volumétrica con una capacidad de 500 ml máximo por ciclo de llenado, esta es de suma importancia debido a que, la empresa realiza este proceso con envases de 500 ml y 250 ml de manera artesanal con un embudo, lo cual provoca que la producción de estos envases sea muy lenta.

Se trabajo como primer punto en ubicar un lugar para la instalación de la máquina que fuera de fácil uso y acceso para la producción, luego de esto, se procedió a crear una lista de lo necesario para la instalación de esta.

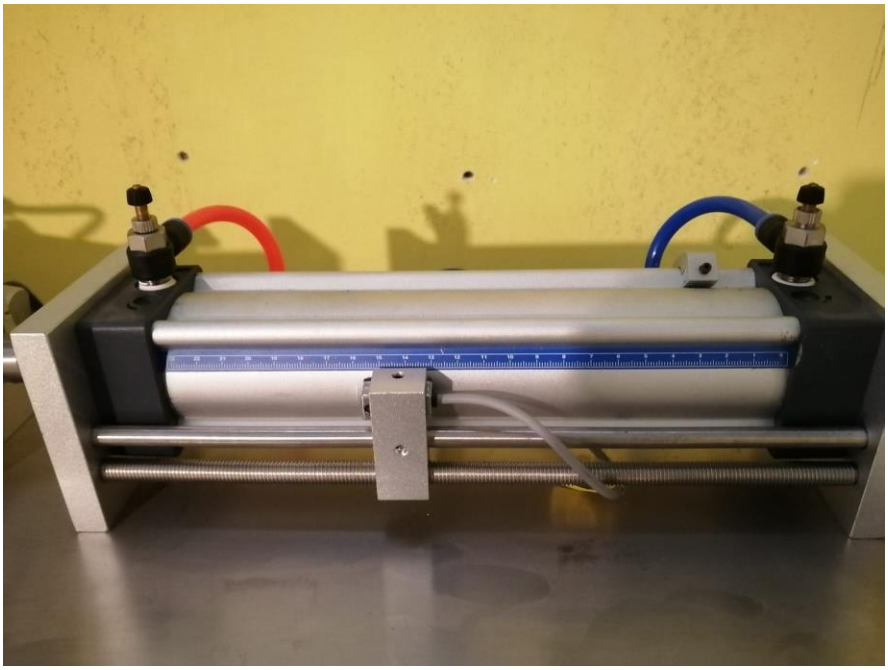
Figura 30. *Lugar Destinado para la Instalación de la Máquina*

Fuente: Elaboración propia

Luego de la instalación, se procedió a calibrar la cantidad de aire comprimido que se suministraba al pistón principal, debido que estaba sumamente rápido, lo cual producía que el líquido fuera expulsado por la boquilla de una forma muy abrupta.

Una vez controlado este problema, se comienza a calibrar la cantidad de fluido deseada y se explica al operario como regularla y así poder llenar, ya sean botellas de 250 ml o hasta 500 ml máximo.

Figura 31. *Cilindro donde se Calibra la Cantidad de Líquido Deseado*



Fuente: Elaboración propia

Otro aporte que se realizó fue crear un sistema que permite utilizar esta misma máquina para llenar unas bolsas especiales, para dispensadores de jabón de manos o alcohol en gel. Lo cual fue de suma importancia, ya que este proceso era sumamente difícil, porque se realizaba inyectando el líquido con una jeringa.

Figura 32. *Boquilla para Bolsas para Dispensadoras*

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar los diferentes tipos de envases que se pueden llenar con esta máquina y la mejora en los tiempos de producción, debido a que todo este proceso de llenado de estos envases pequeños, se realizaba siempre de manera artesanal.

Figura 33. *Tipos de envases*

Fuente: Elaboración propia

3.8. Análisis de resultados y mejoría de tiempos

El proceso de llenado de envases pequeños se ve sumamente beneficiado con la instalación de esta nueva máquina, debido a que no solo reduce tiempos de llenado sino también, se llena los envases con mayor exactitud, esto es porque la máquina cuenta con sensores que se pueden programar con la cantidad exacta deseada, lo cual produce que, en cada ciclo, la máquina expulse la misma cantidad de líquido que se le programo previamente.

Además, otro beneficio es que se evitan los regueros de producto, ya que los envases pequeños a comparación de tener la máquina instalada. Esto se debe a que como los envases cuentan con un orificio muy pequeño a la hora de llenarlo manualmente, ya sea con embuda o a mano alzada, esto siempre provocaba regueros de productos.

Otro beneficio de esta máquina es la facilidad que le beneficia al operario a la hora de realizar el llenado, ya que no necesita de estar sosteniendo otro envase para

vaciar el producto en el embudo, ahora solo tiene que colocar el recipiente en la boquilla, apretar el botón de inicio y esperar el llenado de este.

Se realiza un cálculo aproximado de tiempos de llenado manualmente con una muestra de 20 botellas de 415mL, en donde se saca un tiempo promedio de 25 segundos por envase, mientras que con la máquina llenadora, este tiempo se reduce a 12 segundos.

Conclusiones

Se concluye el proyecto logrando los objetivos esperados donde en la parte de llenado de la empresa Interquin de Grecia, S. A, se logra resolver el problema de una de sus máquinas encargadas de este proceso, la cual provocaba atrasos en los tiempos de llenado y de una manera sencilla y económica, se logra eliminar este problema de desigualdad.

Así logrando lo que se planteaba al inicio que era reducir tiempos de llenado, así como también, se logra mediante la instalación de la segunda máquina poder llenar envases, a través de esta máquina menores o iguales a 500 ml en donde se ayuda, ya que anteriormente, este proceso se realizaba de manera artesanal, lo cual era sumamente lerdo.

Recomendaciones

Se hace la recomendación para un futuro de la implementación de un sistema automatizado para esta llenadora, instalando un PLC donde permita mediante sensores y electroválvulas realizar un ciclo de llenado, lo más eficiente posible.

Además, se hace la recomendación de que en un futuro, si fuera posible, se adquiera una segunda máquina volumétrica de mayor capacidad 1000ml, con el fin de poder llenar este tipo de envases en el área de cosméticos.

Bibliografía

Alogo Masoko, A. (2015). *Propuesta de Mejora del Sistema Automatizado de la UEB "Aguas Amaro"*. (Trabajo de Diploma, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas). https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/4374/Anacleto%20Alogo%20Masoko.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Astimec. (s.f.) *Llenadora por gravedad manual*. https://astimec.net/producto/llenadora-por-gravedad-manual/

Astimec. (s.f.). *Llenadora lineal automática*. https://astimec.net/producto/llenadora-lineal-automatica/

Collaguazo Llumiugsi, M. y Ortiz Félix, D. (2005) *IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE LLENADORA AUTOMÁTICA DE BOTELLAS EN UNA BANDA TRANSPORTADORA*. (Trabajo de titulación, Escuela Politécnica Nacional). https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11667/1/T2382.pdf

Corona Ramírez L., Abarca Jiménez, G. y Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores. Aplicaciones con Arduino.* Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=wMm3BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=tipos+de+sensores&ots=6O4scxb0_x&sig=2zQy2gN3IL7txVzvL4ZWPsCJN_8#v=onepage&q=tipos%20de%20sensores&f=true

Cruz Navarrete, H. y Campoverde Williams, E. (2010). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA FLEXIBLE PARA ENVASADO DE LÍQUIDOS.* (Trabajo de Titulación, Universidad Politécnica Salesiana). https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2407/14/UPS-GT000134.pdf

Delgado Parra, N. (2015). *Caracterización del rendimiento de la bomba de doble diafragma accionado por aire comprimido Graco Husky 515.* (Proyecto de Grado, Universidad de los Andes).

https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/17892/u728692.pdf?sequence=1

Gonzáles D., Matamoros, L. y Oronel, C. (2005). *VÁLVULAS Y ACCESORIOS*. https://gecousb.com.ve/guias/GECO/Fen%C3%B3menos%20De%20Transporte%201%20(TF-1221)/Ejercicios%20y%20Problemas%20(TF-1221)/TF-1221%20Gu%C3%ADa%20de%20V%C3%A1lvulas.pdf

InoxiMexico. (s.f). *Llenadora de 4 Vías a Contra Presión*. https://www.inoximexico.com/producto/626/llenadora-4-vias

InterEmpresas. (2016). *"Automatización de la industria"*. https://www.interempresas.net/Robotica/Articulos/162911-Sensores-industriales-al-servicio-del-embalaje-primario.html

Landín, P. (2018). *Tornillo sin fin: descripción y aplicaciones*. Pelandintecno. http://pelandintecno.blogspot.com/2018/02/tornillo-sin-fin-descripcion-y.html

León Bustos, A. y Aucapiña Quishpe, D. (2017). *"IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTITPO DE LLENADO DE JABAS CON ENVASES BASADO EN UN TRANSPORTE POR CREMALLERA CON UNA INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA".* (Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/7595/1/108T0207.pdf

López Quiñones, N. y Cuero Hurtado, D. (2009). *DISEÑO DE MÁQUINA LLENADORA PARA FLUIDOS VISCOSOS.* (Trabajo de Titulación, Universidad Autónoma de Occidente). https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6229/T04235.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Maquinaria10.com. (s.f.). *Llenadora semiautomática Garrafas*. https://maquinaria10.com/llenadoras-embotelladoras-vino/invia-llenadora-semiautomatica-garrafas.html

Márquez Gonzales, R. (2017). *SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS DE INDUCCIÓN.* (Tesis de Grado). Universidad Mayor de San Andrés. http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/13618

NewCrowMachinery. (s.f.). *"Embotelladora de botellas de vidrio"*. http://es.newcrownmachinery.com/product/embotelladora-de-botellas-de-vidrio.html

Olmos. (s.f.). *Llenadora por vacío*. http://www.llenadorassemiautomaticas.com/llenadora-por-vacio/detalle

Olmos. (s.f.). *Llenadora volumétrica.* http://www.llenadorassemiautomaticas.com/llenadora-volumetrica/detalle

Salinero Gervaso, M. (2013). *Diseño de una banda transportadora mediante guide de Matlab.* (Proyecto Fin de Carrera, Universidad Carlos III de Madrid). http://hdl.handle.net/10016/18109

TDD Machines. (s.f.). *Llenadora Rotativa Automatica.* *https*://www.tdd-grilliat.com/es/category/llenadora-rotativa-automatica/

Vargas Vásquez, F. (2006). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA AUTOMATICA PARA FLUIDOS VISCOSOS.* (Trabajo de grado, Universidad Autónoma de Occidente). https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/6200/T04207.pdf?sequence=1&isAllowed=

Vásquez Ospina, Á. y Cortés Angel, K. (2014). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA DE EMBOTELLADO DE JUGOS PASTEURIZADOS.* (Trabajo de grado). Universidad Tecnológica de Pereira. http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5621/621815V335.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Yafac Torres, J. (2019). "*Diseño de tanque de almacenamiento de Nafta con protección catódica para la refinería de Iquitos".* (Trabajo de Titulación, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"). https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8334/BC-4734%20YAFAC%20TORRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PumpsBombas Academy for Pumps. (s.f.). *Definición del Sistema de bombeo*. https://pumpsbombas.com/curso/curso-seleccion-de-bombas-centrifugas/leccion/5-diseno-del-sistema-de-bombeo/capitulo/5-11-definicion-del-sistema-de-bombeo