

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

Simulación del proceso de fabricación, llenado, sellado y etiquetado de botellas de plástico para la empresa “Blanco Valladolid”

Autor: Paola Mares Aguilar

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

**Nombre del asesor:
Sergio Armando Galván Chávez**

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.





UVAQ

M.R.

UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EN PROCESOS Y SERVICIOS

"SIMULACIÓN DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN, LLENADO,
SELLADO Y ETIQUETADO DE BOTELLAS MINIATURA DE PLÁSTICO
PARA LA EMPRESA "BLANCOS VALLADOLID"

TESINA

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

PRESENTA

C. PAOLA MARES AGUILAR

ASESOR

M.C. SERGIO ARMANDO GALVÁN CHÁVEZ

Clave: 16PSU0050V

Código de barras: LIC100412



11
AVALA

T1474

Morelia, Michoacán

FEBRERO 2011



UVAQ

M.R.

UNIVERSIDAD VASCO DE QUIROGA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EN PROCESOS Y SERVICIOS

“SIMULACIÓN DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN, LLENADO,
SELLADO Y ETIQUETADO DE BOTELLAS MINIATURA DE PLÁSTICO
PARA LA EMPRESA “BLANCOS VALLADOLID”

TESINA

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

PRESENTA

C. PAOLA MARES AGUILAR

ASESOR

M.C. SERGIO ARMANDO GALVÁN CHÁVEZ

Clave: 16PSU0050V

Acuerdo LIC100412

Morelia, Michoacán

FEBRERO 2011



Dedicatoria

A mis padres, Ing. Víctor Manuel Mares y Dra. Ma. Teresa Aguilar Rodríguez; que con tanto esfuerzo y dedicación han logrado brindarme a lo largo de tantos años la mejor educación, principios y valores; que son mi fortaleza como mujer y el ejemplo a seguir ahora que inicio como Ingeniero.

A mi hermano el Arq. Víctor Manuel Mares Aguilar que es la mitad de mi vida, y a mis amigos verdaderos que han estado conmigo en las buenas y malas de este largo camino recorrido para hoy poder cumplir una de mis metas de vida.

A todos mis profesores, y en especial al M. Ing. Salvador Rojas, Ing. Fernando Alcázar, Ing. Aldo Sandoval y al L. C. C. César Amando Chávez que fueron mis compañeros durante tantos años de escuela y que me brindaron los conocimientos y bases teóricas para culminar con este proyecto.

A todos ustedes, gracias por ser parte de mi vida.

RESUMEN	VI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	VII
ANTECEDENTES	VIII
OBJETIVO GENERAL	XII
OBJETIVOS PARTICULARES	XII
ALCANCES	XIII
LIMITACIONES	XIII
JUSTIFICACIÓN	XIV
CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN	- 1 -
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO	- 3 -
2.1 INTRODUCCIÓN	- 3 -
2.2 AUTOMATIZACIÓN	- 3 -
2.3 NEUMÁTICA	- 5 -
2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA NEUMÁTICA	- 5 -
2.3.2 VENTAJAS DE LA NEUMÁTICA	- 6 -
2.3.3 DESVENTAJAS DE LA NEUMÁTICA	- 6 -
2.3.4 OTRAS CONSIDERACIONES	- 7 -
2.3.5 NEUMÁTICA INDUSTRIAL	- 7 -
2.4 PRESIÓN	- 9 -
2.5 ELEMENTOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO BÁSICO	- 10 -
2.6 AIRE COMPRIMIDO	- 12 -
2.6.1 GENERACIÓN	- 12 -
2.6.2 DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO	- 13 -
2.6.2 ELEMENTOS DE UN DEPÓSITO	- 14 -
2.6.3 DEPÓSITOS DE AIRE COMPRIMIDO	- 16 -
2.7 PREPARACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO	- 18 -
2.7.1 FILTRACIÓN	- 18 -
2.7.2 FILTROS	- 18 -
2.7.3 REGULACIÓN DE PRESIÓN	- 19 -
2.7.4 LUBRICACIÓN	- 20 -
INDICE DE ILUSTRACIONES	- 57 -

CONTENIDO

2.8 SIMULACIÓN ELECTRONEUMÁTICA	- 21 -
2.9 DIAGRAMA ESPACIO-FASE.....	- 23 -
2.10 DIAGRAMAS DE PROCESO DE LA OPERACIÓN	- 23 -
2.11 PRODUCTIVIDAD	- 24 -
2.12 INDICADORES ASOCIADOS CON LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD.....	- 24 -
2.13 SIMULACIÓN FINANCIERA	- 26 -
CAPITULO 3 REVISIÓN TÉCNICA	- 27 -
3.1 ELEMENTOS NEUMÁTICOS EMPLEADOS	- 27 -
3.1.1 ACTUADOR LINEAL DGP	- 27 -
3.1.2 SENSOR DE PROXIMIDAD ÓPTICO	- 28 -
3.1.3 VÁLVULA DE 5/2 VÍAS CON DOBLE SOLENOIDE.....	- 28 -
3.1.4 ACTUADOR GIRATORIO / LINEAL DSL.....	- 29 -
3.1.5 VÁLVULA DE CIERRE CON FILTRO REGULADOR.....	- 29 -
3.1.6 DISTRIBUIDOR DE AIRE.....	- 30 -
3.2 ELEMENTOS PLC EMPLEADOS PARA LA SIMULACIÓN	- 31 -
3.2.1 PROGRAMACIÓN DE INTERFACE EN PLC	- 31 -
CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA	- 32 -
4.1 INTRODUCCIÓN.....	- 32 -
4.2 ANÁLISIS METODOLÓGICO.....	- 33 -
4.2.1 ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL QUE USA LA EMPRESA.....	- 33 -
4.2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROCESO A AUTOMATIZAR	- 34 -
4.2.3 SIMULACIÓN NEUMÁTICA Y ELECTRO NEUMÁTICA.....	- 34 -
4.2.4 SIMULACIÓN CON PLC.....	- 37 -
4.2.5 PROGRAMACIÓN EN FST 4.10.....	- 37 -
4.2.6 DIAGRAMA ESPACIO- FASE	- 44 -
4.2.7 CÁLCULO DE LA PRODUCTIVAD BASADO EN LA SIMULACIÓN	- 45 -
CAPITULO 5.....	- 52 -
RESULTADOS	- 52 -
CAPITULO 6.....	- 54 -
CONCLUSIONES	- 54 -
BIBLIOGRAFÍA.....	- 56 -
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	- 57 -

En esta tesis se desarrolla el proceso neumático y el uso de un puente con cupos actuadores, mismo que se pueden usar en la automatización del traslado de botellas miniatura de plástico para la empresa "Blanco y Verde S de RL".

Dicha automatización será parte del proceso que involucra la fabricación y llenado de botellas de plástico miniatura que son elaboradas dentro de la empresa antes mencionada.

Esta simulación se llevó a cabo con elementos neumáticos y programación para PLC de equipo FESTO. En la cuál se emplea el uso de un vástago lineal, un elemento giratorio, un pistón y un selector que será el que traslade las botellas hasta la otra parte del proceso productivo.

Las ventajas de realizar una programación en PLC, son:

- Permitir la descripción paso a paso de las actividades que se van a realizar.
- Permitir que se realice un ciclo de actividades en cuanto la última operación es realizada.

Se debe recordar que la automatización de procesos, se utiliza para reducir tiempos productivos, generar menos desgaste físico de los operarios, evitar tiempos muertos, reducir los accidentes con la materia prima e incrementar la productividad dentro del proceso en desarrollo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA RESUMEN

En esta tesina se desarrolla el proceso neumático para el uso de un puente con cuatro actuadores, mismos que se pueden usar en la automatización del traslado de botellas miniatura de plástico para la empresa "Blancos Valladolid". Dicha automatización será parte del proceso que involucra la fabricación y llenado de botellas de plástico miniatura que son elaboradas dentro de la empresa antes mencionada.

Esta simulación se llevó a cabo con elementos neumáticos y programación para PLC de equipo FESTO. En la cuál se emplea el uso de un vástago lineal, un elemento giratorio, un pistón y un sujetador que será el que traslade las botellas hasta la otra parte del proceso productivo.

Las ventajas de realizar una programación en PLC, son:

- Permitir la descripción paso a paso de las actividades que se van a realizar, y,
- Permitir que se realice un ciclo de actividades en cuanto la última operación es realizada.

Se debe recordar que la automatización de procesos, se utiliza para reducir tiempos productivos, generar menos desgaste físico de los operarios, evitar tiempos muertos, reducir los accidentes con la materia prima e incrementar la productividad dentro del proceso en desarrollo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso actual que realiza la empresa "Blancos Valladolid" para la fabricación, llenado, transporte, etiquetado y sellado de botellas miniatura de plástico, es un proceso que involucra actividades manuales, y las necesidades de los clientes superan la producción que la empresa realiza actualmente, por tanto el proceso actual deberá realizar nuevas actividades para poder satisfacer las necesidades o expectativas que el mercado requiere.

La forma de producción de las botellas mencionadas cuenta con mucho tiempo perdido, almacén temporal innecesario para los productos realizados y la forma de elaborarlos requiere de demasiado tiempo empleado por el operador ya que la actividad no es de forma continua y los estándares de tiempo que presenta dicha producción son variables

Por tanto es un problema a resolver, la reducción de tiempos de fabricación y mejoras al proceso productivo en general.

Dichas actividades productivas pueden ser mejoradas y reducidas en tiempos mediante el uso de la automatización, a base de programación efectuada en PLC.

A consecuencia de todo lo anterior, se plantea este proyecto de simulación para automatizar el traslado de las botellas miniatura para la empresa antes mencionada.

La automatización de procesos es un tema de mucha importancia para los ingenieros industriales y en especial para toda empresa que realicen algún producto.

La automatización es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana (De Marco, 2010).

El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que los dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente del control humano.

La empresa Blancos Valladolid fundada en 1992, surge tras la necesidad de elaborar blancos diseñados especialmente para la industria hotelera y hospitalaria, cuyas exigencias denotan calidad, durabilidad, funcionales, y resistentes al trabajo pesado, dichas exigencias han incrementado en los últimos años y los productos requeridos por los clientes de esta empresa también, por tanto, los hoteleros requieren de botes pequeños para diversas amenidades, mismos que antes se compraban a diversos distribuidores y la empresa Blancos Valladolid ahora los produce, sin embargo las novedades que presenta la industria, como lo son la automatización de procesos industriales, ya es una necesidad que la empresa requiere cumplir para no rezagarse en el mercado productivo.

La compra de máquinas especializadas para satisfacer estas necesidades, es una solución que la empresa ha puesto en práctica, sin embargo, la productividad no ha alcanzado su máximo nivel ya que los procesos productivos no cuentan con estándares de tiempo, ni una programación productiva adecuada, dichos

problemas, serán tratados posteriormente y la automatización es una viabilidad para la corrección de los mismos.

Para la simulación que se va a realizar, existen diversos estudios relacionados con la automatización de procesos productivos que emplean botellas de plástico, ejemplo de ellos son el llenado de botellas con líquido para beber, mismo que se realizaba de forma manual (artesanal) y que empleando la automatización de un proceso aumenta la productividad, evita la merma de producto, y llena de forma homogénea y estandarizada cada botella de producto; Tal es el caso de las bebidas gaseosas o refrescos.

A continuación podemos ver parte del proceso donde se trasladan las botellas para ser llenadas con producto, y que también se emplea esta misma actividad de transporte una vez llenas para proceder al sellado y etiquetado de las mismas (Ilustración No. 1). (youtube, como se hacen los refrescos)



Ilustración 1 Transporte de botellas de refresco para llenado

Otro estudio que permite relacionar el proceso productivo automatizado con el proyecto realizado, es la automatización para el llenado y sellado de garrafas con leche, proceso que requiere de actividades similares a las que realiza el proyecto, y que requiere de igual forma el traslado de botellas llenas dentro del proceso.

La ilustración No. 2 demuestra la similitud de este proceso con el proyecto que se desarrolla en este trabajo de tesina. (youtube, llenadora de líquidos)



Ilustración 2 Llenado de botellas de cristal con leche

Por último, se muestra como el traslado de las botellas, de un lugar a otro se hace más eficiente tras la automatización, (Ilustración No.3) comienza cuando se mueve una caja de botellas que han llegado a la fábrica y son colocadas en un determinado lugar, para que después una pinza grande tome toda la caja y la coloque en una banda transportadora para iniciar un proceso de llenado; dicha ilustración pertenece al proceso de Coca – Cola en Brasil.

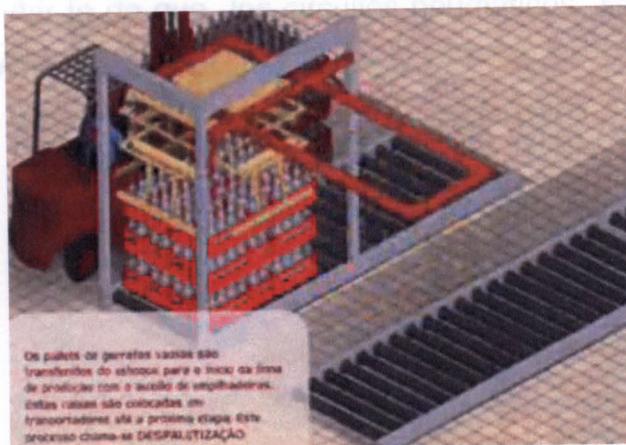


Ilustración 3 Traslado de cajas de refresco de una banda transportadora a

otra

~ X ~

De este modo, la neumática se ha convertido en un elemento imprescindible en la automatización de la producción de todos los sectores industriales:

- Industria del automóvil	- Producción de energía
- Industria textil	- Refinerías e industrias petrolíferas
- Imprentas y artes gráficas	- Máquinas de embalaje
- Industria del calzado	- Construcción y obras públicas
- Industrias agroalimentarias y cárnicas	- Siderurgia y minería
- Industria química	- Maquinaria para la industria maderera
- Robótica, alimentación, etc.	

Tabla 1 Sectores Industriales donde la automatización ha sido Benéfica

Mediante los circuitos neumáticos se pueden generar movimientos rectos como:

- Sujeción de herramientas.
- Levantar y bajar objetos.
- Abrir y cerrar puertas.
- Arrastrar objetos.
- Frenar objetos.

En este proyecto se podrán observar claramente algunas de las actividades antes mencionadas para dar fe de que los circuitos neumáticos son productivos en la generación de movimientos rectos.

OBJETIVO GENERAL

Realizar la simulación de la automatización del proceso que involucra a las botellas de plástico dentro de la empresa Blancos Valladolid, por medio de elementos neumáticos y programación en PLC de equipo FESTO, para reducir los tiempos y realizar mejoras a dicho proceso productivo, logrando así, la viabilidad y rentabilidad de este proceso automatizado.

OBJETIVOS PARTICULARES

Hacer una valoración del proceso actual, determinando el tiempo que requiere cada operación para así mismo realizar mejoras; demostrando que el trabajo manual, al realizar esta automatización es reducido.

Observar la viabilidad y rentabilidad del proceso de automatización para determinar los costos de la inversión que tendrá que hacer la empresa para mejorar su proceso, así como para determinar el periodo de amortización de la inversión.

Determinar si existe en realidad un incremento o mejora productiva real mediante la optimización de los recursos con los que cuenta la empresa.

Sin embargo, dentro de las limitaciones de este proyecto encontramos que, el equipo para realizar la simulación, dentro del laboratorio de ingeniería industrial no está completo, y a falta de sensores, se programará con retrasos denominados Delay's; mismos que cumplen las mismas funciones que los sensores emplearlos. Otra de las limitantes que se presentan es que la empresa no permite la prueba piloto de esta propuesta de mejora en el proceso real y quedará meramente como una simulación del proceso productivo.

ALCANCES

El alcance de este proyecto abarca las operaciones correspondientes al lapso que inicia cuando el bote de plástico es expulsado de la máquina que los fabrica, y termina cuando dichos botes son colocados en la banda transportadora que los dirige a la inyectora de producto, dichas actividades forman parte del estudio del proceso actual que maneja la empresa "Blancos Valladolid", lo cual de ser un proyecto viable, brindará la oportunidad de identificar áreas de oportunidad de mejora cumpliendo los objetivos antes mencionados.

Sin embargo es importante resaltar que no se tomarán en consideración temas como la ergonomía, las condiciones del trabajo del operador, ni las capacidades de las máquinas. Esto con la finalidad de hacer más específicos los alcances de este proyecto de simulación.

LIMITACIONES

Debemos mencionar que la simulación tiene como finalidad el representar las funciones y actividades que se realizarán con los elementos neumáticos para determinar si existe en realidad un incremento o mejora productiva real mediante la optimización de los recursos con los que cuenta la empresa.

Sin embargo, dentro de las limitantes de este proyecto encontramos que, el equipo para realizar la simulación, dentro del laboratorio de ingeniería industrial no está completo, y a falta de sensores, se programará con retrasos denominados Delay's; mismos que cumplen las mismas funciones que los sensores empleados. Otra de las limitantes que se presentan es que la empresa no permite la prueba piloto de esta propuesta de mejora en el proceso real y quedará meramente como una simulación del proceso productivo.

JUSTIFICACIÓN

Al realizar el análisis del proceso iniciando en la fabricación de botes de plástico, y terminando este en el etiquetado de los mismos, se encontró la forma de eliminar el tiempo que el trabajador empleaba esperando a que se llene una rejilla de botes recién elaborados por la máquina, para realizar su traslado de ésta hacia el siguiente ciclo de producción mismo que era de 5 minutos.

Por tanto con la simulación se demostrará que al hacer uso de un puente electro neumático, el tiempo de 5 minutos antes mencionado será eliminado por completo sin afectar las actividades productivas, se estandarizará la producción y el operador podrá realizar otras actividades operacionales en menor tiempo, y se lograrán mejoras considerables en el tiempo total de proceso.

Por tanto serán tres aspectos a desarrollar:

- **Aspecto Teórico:** El presente trabajo demostrará que por medio de la programación con PLC, es posible que una máquina realice las operaciones que en este momento el operador realiza de forma manual, y que comprenden la importancia de la automatización dentro de los procesos productivos.
- **Aspecto Práctico:** Beneficiar los procesos industriales mediante la automatización de procesos, mediante el empleo de actuadores y elementos neumáticos.
- **Aspecto Metodológico:** Demostrar que la tecnología puede hacer más eficiente un proceso productivo, y aporta la información necesaria para la automatización de procesos similares que se puedan desarrollar en un futuro.

Lo cual, brinda beneficios adicionales tales como la optimización de los recursos con los que cuenta la empresa; reduce los costos tanto de operación como de producto y, dentro de los beneficios sociales que también este proyecto aportará, brinda a la sociedad un proyecto de investigación y desarrollo que aporta información relacionada con la automatización para el uso de vástagos lineales en procesos productivos. (De Marco, 2010).

El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que los dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente del control humano.

Para este proyecto se utilizan elementos neumáticos y la programación en PLC para equipo de la marca FESTO, mismos que hacen que el proceso se reduzca en tiempo total de producción, y muestra las ventajas que tendrá la empresa al implementar mejoras industriales.

En este proyecto de tesis se decide hacer la simulación del traslado de botellas manufacture de plástico para la empresa "Blancos Valladolid"; para la cual se realizó un estudio del proceso actual que lleva a cabo la empresa para realizar dicho proceso productivo.

Una vez establecido el tema a investigar, se procede a la definición de las bases teóricas, mismas que proporcionan una idea general de los conceptos y características que integran cada parte de este proyecto, así como las especificaciones que se deben de seguir para realizar cualquier proceso automatizado. Se estudiarán los elementos neumáticos y la forma en que estos se programan para que realicen las actividades requeridas.

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

La automatización es un sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana (De Marco, 2010).

El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que los dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semi-independiente del control humano.

Para este proyecto se utilizan elementos neumáticos y la programación en PLC para equipo de la marca FESTO, mismos que hacen que el proceso se reduzca en tiempo total de producción, y muestra las ventajas que tendrá la empresa al implementar mejoras industriales.

En este proyecto de tesis se decide hacer la simulación del traslado de botellas miniatura de plástico para la empresa "Blancos Valladolid"; para la cual se realizó un estudio del proceso actual que lleva a cabo la empresa para realizar dicho proceso productivo.

Una vez establecido el tema a investigar, se procede a la definición de las bases teóricas, mismas que proporcionan una idea general de los conceptos y características que integran cada parte de este proyecto, así como las especificaciones que se deben de seguir para realizar cualquier proceso automatizado. Se estudiarán los elementos neumáticos y la forma en que estos se programan para que realicen las actividades requeridas.

Se mostrará la productividad, misma que se logrará obtener una vez realizado el proceso automatizado simulado, así como el tiempo requerido necesario para recuperar la inversión prevista para la mejora realizada.

Lo posterior a seguir es la definición de los elementos neumáticos a utilizar, mismos que se mencionan a continuación y que se desarrollan en el capítulo 3:

1. Unidad de mantenimiento con válvula de interrupción
2. Distribuidor de aire
3. Vástago Lineal DGP
4. Cilindro de simple efecto
5. Válvula de 5/2 vías, doble solenoide
6. Electroválvula 5/2 vías
7. Sensores ópticos
8. Actuador Giratorio
9. Abrazadera Metálica Neumática
10. Distribuidor de aire

La programación en PLC es la siguiente actividad para poder llevar a cabo la simulación. El programa en donde se llevan a cabo la serie de instrucciones es FESTO 4.10, mismo que permite conocer paso a paso cada actividad a realizar.

Para poder desarrollar el funcionamiento adecuado de estos elementos neumáticos, también se requiere de otros aditamentos que se emplean, como lo son las mangueras para la distribución del aire, caimanes y relevadores mismos que realizan la misma función que los sensores ópticos antes mencionados.

Como última parte de este proyecto de tesina se muestran los resultados obtenidos con los nuevos tiempos de producción a partir del proceso automatizado; determinando con ello la productividad, eficiencia y ventajas de este nuevo proceso.

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan las bases teóricas que rigen este proyecto de tesina, mismas que son necesarias conocer para llevar a cabo la automatización de una actividad que se realice de manera manual. Se explica que es la neumática, sus elementos característicos, así como su funcionamiento y forma de proceso y aplicaciones, para determinar cuales son las adecuadas emplear para este proceso en específico de automatización.

2.2 AUTOMATIZACIÓN

La automatización brinda la oportunidad de implementar nuevas técnicas involucrando actividades de investigación y desarrollo, en áreas donde se puede aplicar el control automático, por medio de teoría de señales, identificación, modelación e instrumentación (Unidad Politécnica para el Desarrollo y la Competitividad Empresarial, 2007).

A pesar de existir un elevado número de industrias en el país, en todos los campos de la producción, la gran mayoría no está en capacidad de competir en los mercados, tanto por cantidad como en la calidad.

La explicación salta a la vista cuando se observa y analiza el parque de máquinas y equipo que emplean, mismo que está formado por una amplia gama de tecnologías, donde, la mayoría de ellas tienen una alta participación manual en sus procesos.

Como resultado, su rendimiento es mínimo y no hay homogeneidad en los bienes producidos, y, el pretender reponer el parque industrial por aquel de alta tecnología de punta, raya en una tarea casi imposible para la un gran número de

empresas debido a los altos costos que representa. Sin embargo, lo anterior, no debe de ser una razón para permanecer en el actual estado de atraso.

Por tanto una de las soluciones viables que se pueden brindar es la de implantar una automatización acorde a las condiciones de la empresa en cuestión. La automatización tiene como fin aumentar la competitividad de la industria por lo que requiere de estas nuevas tecnologías; por tanto la automatización industrial es una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de la aplicación en la industria.

La automatización puede ser considerada como el paso más importante del proceso de evolución de la industria en el siglo XX, al permitir la eliminación total o parcial de la intervención humana, obteniéndose las ventajas siguientes:

- Reducción de los costos de mano de obra directo.
- Uniformidad de producción y ahorro de material.
- Aumento de la productividad.
- Mayor control de la producción al poder introducir en el proceso sistemas automáticos de muestreo.
- Aumento de la calidad del producto final.

En todo proceso de automatización se distinguen tres partes:

1. Elementos periféricos de entrada, a través de los cuales se llega al sistema de información.
2. Unidad central de tratamiento de la información.
3. Elementos periféricos de salida que, de acuerdo con las órdenes elaboradas por la unidad central, gobiernan los elementos de potencia.

Por tanto la automatización neumática es la que se realiza usando las propiedades del aire comprimido, donde las señales deben traducirse como

ausencia o presencia de presión neumática; Y, donde el tratamiento de las señales es realizado por los distribuidores neumáticos. Recordemos que, las señales de salida son, generalmente posiciones de cilindros neumáticos.

2.3 NEUMÁTICA

Es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos; ya que el aire es un material elástico y por tanto, al aplicarle una fuerza, se comprime, manteniendo esta compresión y devolverá la energía acumulada cuando se le permita expandirse. A continuación se determinan algunas de las características, ventajas y desventajas y otras consideraciones de la neumática. (Barrientos, Cruz, Jasso, y Valdez, 2008) y (Soto, 2010).

2.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA NEUMÁTICA

Abundante	Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
Transporte:	El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
Almacenable:	No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
Temperatura:	El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
Antideflagrante:	No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
Limpio:	El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
Constitución de los elementos:	La concepción de los elementos de trabajo es simple si, por tanto, precio económico.
Velocidad:	Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones).
A prueba de sobrecargas:	Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas.

Tabla 2 Características de la Neumática

2.3.2 VENTAJAS DE LA NEUMÁTICA

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra.
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existe riesgos de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Es energía limpia
- Puede tener cambios instantáneos de sentido.

2.3.3 DESVENTAJAS DE LA NEUMÁTICA

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de carga considerables
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas
- Altos niveles de ruido generados por la descarga del aire hacia la atmósfera.

2.3.4 OTRAS CONSIDERACIONES

Preparación:	El aire comprimido debe de ser preparado antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes)
Compresible:	Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
Fuerza:	El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20,000 a 30,000 N (2000 a 3000 kPa).
Escape:	El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.
Costos:	El aire comprimido es La fuente de energía relativamente cara; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento.

Tabla 3 Otras Consideraciones de la Neumática

2.3.5 NEUMÁTICA INDUSTRIAL

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos. El descubrimiento consciente del aire como medio se remonta a muchos siglos, lo mismo que un trabajo mas o menos consciente con dicho medio.

De los antiguos griegos procede la expresión "Pneuma» que designa la respiración. El viento y en filosofía también el alma. Como derivación de la palabra "Pneuma" se obtuvo. Entre otras cosas el concepto «Neumática». que trata los movimientos y procesos del aire.

El primer indicio del que se tiene conocimiento referente a la utilización del aire comprimido como elemento de trabajo, fue el griego KTESIBIOS quien hace más de dos mil años. "construyó una catapulta de aire comprimido". (Rouff, Waller, y Werner, 1998).

Uno de los primeros libros acerca del empleo del aire comprimido como energía procede del siglo I de nuestra era y describe mecanismos accionados por medio de aire caliente.

Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los mas antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo XVIII cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas.

La primera transmisión neumática data de 1700, cuando el físico francés Denis Papín empleó la fuerza de un molino de agua para comprimir aire que después se transportaba por tubos.

Aproximadamente un siglo después, el inventor británico George Medhurst obtuvo una patente para impulsar un motor mediante aire comprimido.

Sin embargo la primera aplicación práctica del método suele atribuirse al inventor británico George Law, quien en 1865 diseñó un taladro de roca en el que un pistón movido por aire hacía funcionar un martillo.

El uso de este taladro se generalizó, y fue empleado en la perforación del túnel ferroviario del Mont Cenis, en los Alpes, que se inauguró en 1871, y en el túnel de Hossac, en Massachusetts (Estados Unidos), inaugurado en 1875.

Otro avance significativo fue el freno de aire comprimido para trenes, diseñado en 1868 por el inventor, ingeniero e industrial estadounidense George Westinghouse.

A partir de 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación. Es cierto que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones y ramos de explotación como por ejemplo en la minería. En la industria de la construcción y en los ferrocarriles (con los frenos de

aire comprimido), la irrupción verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició sin embargo hasta que llegó a hacerse más necesaria la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo.

A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación fueron ampliándose los diversos sectores de aplicación.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales mas variados se utilicen aparatos neumáticos.

2.3 ELEMENTOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO 2.4 PRESIÓN

En el presente trabajo se toman como referencia los estudios realizados por el filósofo, físico y matemático Blaise Pascal, el cuál desarrolla el concepto de presión y cuya definición se expone a continuación:

Un fluido en reposo en contacto con la superficie de un sólido ejerce fuerza sobre todos los puntos de dicha superficie. En el estudio de los fluidos, resulta necesario conocer cómo es la fuerza que se ejerce en cada punto de las superficies, más que la fuerza en sí misma; por tanto, cuanto menor sea esta superficie, más fuerza corresponderá a cada punto.

El concepto de presión es muy general y por ello puede emplearse siempre que exista una fuerza actuando sobre una superficie. Sin embargo, su empleo resulta especialmente útil cuando el cuerpo o sistema sobre el que se ejercen las fuerzas es deformable.

Ilustración 4 Compresor

Para el estudio de la presión,

Su fórmula es:

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Donde:

P= presión en N / m² expresado en Pascales

F= fuerza perpendicular a la superficie expresada en Newton (N)

A= área o superficie sobre la que actúa la fuerza expresada en metros cuadrados (m²)

2.5 ELEMENTOS DE UN CIRCUITO NEUMÁTICO BÁSICO

La neumática cuenta con una gran gama de elementos necesarios para que se pueda obtener trabajo mediante el uso del aire comprimido, sin embargo, hay algunos elementos que se consideran básicos e indispensables para este fin. Estos elementos son inicialmente, la fuente de aire comprimido, las válvulas con diferentes vías, y los elementos de trabajo. Por tanto, se puede hablar de un compresor en su configuración más sencilla, que suministra el aire comprimido directamente sin previa preparación (Ver ilustración No. 4) (Neumática, 2000);

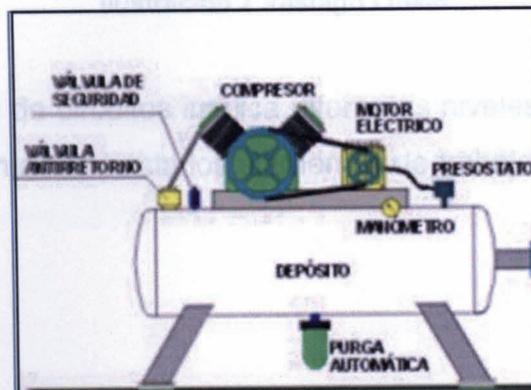


Ilustración 4 Compresor

Y cuyo símbolo (para compresor) corresponde a la siguiente figura (Ilustración 5).

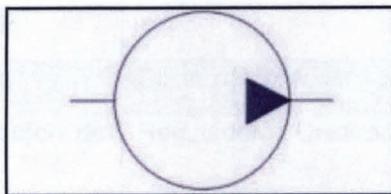


Ilustración 5 Símbolo correspondiente al compresor

Las válvulas de diversas vías, se encargan de direccionar el aire comprimido al puerto requerido (Ver ilustración No. 6).



Ilustración 6 Símbolo de una válvula 3/2 vías con accionamiento manual y retorno por muelle

Y los elementos de trabajo, transforman la energía neumática en energía mecánica. (Ver ilustración No. 7).

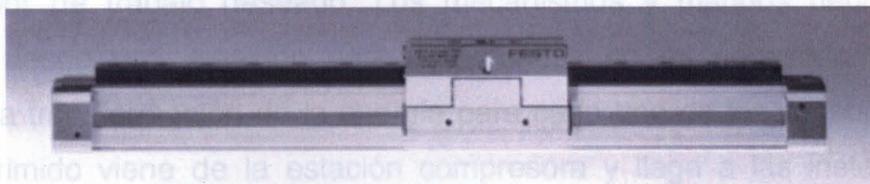


Ilustración 7 Vástago Lineal

El diseño de éste tipo de circuitos implica diferentes niveles, los cuales van desde la generación y alimentación hasta los elementos de trabajo.

La estructura de niveles más común suele ser la siguiente:

NIVEL	COMPONENTE	EJEMPLO
6 ^o	Elementos de Trabajo	Cilindros, motores neumáticos
5 ^o	Elementos de Regulación de Velocidad	Reguladores Unidireccionales
4 ^o	Elementos de Potencia	Válvulas con accionamiento neumático
3 ^o	Elementos de Tratamiento de Señales	Selectores de función "O" e "Y"
2 ^o	Elementos de entrada de señal	Válvulas con accionamiento manual o mecánica
1 ^o	Fuente de alimentación de energía	Grupo de mantenimiento

Tabla 4 Estructura de Niveles Neumáticos

- Mínima pérdida de aire por fugas y
- Mínima cantidad de agua en la red y en los puntos de utilización.

2.6 AIRE COMPRIMIDO

2.6.1 GENERACIÓN

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

Los sistemas neumáticos de mando con los que se va a trabajar en este proyecto, usan aire comprimido a 6 kPa/ cm² (6 bar); cuyo límite inferior se halla en los 3 kPa/ cm² y el superior en los 15 kPa/ cm².



2.6.2 DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO

La misión de la red de aire comprimido es llevar este desde la zona de compresores hasta los puntos de utilización.

Se entiende por red de aire comprimido el conjunto de todas las tuberías que parten del depósito, colocadas de modo que queden fijamente unidas entre sí, y que conducen el aire comprimido a los puntos de conexión para los consumidores individuales.

Una buena red de aire comprimido, deberá tener:

- Mínima pérdida de presión,
- Mínima pérdida de aire por fugas y
- Mínima cantidad de agua en la red y en los puntos de utilización.

Para ejemplificar mejor ver Ilustración No. 8.

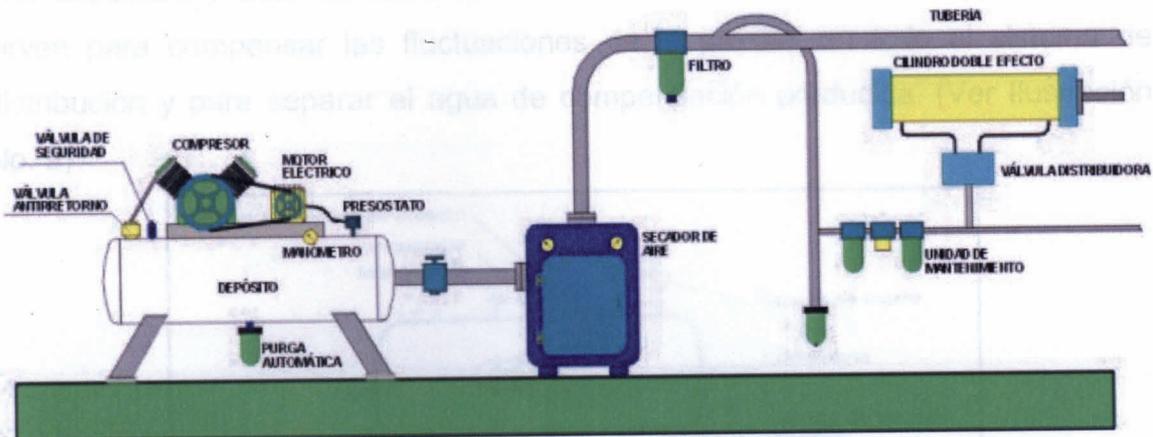


Ilustración 8 Distribución de Aire

Para determinar el diámetro correcto de las redes de aire es necesario considerar diversos factores. Estos son: El caudal de aire, La caída de presión admisible, La longitud de tubería y La presión de trabajo.

El caudal de aire comprimido es una magnitud que se determina según el planteamiento. Este puede ser igual a la capacidad del compresor o puede ser incrementado y debe ser suficientemente holgado, teniendo en cuenta futuras expansiones en la planta.

La caída de presión y la velocidad de circulación se hallan relacionadas estrechamente; Cuanto mayor es la velocidad de circulación, mayor es la caída de presión; pero en la caída de presión también influyen 4 factores como: la rugosidad de la pared interior de la tubería, la longitud de la tubería y el número de accesorios instalados, mientras que la velocidad de circulación del aire comprimido en las tuberías debe estar comprendida entre 6 y 15 Bar y la caída de presión no debe superar, en lo posible, el valor de 3 Bar como se mencionó anteriormente, mientras que la longitud de la tubería se determina a partir del trazado de la instalación y deben ser tenidos en cuenta los accesorios instalados.

2.6.2 ELEMENTOS DE UN DEPÓSITO

Los depósitos y acumuladores han de cumplir varias funciones, y en general sirven para compensar las fluctuaciones de la presión en todo el sistema de distribución y para separar el agua de compensación producida. (Ver Ilustración No. 9)

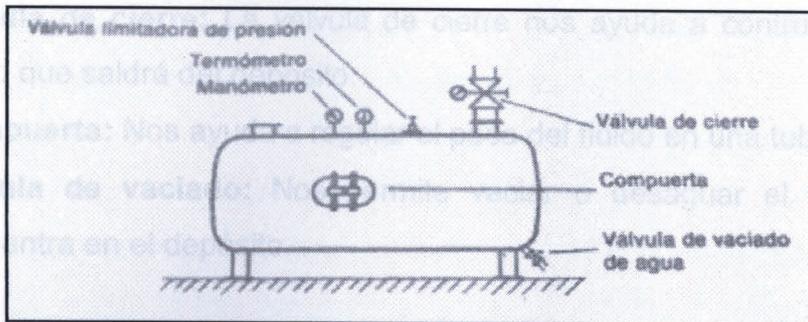


Ilustración 9 Elementos de un depósito

El depósito se ubica directamente a continuación del compresor y debe estabilizar los impulsos de presión procedentes del compresor.

En la mayoría de los casos debe de servir también de acumulador par toda la red y adicionalmente contribuir a la refrigeración del aire comprimido y a la separación de la condensación producida.

En los grandes equipos compresores se monta un refrigerador entre el compresor y el depósito de condensador de agua, con el objetivo de bajar la temperatura del aire para extraer una gran parte del condensado.

Los equipos productores de aire comprimido para el servicio de los sistemas neumáticos de mando deben estar equipados, por principio, con un refrigerador dispuesto entre el compresor y el depósito.

Para este tipo de depósitos los elementos con los que cuenta, son esenciales para que puedan funcionar como un sistema, y se describen a continuación:

- **Válvula limitadora de presión:** Su función es limitar la presión del fluido en el depósito a un valor adecuado.
- **Termómetro:** Se utiliza para medir la temperatura del fluido dentro del depósito.
- **Manómetro:** Es utilizado para la medición de la presión del fluido, determina la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local.
- **Válvula de cierre:** La válvula de cierre nos ayuda a controlar el flujo del fluido que saldrá del depósito.
- **Compuerta:** Nos ayuda a regular el paso del fluido en una tubería.
- **Válvula de vaciado:** Nos permite vaciar o desaguar el fluido que se encuentra en el depósito.
- **Velocidad de circulación:** Esta velocidad debe de controlarse puesto que su aumento produce mayores pérdidas de presión.

2.6.3 DEPÓSITOS DE AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido se hace llegar a los puntos de utilización por una red de distribución, mismos que se mostrarán en la figura siguiente (ver Ilustración No. 10):

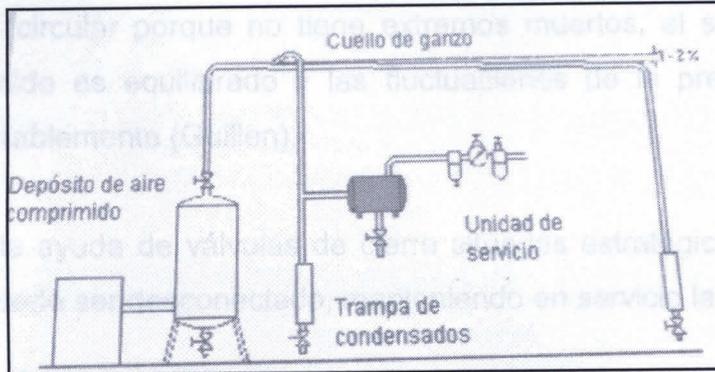


Ilustración 10 Red de Distribución

Una red de distribución de aire comprimido conduce el aire comprimido hacia la alimentación de las máquinas consumidoras. El ciclo de aire comprimido en una instalación se completa cuando los actuadores finales lo utilizan para efectuar un trabajo.

Al iniciar el proceso de diseño de una red de distribución se deben de tomar en cuenta, algunos de los siguientes aspectos:

- **Presión:** Se debe estimar la presión a la cual se desea trabajar para establecer el funcionamiento del compresor y de la red.
- **Caudal:** El caudal de la red deberá ser diseñado con base en la demanda.
- **Pérdida de Presión:** Se debe de garantizar que las pérdidas de presión estén en los límites permisibles, lo cuál es una labor esencial del diseño.
- **Velocidad de circulación:** Esta velocidad debe de controlarse puesto que su aumento produce mayores pérdidas de presión.

Las distribuciones empleadas para el tendido de una red de aire son:

- a) Una larga tubería, extendida a todo lo largo de las naves del edificio con los necesarios bajantes a los puntos de utilización.
- b) Tendido en circuito cerrado o en anillo. Normalmente se prefiere este sistema circular porque no tiene extremos muertos, el suministro de aire comprimido es equilibrado y las fluctuaciones de la presión se reducen considerablemente (Guillen).

Además, con la ayuda de válvulas de cierre situadas estratégicamente, parte de este circuito puede ser desconectado, manteniendo en servicio la parte restante.

En una red de aire pueden distinguirse:

- Línea principal
- Línea secundaria, y
- Las tomas de los aparatos.

La red de distribución de aire comprimido debe ser aérea, en el mejor de los casos, con una pendiente aproximada de 1 a 2% de la longitud de la tubería.

Para tuberías mayores a los 30 metros es conveniente volver a levantar la tubería y nuevamente descender, simulando unos dientes de sierra; en cada punto más bajo deberá colocarse una trampa de condensados y las tomas de aire se realizarán por arriba evitando el paso de los condensados hacia los sistemas (Rouff, Waller, y Werner, 1998).

2.7 PREPARACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

2.7.1 FILTRACIÓN

El aire comprimido para ser utilizado en los sistemas neumáticos requiere de no producir averías, dadas las impurezas nocivas que contiene y es necesario recordar que este aire debe de ser tratado después de haber sido conectado al compresor ya que en el aire, hay una serie de impurezas nocivas que pueden demeritar la buena marcha de la instalación y que son precisas eliminar. Ver (Tabla 5).

Impurezas Sólidas	Impurezas Líquidas	Impurezas Gaseosas
<ul style="list-style-type: none"> • Polvo de sílice. • Óxido de las conducciones (cascarillas). • Virutas de goma de los flexibles • Residuos de cierres estancados. • Residuos de cierres estancados. • Hilachas de empaquetaduras de teflón. • Residuos de aceites quemados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua en fase líquida • Aceites lubricantes (parcialmente quemados) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vapor de agua • Gases procedentes del calentamiento del aceite en el compresor • Gases varios • Microbios y Bacterias.

Tabla 5 Tipos de Impurezas en el Aire

En las instalaciones normales es preciso eliminar las impurezas comprendidas en el grupo de sólidos y líquidos, debiéndose actuar en lo posible en el grupo de gaseosos hasta eliminar el vapor de agua.

Para eliminar cada uno de estos elementos se emplean los componentes y tratamientos que se indican a continuación:

2.7.2 FILTROS

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada. En los procesos de automatización neumática se tiende cada vez a miniaturizar los elementos (problemas de espacio),

fabricarlos con materiales y procedimientos con los que se pretende el empleo cada vez menor de los lubricadores.

Consecuencia de esto es que cada vez tenga mas importancia el conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido, para lo cual se crea la necesidad de realizar un filtraje que garantice su utilización.

El filtro tiene por misión:

- Detener las partículas sólidas
- Eliminar el agua condensada en el aire
- Eliminación eficaz de impurezas, polvo, agua, etc.
- Efectuar esta eliminación con la menor pérdida de carga posible, puesto que la pérdida de carga supone desperdicio de aire comprimido.
- Que tenga un mantenimiento y limpieza sencilla. (Neumática, 2000)

2.7.4 LUBRICACIÓN

2.7.3 REGULACIÓN DE PRESIÓN

Los reguladores de presión son aparatos de gran importancia en aplicaciones neumáticas. Normalmente son llamados mano reductores, que son en realidad reguladores de presión.

Existen muchos tipos de válvulas de control automáticas de presión; sin embargo algunas de ellas proporcionan simplemente un escape para la presión que excede un ajuste del sistema, algunos reducen solamente la presión y algunos mantienen la presión de un sistema dentro de una gama requerida. (Varios)

Dentro de las válvulas que influyen principalmente sobre la presión, o están acondicionadas al valor que tome la presión, encontramos:

- **Válvulas de regulación de presión:** Proporcionan una presión constante en un sistema que funcione a una presión más baja que el sistema de suministro.
- **Válvulas de limitación de presión:** Estas se utilizan como válvulas de seguridad; no admiten que la presión en el sistema sobrepase un valor máximo admisible.
- **Válvulas de Secuencia:** Su funcionamiento es muy similar al de la válvula limitadora de presión, ya que abre el paso cuando se alcanza una presión superior a la ajustada mediante el muelle.

2.7.4 LUBRICACIÓN

La forma más práctica y lógica para lograr el correcto funcionamiento de todo aparato en el que se lleven movimientos es, sin duda la lubricación.

El lubricador tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente. Entre los componentes neumáticos existen dos formas de llevar a cabo esta lubricación: con lubricantes sólidos y con lubricantes líquidos.

En muchos casos se prefiere el lubricante sólido (que durará lo que el componente en cuestión) pues existe menos riesgo de contaminación del producto que se estuviera elaborando.

Cuando en cambio, se trata de lubricante líquido, la solución formal es instalar lubricadores. La función de estos aparatos es incorporar al aire ya tratado, una determinada cantidad de aceite. No obstante, siguen empleándose los lubricantes

neumáticos que actúan introduciendo una fina niebla de aceite en el conducto de aire comprimido.

El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión. Los aparatos que regulan y controlan la mezcla de aire-aceite deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Muy fluidos.
- Contener aditivos antioxidantes.
- Contener aditivos antiespumantes.
- No perjudicar los materiales de las juntas.
- Tener una viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50° C.
- No pueden emplearse aceites vegetales (Forman espuma).

Los lubricadores trabajan generalmente según el principio "Venturi". La diferencia de presión A_p (caída de presión) entre la presión reinante antes de la tobera y la presión en el lugar más estrecho de ésta se emplea para aspirar líquido (aceite) de un depósito y mezclarlo con el aire.

El lubricador no trabaja hasta que la velocidad del flujo es suficientemente grande. Si se consume poco aire, la velocidad de flujo en la tobera no alcanza para producir una depresión suficiente y aspirar el aceite del depósito

2.8 SIMULACIÓN ELECTRONEUMÁTICA

La simulación electro neumática es la combinación de la neumática con la electricidad, misma que maneja los pulsos eléctricos para el accionamiento de válvulas neumáticas, y es la que permite eliminar una serie de actividades manuales realizadas por el operario y sustituirlas por procesos automatizados.

Sin embargo la simulación para poderse llevar a cabo se complementa de una programación que es controlada lógicamente por PLC, que consiste en una secuencia lógica de instrucciones, mismas que son almacenadas en una memoria especial para computadora, que es leída electrónicamente por la PC y se denomina "memoria del programa del PLC". Para el desarrollo del programa se utilizan memorias RAM con baterías de respaldo ya que dicho contenido puede variarse muy rápidamente. El cual, una vez que es probado y depurado de errores, el programa de control realizado se transfiere a una memoria de sólo lectura, mismo que, una vez ejecutado el programa lo procesa en ciclos continuos. Sin embargo toda esta información de la que se habla, emite señales de entrada que llegan al PLC a través de sensores; contienen la información sobre el estado del sistema a controlar; estas señales se pueden transferir de forma binaria, digital y análoga.

Se debe recordar que un PLC solamente puede reconocer y emitir señales eléctricas, por esta razón, las señales no eléctricas deben de convertirse en señales eléctricas por medio de convertidores.

Para poder conseguir esto se debe de llevar a cabo una programación particular, misma que tiene un lenguaje propio que permite a la computadora la interpretación de las instrucciones que se emiten, esto es, lo que el ser humano controla.

Esta programación, es realizada con instrucciones que denotan paso a paso el funcionamiento que se requiere hagan los elementos neumáticos, de forma adecuada y segura; donde, al ejecutar la última acción realizada, se pueda regresar al inicio de las instrucciones y las realice de forma cíclica.

Por tanto, esta programación nos brinda la ventaja de optimizar actividades, reducir los tiempos de trabajo manual, y por consiguiente elevar el número de productos terminados.

2.9 DIAGRAMA ESPACIO-FASE

Este diagrama, también conocido como diagrama de pasos, es un diagrama de movimientos, utilizado para representar de forma esquematizada la secuencia de actividades que realizarán los elementos de accionamiento que se estén controlando.

Permite también ver de forma sencilla y clara cuando un elemento se encuentre en reposo o realizando una actividad, así como la secuencia que llevara cada elemento de trabajo.

2.10 DIAGRAMAS DE PROCESO DE LA OPERACIÓN

Este tipo de diagramas muestran la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. La gráfica describe la entrada de todas las componentes y sub ensambles al ensamble principal; el diagrama de proceso de la operación proporciona detalles de manufactura o de negocios a simple vista y emplea para las operaciones el símbolo de un círculo, y se dice, que existe una cuando se modifican en forma intencional cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto; mientras que para las inspecciones un cuadrado y se dice que existe una cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la cantidad o calidad de cualquiera de sus propiedades.

La operación – inspección, se representa por un círculo dentro de un cuadrado y se dice que hay una operación – inspección cuando un objeto se le hace una operación, y se inspecciona al mismo tiempo, ya sea para verificar sus dimensiones, o comprobar algo, como: pesar, medir, etc. utilizando una herramienta de ajuste o comprobación.

2.11 PRODUCTIVIDAD

Es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción, busca la constante mejora de lo que existe ya; requiere de esfuerzos continuos para adaptar las actividades económicas a las condiciones cambiantes, así como para aplicar nuevas técnicas y métodos; además, de que promueve la firme creencia del progreso humano.

Se puede ver la productividad no como una medida de la producción, ni de la cantidad que se ha fabricado, sino como una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados, por consiguiente tiene una estrecha relación entre los recursos utilizados (insumos) y la cantidad de bienes y servicios producidos.

2.12 INDICADORES ASOCIADOS CON LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuáles están muy relacionados con la calidad y la productividad: eficiencia, efectividad y eficacia; por lo que se considera conveniente puntualizar sus definiciones y su relación con la calidad y la productividad.

- **Eficiencia:** Este término se utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades con dos acepciones o cumplimiento de actividades con dos acepciones: la primera, como la "relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados"; la segunda, como "grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos".

No obstante las limitaciones, el concepto de eficiencia nos lleva a tener siempre presente la idea del costo, a través del uso que hagamos de los recursos.

- **Efectividad:** Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, por tanto, permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. También se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos (según el objetivo); sin embargo, adolece de la noción del uso de recursos. No obstante, este indicador sirve para medir determinados parámetros de calidad que toda organización debe preestablecer y también para poder controlar los desperdicios del proceso y aumentar el valor agregado.
- **Eficacia:** Valora el impacto de lo que se hace, tanto del producto como del servicio que se presta.

No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que se fija, tanto en cantidad como en calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquél que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado.

Del análisis de estos tres indicadores se desprende que no se pueden considerar de forma independiente, ya que cada uno brinda una medición parcial de los resultados.

Es por ello que deben ser considerados como un conjunto de indicadores que sirven para desarrollar de forma integral la productividad.

2.13 SIMULACIÓN FINANCIERA

Esta actividad nos permite una simulación con respecto a la cuestión económica, donde se expresa el tiempo en el cuál la empresa, de llevar a cabo la implementación de esta automatización, recuperará la inversión supuesta; además, de que determina el periodo de amortización y por sus elementos tiene similitud a un estado de resultados.

Como consecuencia de esta actividad simulada, se puede determinar cuan factible y rentable es la inversión propuesta

Es un actuador lineal con arrastrador, que cuenta con una camisa perfilada ranurada, con función de doble efecto, cuya posición de montaje puede ser indistinta, su amortiguación es regulable en ambos lados, y cuyo funcionamiento es por medio de aire comprimido que puede ser o estar lubricado y que su presión de funcionamiento va de los 2 a los 8 bar

Cuenta con una tapa en la ranura antes mencionada para proteger al actuador en contra de la suciedad y para la fijación de cables de detección de posición.

Para el trabajo que se va a usar se emplea una presión constante de 6 bar, y sirve para llevar el actuador giratorio lineal desde un punto en específico hasta otro punto, mismo que se designa por medio de sensores ópticos. (Ver Ilustración No.11)

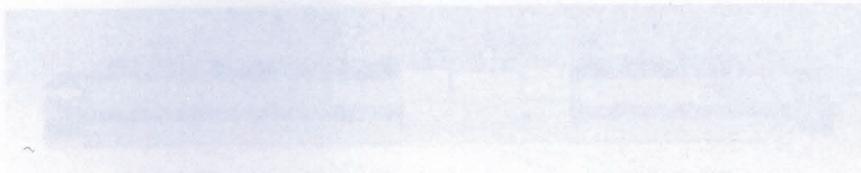


Ilustración 11 Actuador Lineal DGP

CAPITULO 3 REVISIÓN TÉCNICA

Dentro de este capítulo se describen los elementos empleados para el desarrollo de la simulación de este proyecto, mostrando las características y descripciones de cada elemento usado.

3.1 ELEMENTOS NEUMÁTICOS EMPLEADOS

3.1.1 ACTUADOR LINEAL DGP

Es un actuador lineal con arrastrador, que cuenta con una camisa perfilada ranurada, con función de doble efecto, cuya posición de montaje puede ser indistinta, su amortiguación es regulable en ambos lados, y cuyo funcionamiento es por medio de aire comprimido que puede ser o estar lubricado y que su presión de funcionamiento va de los 2 a los 8 bar.

Cuenta con una tapa en la ranura antes mencionada para proteger al actuador en contra de la suciedad y para la fijación de cables de detección de posición.

Para el trabajo que se va a usar se emplea una presión constante de 6 bar, y sirve para llevar el actuador giratorio lineal desde un punto en específico hasta otro punto, mismo que se designa por medio de sensores ópticos. (Ver Ilustración No.11)

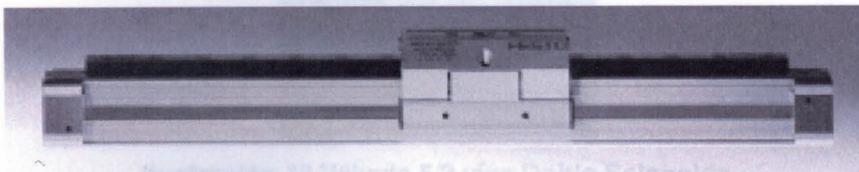


Ilustración 11 Actuador Lineal DGP

3.1.2 SENSOR DE PROXIMIDAD ÓPTICO

Este tipo de sensores se componen de dos módulos principales, el emisor y el receptor. En el caso del sensor de reflexión directa, estos se hallan montados en el mismo cuerpo. El emisor del sensor de reflexión directa emite una luz roja pulsante en el margen del espectro visible. El objeto a detectar refleja parte de la luz emitida. Esta luz es detectada por un dispositivo semiconductor en el receptor que también se halla dispuesto en el cuerpo del sensor y que provoca un cambio en el estado de conmutación. (Ver Ilustración No.12)



Ilustración 12 Sensor de Proximidad Óptico

3.1.3 VÁLVULA DE 5/2 VÍAS CON DOBLE SOLENOIDE

Este tipo de electroválvula invierte su estado cuando se aplica tensión a la bobina del solenoide y permanece en esta posición aunque desaparezca la señal. Cuando aparece una señal en la bobina opuesta, la válvula invierte de nuevo su estado. El estado de conmutación se visualiza por medio de un LED incorporado en los conectores de las bobinas. (Ver Ilustración No.13)

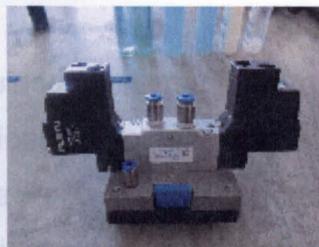


Ilustración 13 Válvula 5/2 vías Doble Solenoide

3.1.4 ACTUADOR GIRATORIO / LINEAL DSL

El actuador giratorio / lineal DSL es un cilindro giratorio de doble efecto combinado con un cilindro de movimiento lineal. Este actuador permite girar a cualquier ángulo dentro del rango máximo de giro. El ajuste de las posiciones de giro finales puede realizarse mediante tornillos de tope, provistos de contratuerzas.

Cuenta con placas de amortiguación para el impacto ocasionado por la palanca de tope. La detección de posición del movimiento giratorio se logra con sensores inductivos. La detección de posición del movimiento lineal se realiza con sensores FESTO de contacto Redd tipo SME- 8., o con sensores de proximidad FESTO tipo SMT-8..., NPN o PNP.

Las conexiones para el aire comprimido, tanto para el movimiento de giro como para el movimiento lineal se encuentran localizadas en la parte posterior del actuador. (Ver Ilustración No.14)

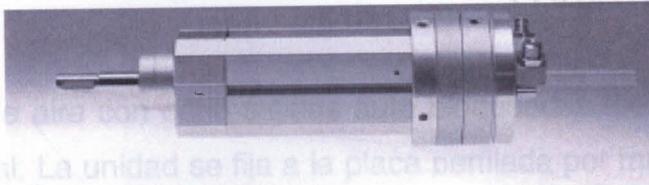


Ilustración 14 Actuador Giratorio/Lineal

3.1.5 VÁLVULA DE CIERRE CON FILTRO REGULADOR

Esta válvula es un filtro regulador con manómetro, que cuenta con una válvula manual de cierre y acoplamientos rápidos, que están montados en un soporte basculante. Su función, es gracias a un filtro con separador de agua, limpia el aire comprimido de suciedad, virutas de la tubería, óxidos y condensados. Su regulador de presión, ajusta el aire comprimido suministrado a la presión de funcionamiento requerida y compensa las fluctuaciones de la presión de entrada. Cuando se monta en los circuitos, se debe asegurar de que el filtro regulador se

monte en posición vertical. Además de que dicho regulador está provisto de un pomo, que permite ajustar la presión requerida al ser girado; apretando el tornillo ranurado en la cabeza del regulador, dicho ajuste puede bloquearse. (Ver Ilustración No.15). El vaso del filtro tiene una válvula para drenar los condensados. La válvula de cierre aplica y descarga la presión a todo el sistema de control. La válvula de 3/2 es accionada por un pomo giratorio.



Ilustración 15 Válvula de cierre con filtro regulador

3.1.6 DISTRIBUIDOR DE AIRE

Este distribuidor de aire con ocho salidas auto bloqueadas, se halla sujeto sobre una placa universal. La unidad se fija a la placa perfilada por medio de un sistema de fijación rápido con leva azul; su función se debe a un distribuidor con una alimentación P común, que permite alimentar de aire comprimido hasta ocho puntos en un sistema de control neumático. (Ver Ilustración No.16)

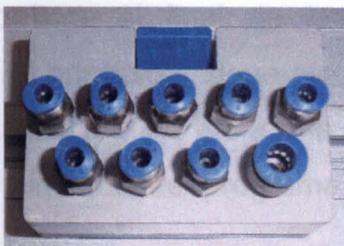


Ilustración 16 Distribuidor de Aire

3.2 ELEMENTOS PLC EMPLEADOS PARA LA SIMULACIÓN

Mediante una programación especial el PLC se permite la simulación paso a paso de cada una de las actividades que se van a realizar; cuenta con unidades de indicación y botones que facilitan su uso para los diversos proyectos.

3.2.1 PROGRAMACIÓN DE INTERFACE EN PLC

El FEC Edu Trainer FST/ MWT con interface Ethernet es un PLC compacto y potente que es adaptable para aplicaciones industriales y que es rápido y fácil de instalar. Este controlador compacto de diseño industrial con 12 entradas digitales y 8 salidas digitales, ofrece las funciones necesarias de las tareas de automatización que requieren pocas E/S. El estado de las entradas y las salidas se indican por medio de LEDs. (Ver Ilustración No.17)

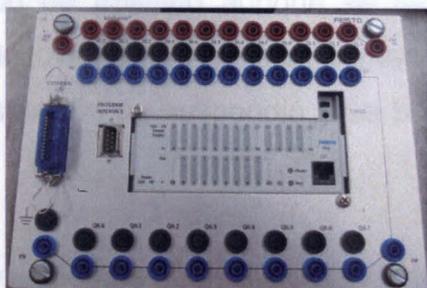


Ilustración 17 Interface para el PLC

El PLC, es el encargado de ejecutar el programa almacenado en la memoria. Podemos considerar que el PLC toma, una a una, las instrucciones programadas y las va ejecutando. Cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, el PLC vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica. Como se dijo, la memoria almacena el programa de aplicación, pero además guarda el estado de variables internas del programa como por ejemplo el número de piezas procesadas.

CAPÍTULO 4 METODOLOGÍA**4.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se definen el conjunto de procedimientos basados en principios lógicos que se realizaron para llevar a cabo la simulación propuesta, para con ello, alcanzar los objetivos planteados al inicio de este proyecto.

Es importante hacer mención de las simulaciones anteriores realizadas para este proyecto de tesina, ya que al ser puestas a prueba, determinaban otras áreas de oportunidad con mayor productividad para la empresa. Por tanto sólo se hará una breve mención de cada una y el área en donde fueron aplicadas.

4. Programación en FST 4.10

1.- Traslado de botellas mediante el uso de un vástago lineal desde la máquina llenadora hacia la máquina que coloca la tapa. En esta simulación las ventajas eran mínimas y el tiempo de traslado aunque se reducía causaba cuellos de botella. Por tanto la productividad no era incrementada, esta se mantenía igual. Razón por la cuál, la simulación se suspendió y se buscó una segunda área de oportunidad.

2.- Traslado de botellas de máquina que sella a banda transportadora que imprime el bote. Sin embargo, en esta simulación los tiempos reducidos por el uso del vástago lineal, eran los mismos reducidos al colocar la máquina de impresión en cercanía con la primera máquina, por tanto los costos no eran justificables y dicha simulación también fue eliminada.

3.- Traslado de los botes hechos por máquina a máquina inyectora de producto, esta opción surge tras conocer los tiempos de fabricación y los inconvenientes que se tenían para juntar un lote considerable de botes y trasladarlos a la máquina inyectora de producto. Por tanto, aquí el uso del vástago lineal reduce el tiempo muerto que se generaba y la producción toma una forma constante, reduciendo los tiempos del operador incrementando en gran medida la productividad.

Por tanto, esta actividad es la que da pie al análisis metodológico que a continuación se presenta.

4.2 ANÁLISIS METODOLÓGICO

Para poder desarrollar el proyecto de simulación se definen a continuación la serie de actividades que se desarrollaron.

1. Análisis del proceso actual que usa la empresa
2. Planteamiento del proceso a automatizar
3. Simulación Neumática y Electro neumática
4. Programación en FST 4.10
5. Diagrama Espacio- Fase
6. Cálculo de la productividad basado en la simulación
7. Simulación Financiera

4.2.1 ANÁLISIS DEL PROCESO ACTUAL QUE USA LA EMPRESA

La empresa "Blancos Valladolid", misma en la que se desarrolla este proyecto de tesina, en su forma actual de proceder para la fabricación, llenado, tapado y etiquetado de los productos que se fabrican para hoteles y hospitales, es en gran parte de forma artesanal, y todo es consecuencia de la demanda que se tiene por medio de los clientes que emplean sus productos.

Sin embargo otra de las problemáticas que tiene esta fábrica, se encuentra en las máquinas ya que no están adecuadamente distribuidas por tanto los recorridos son muy largos y es otra de las opciones de mejora que se plantean como objetivos particulares para la empresa.

4.2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROCESO A AUTOMATIZAR

En base a los datos obtenidos en el paso anterior se determina que la mejor opción para optimizar el trabajo, se realizará mediante un ciclo automático donde un sensor óptico de posición será activado cuando el bote recién elaborado llegue a la posición indicada y de ahí, mediante el uso del actuador lineal giratorio es trasladado a la máquina inyectora de producto para continuar con el proceso. Se debe de recordar que en la forma actual en la que se realizan estas actividades, el operador espera a que la máquina fabrique un lote aproximado de 100 botes, mismos que almacena en una caja, para después trasladarla hasta la máquina inyectora y manualmente coloca uno por uno cada bote en la banda transportadora.

4.2.3 SIMULACIÓN NEUMÁTICA Y ELECTRO NEUMÁTICA

En esta parte se muestra la simulación neumática elaborada en FESTO Fluidsim, el cual reproduce el comportamiento (velocidades y aceleración) del proceso a automatizar, sirve para entender y observar las características de los elementos usados. (Ver Ilustración No. 18)

La descripción del diagrama comienza cuando el sensor óptico detecta un bote, y acciona el actuador lineal giratorio para que este salga y active la acción de cerrar la mordaza la cual sujeta el bote, posteriormente, el actuador lineal – giratorio, regresa a su posición inicial sin soltar el bote, y al llegar a su inicio de carrera, manda la orden para que el vástago lineal se accione y comience su recorrido, el siguiente sensor detecta el vástago lineal y hace que este llegue a su final de carrera, donde activa de nuevo al actuador lineal giratorio para salir y bajar, con dicha acción, la siguiente actividad a realizar es la de abrir la mordaza y soltar el bote trasladado, mismo que cae dentro de la banda transportadora que lo llevará a la inyección de producto, activando la acción de girar y soltar bote, el actuador lineal regresa a su posición inicial, y al mismo tiempo las mordazas se abren y gira a su posición inicial, para posteriormente el vástago regresar a su inicio de carrera

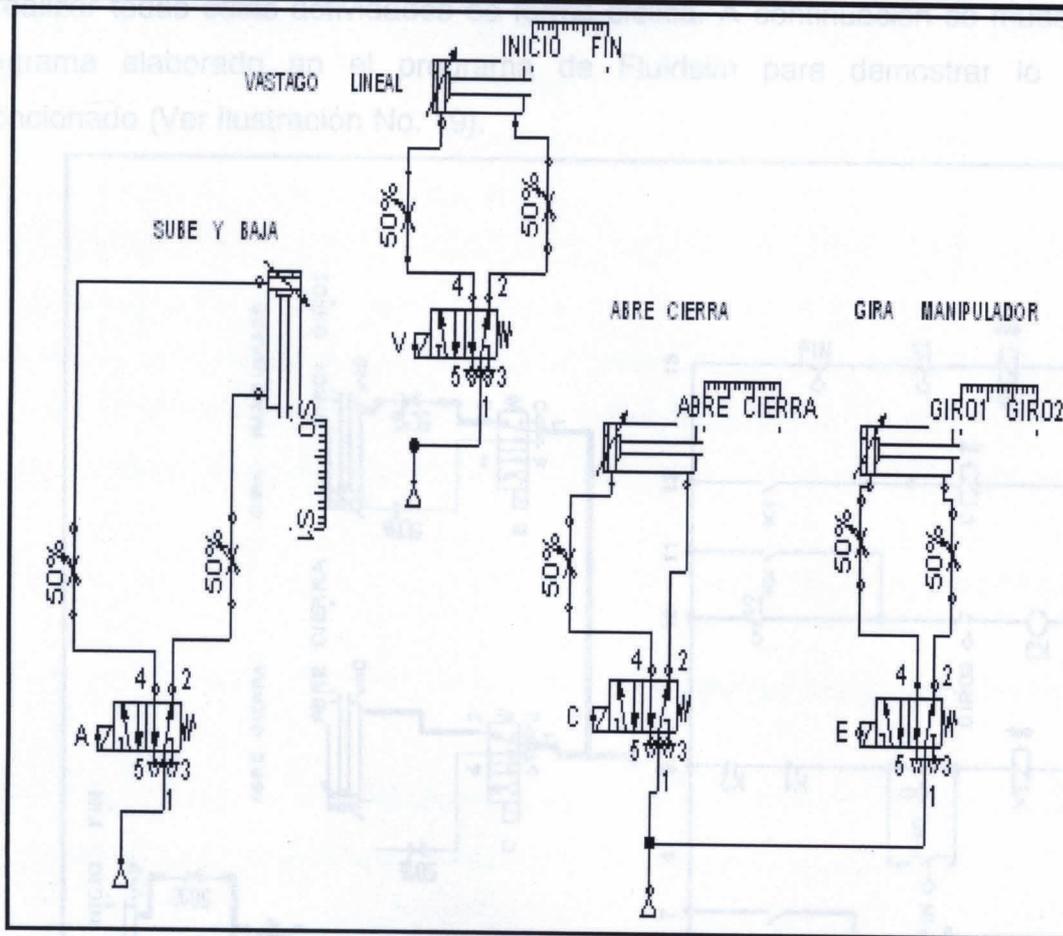


Ilustración 18 Simulación Neumática

La descripción del diagrama comienza cuando el sensor óptico detecta un bote, y acciona el actuador lineal-giratorio para que este salga y active la acción de cerrar la mordaza la cual sujeta el bote, posteriormente, el actuador lineal – giratorio, regresa a su posición inicial sin soltar el bote, y al llegar a su inicio de carrera, manda la orden para que el vástago lineal se accione y comience su recorrido, el siguiente sensor detecta el vástago lineal y hace que este llegue a su final de carrera, donde activa de nuevo al actuador lineal giratorio para salir y bajar, con dicha acción, la siguiente actividad a realizar es la de abrir la mordaza y soltar el bote trasladado, mismo que cae dentro de la banda transportadora que lo llevará a la inyección de producto, activando la acción de girar y soltar bote, el actuador lineal regresa a su posición inicial, y al mismo tiempo las mordazas se abren y gira a su posición inicial, para posteriormente el vástago regresar a su inicio de carrera

y realizar todas estas actividades de forma cíclica. A continuación se muestra el diagrama elaborado en el programa de Fluidsim para demostrar lo antes mencionado (Ver Ilustración No. 19).

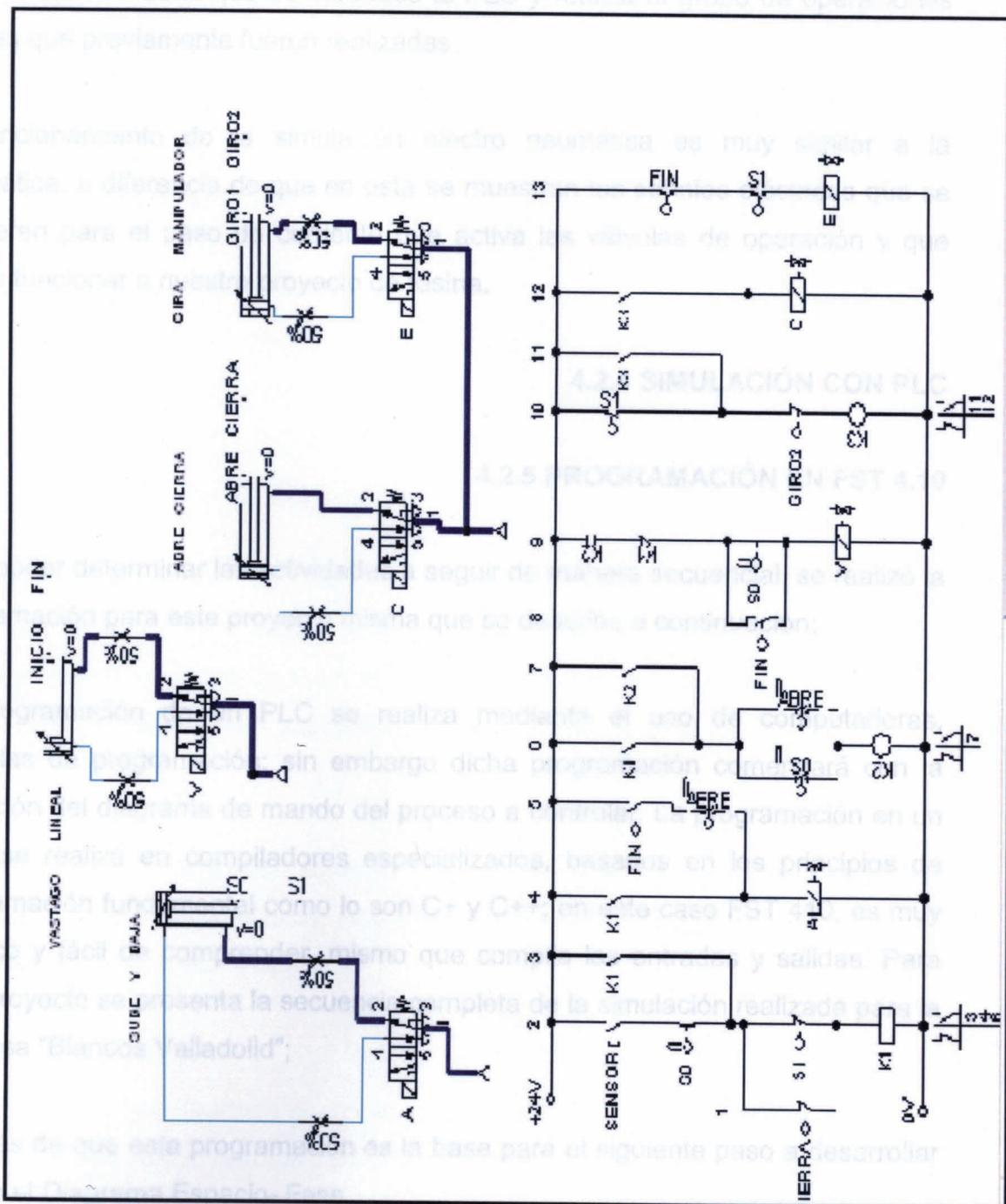


Ilustración 19 Diagrama elaborado en Fluidsim para la simulación

La simulación electro neumática maneja las señales eléctricas y neumáticas, misma que brinda una idea más detallada del proyecto en cuestión.

Esta simulación es la que se introduce al PLC y realiza el grupo de operaciones lógicas que previamente fueron realizadas.

El funcionamiento de la simulación electro neumática es muy similar a la neumática; a diferencia de que en esta se muestran las señales eléctricas que se requieren para el paso de corriente que activa las válvulas de operación y que hacen funcionar a nuestro proyecto de tesina.

4.2.4 SIMULACIÓN CON PLC

4.2.5 PROGRAMACIÓN EN FST 4.10

Para poder determinar las actividades a seguir de manera secuencial, se realizó la programación para este proyecto misma que se describe a continuación;

La programación de un PLC se realiza mediante el uso de computadoras, consolas de programación; sin embargo dicha programación comenzará con la ejecución del diagrama de mando del proceso a controlar. La programación en un PLC, se realiza en compiladores especializados, basados en los principios de programación fundamental como lo son C+ y C++; en este caso FST 410, es muy práctico y fácil de comprender, mismo que compila las entradas y salidas. Para este proyecto se presenta la secuencia completa de la simulación realizada para la empresa "Blancos Valladolid";

Además de que esta programación es la base para el siguiente paso a desarrollar que es el Diagrama Espacio- Fase.

A continuación se dará una breve explicación de cada uno de los pasos:

STEP inicio: corresponde a la acción del avance del vástago y desactivar la operación de retroceder el mismo vástago, esta acción que realiza este elemento

En este paso se determinan las operaciones con las cuales deberá iniciar el ciclo, la lógica a seguir en este paso activan el retroceso del vástago y el sube del brazo, de igual manera desactivan las operaciones de avance del vástago, baja del brazo, el giro y abre de la mordaza.

STEP ciclo: mientras que las acciones de avance del vástago, y sube brazo son

En este paso, el sensor óptico, es quien mandará la señal para desactivar el retro del vástago y sube del brazo, en dado caso de que el sensor no detecte nada, seguirá sin mandar ninguna señal y cambiará el estado hasta que vuelva a detectar algún bote de plástico.

STEP 1: los elementos a sus posiciones originales para realizar las actividades de

Para este paso, si el sensor detecta objeto, las operaciones a seguir son desactivar el giro y abre de la mordaza, desactivar el sube del brazo y activar el baja del brazo. Todas estas actividades harán que comience el ciclo.

STEP 2 peso, lo que corresponde en la programación es hacer que se desactive la

En este paso la actividad que sigue es la de activar la función abre de la mordaza, para que esta sostenga el bote. Recordemos que esta actividad se realiza por la señal que emitió el sensor óptico.

STEP 3 e paso la programación indica que se desactivarán las acciones de subir

En este paso lo que procede es activar el sube del brazo y desactivar la opción de baja del mismo brazo, recordemos que el bote sigue sujeto, y a partir de aquí el bote comenzará su recorrido hasta el punto donde inicie el siguiente proceso.

La programación de los pasos antes mencionados se presenta a continuación, y por cuestiones de notación técnica, se emplean los términos en inglés.

STEP 4

Este paso corresponde a la acción del avance del vástago y desactivar la operación de retroceder el mismo vástago, esta acción que realiza este elemento es sobre un carril montado en dos postes fijos.

STEP 5

En este paso existe un sensor que determina donde termina el final de carrera del vástago, en este paso también se activan las acciones de giro de la mordaza y baja brazo, mientras que las acciones de avance del vástago, y sube brazo son desactivadas. Las demás actividades siguen iguales.

STEP 6

En este paso es donde el bote ya llegó a la banda transportadora donde comenzará su siguiente actividad, sin embargo los siguientes pasos son para regresar los elementos a sus posiciones originales para realizar las actividades de forma cíclica. Aquí, se activa la acción de subir brazo, y se desactivan las acciones de abrir y girar mordaza así como la acción de bajar brazo.

STEP 7

En este paso, lo que corresponde en la programación es hacer que se desactive la acción de avance del vástago y se activan las acciones de retroceder vástago y abrir mordaza.

STEP 8

Para este paso la programación indica que se desactivarán las acciones de subir brazo y la de abrir mordaza, esto con la intención de que los elementos neumáticos empleados regresen a la forma inicial adecuada para realizar ciclos de producción.

La programación de los pasos antes mencionados se presenta a continuación, y por cuestiones de notación técnica, se emplean los términos en inglés.

STEP INICIO

IF		NOP	
THEN	SET	retro	'retroceso de vástago'
	RESET	avance	'avance vástago'
OTHRW	RESET	baja	'baja brazo'
	SET	sube	'sube brazo'
	RESET	giro	'gira manipulador'
	RESET	abre	'abre y cierra manipulador'
		sube	'sube brazo'
		baja	'baja brazo'

STEP CICLO

IF	N	S2	'sensor inicio de posición'
THEN			
	JMP TO	ciclo	
OTHRW	RESET	retro	'retroceso de vástago'
	RESET	sube	'sube brazo'

STEP 1

IF		I 0.1	'sensor de botella'
THEN			
	RESET	giro	'gira manipulador'
	RESET	abre	'abre y cierra manipulador'
	SET	baja	'baja brazo'
	RESET	sube	'sube brazo'
OTHRW	JMP TO 1		

STEP DELAY1

IF		NOP
THEN	SET	T0
	with	1s
OTHRW	SET	T0
OTHRW		NOP

STEP 2

IF T0
 THEN JMP TO 5
 OTHRW JMP TO 2
 OTHRW SET abre 'abre y cierra manipulador'

STEP 3

IF NOP
 THEN SET sube 'sube brazo'
 RESET baja 'baja brazo'
 OTHRW NOP

STEP DELAY2

IF NOP
 THEN SET T0
 WITH 2s
 SET T0
 OTHRW NOP

STEP 4

IF T0
 THEN JMP TO 4
 OTHRW SET avance 'avanza vástago'
 RESET retro 'retroceso de vástago'

STEP DELAY3

IF NOP
 THEN SET T0
 WITH 2s
 SET T0
 OTHRW NOP

STEP 5

IF	N	S3	'final de posición'
THEN	JMP TO	5	
OTHRW	RESET	avance	'avanza vástago'
	SET	giro	'gira manipulador'
	SET	baja	'baja brazo'
	RESET	sube	'sube brazo'

STEP DELAY4

IF		NOP	
THEN	SET	T0	
	WITH	2s	
	SET	T0	
OTHRW		NOP	

STEP 6

IF		T0	
THEN	JMP TO	6	
OTHRW	RESET	abre	'abre y cierra manipulador'
	RESET	giro	'gira manipulador'
	RESET	baja	'baja brazo'
	SET	sube	'sube brazo'

STEP DELAY5

IF		NOP	
THEN	SET	T0	
	WITH	2s	
	SET	T0	
OTHRW		NOP	

STEP 7

4.2.6 DIAGRAMA ESPACIO-FASE

IF		T0	
THEN	JMP TO	7	
OTHRW			
	SET	abre	'abre y cierra manipulador'
	SET	retro	'retroceso de vástago'
	RESET	avance	'avanza vástago'

Descripción de elementos:

- Elemento A: Actuador Lineal

STEP DELAY6 B: Vástago

IF		NOP
THEN	SET	T0
	WITH	2s

Descripción de Elementos:

OTHRW Linea Azul: Señal que emite sensor óptico al detectar un bote

- Líneas rojas: Actividad que realiza cada elemento en cada paso del ciclo

STEP FIN Las verdes: Señales que se emiten para cambiar el estado de los

IF		NOP	
THEN	RESET	sube	'sube brazo'
	RESET	abre	'abre y cierra manipulador'
	JMP TO	ciclo	

Para comprender mejor lo antes expresado, ver ilustración No. 20, que se presenta a continuación, en ella se podrán seguir claramente cada una de las partes que lo conforman y que se describieron anteriormente.



4.2.6 DIAGRAMA ESPACIO- FASE

Este tipo de Diagramas nos permiten conocer el estado de cada elemento neumático empleado durante el ciclo de proceso, en que momento entra en actividad, cuando se mantiene en un estado determinado y que señal es la que lo hace cambiar a otra posición.

Descripción de elementos:

- Elemento A: Actuador Lineal
- Elemento B: Vástago
- Elemento C: Mordaza
- Elemento D: Actuador Giratorio

Descripción de Líneas:

- Línea Azul: Señal que emite el sensor óptico al detectar un bote
- Líneas rojas: Actividad que realiza cada elemento en cada paso del ciclo
- Líneas verdes: Señales que se emiten para cambiar el estado de los elementos

Las flechas representan las señales de mando que hacen que los elementos cambien de estado., cada recuadro será un paso a seguir por cada elemento; otra de las cosas que se presentan en la ilustración son unos números 0 y 1, estos representan el estado de reposo (0) y en actividad (1).

Para comprender mejor lo antes expresado, ver Ilustración No. 20, que se presenta a continuación, en ella se podrán seguir claramente cada una de las partes que lo conforman y que se describieron anteriormente.



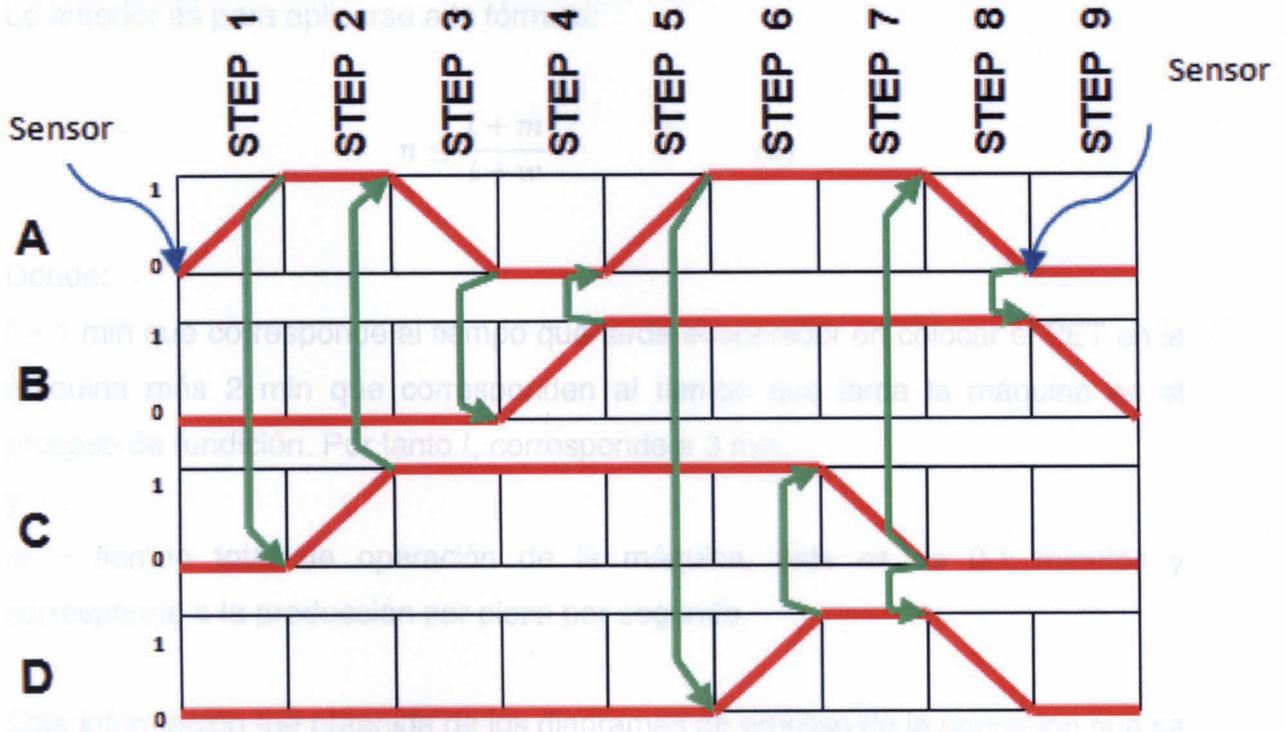


Ilustración 20 Diagrama Espacio- Fase

4.2.7 CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD BASADO EN LA SIMULACIÓN

En este apartado lo que se intenta demostrar es el incremento en la producción que se puede obtener y compararlo con la producción actual que realiza la empresa, incluyendo los costos en los que se incurre. (Niebel y Freivalds, 2009).

Para poder llevar a cabo este cálculo existen algunos datos que son necesarios conocer para poder aplicar las ecuaciones adecuadas requeridas para estos cálculos de productividad.

Lo anterior es para aplicarse a la fórmula:

$$n \leq \frac{l + m}{l + w} \quad (2)$$

Donde:

$l = 1$ min que corresponde al tiempo que tarda el operador en colocar el PET en la máquina más 2 min que corresponden al tiempo que tarda la máquina en el proceso de fundición. Por tanto l , corresponde a 3 min.

y

$m =$ tiempo total de operación de la máquina, este es de 0.1 minutos y corresponde a la producción por pieza por segundo.

Esta información fue obtenida de los diagramas de proceso de la operación que se realizaron dentro de la empresa "Blancos Valladolid", mismos que se muestran enseguida para determinar exactamente el área de oportunidad donde se propone la mejora y que explica los tiempos expresados anteriormente.

Ilustración 21 Diagrama de Proceso de la Operación

El Resumen de actividades del diagrama anterior es:

Operación: 25 Actividades

Inspección: 9 Actividades

Demoras: 1 Actividad

Total de Actividades: 35 Actividades

MÉTODO ACTUAL:

Fabricación: 100 botes cada 15 min, por lo tanto se realizarán 6.67 botes por minuto

MÉTODO PROPUESTO:

Fabricación: 100 botes cada 10 min, por lo tanto se realizarán 10 botes por minuto.

CAPITULO 4 METODOLOGÍA

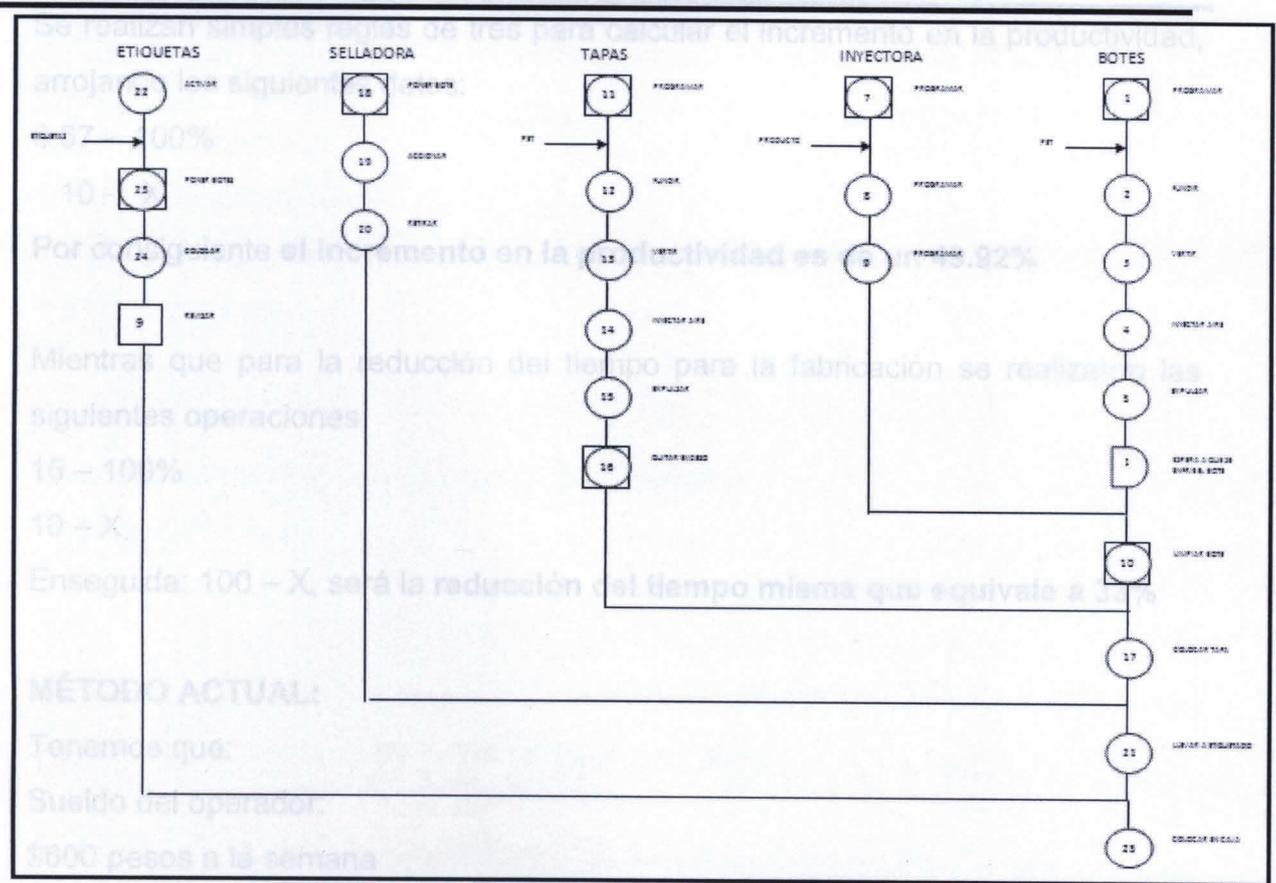


Ilustración 21 Diagrama de Proceso de la Operación

El Resumen de actividades del diagrama anterior es:

Operación: 25 Actividades

Inspección: 9 Actividades

Demoras: 1 Actividad

Total de Actividades: 35 Actividades

MÉTODO ACTUAL:

Fabricación: 100 botes cada 15 min, por lo tanto se realizarán 6.67 botes por minuto

MÉTODO PROPUESTO:

Fabricación: 100 botes cada 10 min, por lo tanto se realizarán 10 botes por minuto.

Se realizan simples reglas de tres para calcular el incremento en la productividad, arrojando los siguientes datos:

6.67 - 100%

10 - X

Por consiguiente **el incremento en la productividad es de un 49.92%**

= \$12.50 por hora

Mientras que para la reducción del tiempo para la fabricación se realizaron las siguientes operaciones:

15 - 100%

10 - X

Enseguida: $100 - X$, será la **reducción del tiempo misma que equivale a 33%**

MÉTODO ACTUAL:

Tenemos que:

Sueldo del operador:

\$600 pesos a la semana

= \$100 pesos por día

= \$12.50 por hora

Mientras que:

Unidades producidas actualmente:

6.67 botes por minuto

= 400 botes por hora $((5/60) (\$12.5)) / 800$

Donde:

Si se divide el sueldo por hora entre la cantidad de botes que se fabrican, tenemos que el costo por bote es de 0.031 centavos por bote.

\$12.50 es el sueldo del operador

800 son los botes fabricados por hora

Por tanto al desarrollar la operación conseguimos que:

$\$12.50 / 800 = \0.0017 centavos por unidad

Y retomando datos anteriores tenemos que:

MÉTODO PROPUESTO:

Tenemos que:

Sueldo del operador:

\$600 pesos a la semana

= \$100 pesos por día

= \$12.50 por hora

Mientras que:

Unidades producidas con propuesta de automatización:

10 botes por minuto

= 600 botes por hora

Si se divide el sueldo por hora entre la cantidad de botes que se fabrican, tenemos que el costo por bote es de 0.020 centavos por bote.

Con los datos anteriores obtenidos tenemos una reducción en los costos por bote de 35.48%, mismo que resulta de operaciones donde se implican los costos de bote actual con los costos por bote que se presumen tras la automatización del proceso.

Para calcular el ahorro económico que representa esta mejora se realizaron las siguientes operaciones

$$((5/60) (\$12.5)) / 600$$

Donde:

5 representa los minutos ahorrados para la fabricación de cada 10 botes

60 son los minutos de cada hora

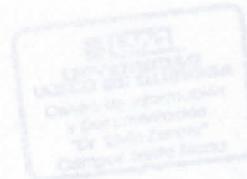
\$12.50 es el sueldo del operador

600 son los botes fabricados por hora

Por tanto al desarrollar la operación conseguimos que:

$$\$1.041 / 600 = \$0.0017 \text{ centavos por unidad}$$

Y retomando datos anteriores tenemos que:



\$0.031 por unidad / \$0.0017 por unidad = 18.23 – 1 = 17.23% de incremento en la productividad

Y el ahorro real por unidad será igual a:

\$0.031 por unidad menos \$ 0.0017 por unidad

Ahorro = \$0.0293 por unidad.

Enseguida se presentan los gastos que tendría que realizar la empresa para la implementar automatización en su proceso productivo.

ARTICULO	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Actuador Lineal (Vástago)	1	\$12,500	\$12,500
Actuador Giratorio /Lineal DSL	1	\$10,000	\$10,000
Válvula 5/2 vías doble solenoide	4	\$4,700	\$18,800
Sensor Óptico de Proximidad	2	\$3,500	\$7,000
PLC	1	\$19,800	\$19,800
Compresor	1	\$5,900	\$5,900
Varios		\$5,000	\$5,000
			= \$79,000

Tabla 6 Costos de Inversión

Para calcular el tiempo que le tomará a la empresa en recuperar la inversión propuesta que es de \$79,000 pesos , dicha cantidad se dividirá entre el ahorro que se obtiene por bote, dicha cantidad será el equivalente al numero de botes que se deberán producir para recuperar la inversión; dicha cantidad de botes, se dividirán entre el número de botes fabricados por hora, para calcular el número de horas empleadas, mismas que se dividirán entre horas por semana y estas a su vez entre número de semanas para calcular el número de años requeridos.



Siendo así se presentan las operaciones efectuadas.

$$\$79,000 / \$0.0293 = 2696245.73 \text{ botes}$$

$$2696245.73 / 600 \text{ botes elaborados por hora} = 4494 \text{ horas}$$

$$4494 \text{ horas} / 48 \text{ horas que equivalen a una semana} = 93.61 \text{ semanas}$$

$$93.61 \text{ semanas} / 52 \text{ semanas que tiene un año} = 1.80 \text{ años}$$

1.80 años, es el tiempo que le tomará a la empresa para recuperar la inversión prevista para este proyecto.

Sin embargo es necesario enfatizar que este tiempo esta sujeto a las condiciones actuales que la empresa maneja, sin embargo, la capacidad máxima que el puente puede adquirir esta en relación al tiempo en que realiza un ciclo completo desde que toma el bote hasta que lo deja en la banda transportadora para la siguiente actividad.

El tiempo para recuperar la inversión, podrá ser disminuido, cuando los tiempos de la máquina que fabrica los botes aumente su producción, sin embargo, esto ya es parte de proyectos futuros, y que no forman parte de este proyecto de automatización.

Incremento en la producción: 49.92%

Reducción en el tiempo del proceso: 5 minutos equivale a 33% del tiempo.

Costo por bote:

Método Actual: 0.031 centavos

Método Propuesto: 0.020 centavos

Reducción en los costos por bote: 35.48%

**CAPITULO 5
RESULTADOS**

Una vez realizada la simulación, se procede a la realización de un análisis comparativo para verificar cuales fueron las mejoras obtenidas, así como para identificar si se cumplieron los objetivos que anteriormente se definieron.

Se debe recordar que el objetivo general fue simular la automatización por medio de elementos neumáticos y programación en PLC de equipo de FESTO, para optimizar los tiempos en el proceso desde la fabricación al llenado de botes de plástico de la empresa "Blancos Valladolid". Objetivo que fue alcanzado al reducir la demora de 5 minutos que había dentro del proceso, y cuyos resultados se expresan enseguida:

Producción de la empresa:

Método Actual: 6.67 botes por minuto

Método Actual: 100 botes cada 15 minutos

Método Propuesto: 10 botes por minuto

Método Propuesto: 100 botes cada 10 minutos

Incremento en la producción: 49.92%

Reducción en el tiempo del proceso: 5 minutos equivale a 33% del tiempo.

Costo por bote:

Método Actual: 0.031 centavos

Método Propuesto: 0.020 centavos

Reducción en los costos por bote: 35.48%

Esta simulación permite estandarizar una parte del proceso productivo incrementando la producción y realizando operaciones de forma constante, se excluye totalmente el tiempo que tardaba el operador para poder tomar los botes recién hechos para llevarlos a la maquina que inyecta el producto, cuya acción elimina totalmente el almacenamiento de los mismos entre operaciones.

Se realizan actualmente 6.67 botes por minuto, mientras que con la automatización propuesta se incrementan a 10; y el tiempo para fabricarlos baja de 15 minutos a 10 en la fabricación de 100 botes; la producción se incrementa en un 49.92%, con estas mejoras, y, por tanto, el tiempo que se reduce es del 33%.

Los costos de los botes actualmente son de 0.031 centavos, mientras que con las mejoras propuestas es de 0.020 centavos, logrando una reducción en los costos por bote de 35.48%.

Resumiendo lo anterior encontramos que los resultados obtenidos, muestran la reducción de tiempos, el incremento considerable de la producción y productividad, mientras que el costo de los botes elaborados también denota una reducción considerable, las cuales de ser implementadas, lograrían la recuperación de la inversión en menos de dos años.

Se debe mencionar también que esta parte del proceso se estandariza y las operaciones se realizan de forma continua.

Por tanto con esta automatización, misma que es de fácil aplicación y operación, se brinda la oportunidad a la empresa de innovar en cuestiones industriales con herramientas que le permitirán seguir compitiendo en el ámbito laboral.

CAPITULO 6 CONCLUSIONES

Para determinar las conclusiones de este trabajo es necesario tomar en cuenta que los objetivos y problema al principio fueron expuestos, al final de este trabajo fueron alcanzados y para demostrar lo dicho, se expresan a continuación los resultados obtenidos.

Se realizan actualmente 6.67 botes por minuto, mientras que con la automatización propuesta se incrementan a 10; y el tiempo para fabricarlos baja de 15 minutos a 10 en la fabricación de 100 botes; la producción se incrementa en un 49.92%, con estas mejoras, y, por tanto, el tiempo que se reduce es del 33%.

Los costos de los botes actualmente son de 0.031 centavos, mientras que con las mejoras propuestas es de 0.020 centavos, logrando una reducción en los costos por bote de 35.48%.

Resumiendo lo anterior encontramos que los resultados obtenidos, muestran la reducción de tiempos, el incremento considerable de la producción y productividad, mientras que el costo de los botes elaborados también denota una reducción considerable, las cuales de ser implementadas, lograrían la recuperación de la inversión en menos de dos años.

Se debe mencionar también que esta parte del proceso se estandariza y las operaciones se realizan de forma continua.

Por tanto con esta automatización, misma que es de fácil aplicación y operación, se brinda la oportunidad a la empresa de innovar en cuestiones industriales con herramientas que le permitirán seguir compitiendo en el ámbito laboral.

Sin embargo, este proyecto solo muestra las mejoras que en una parte del proceso total pueden realizarse con automatización, dejando en claro que para que la empresa desarrolle su máximo potencial deberá de realizar estudios minuciosos de cada operación y ciclo de actividades que realiza para mejorar los procesos productivos.

Esta simulación permite estandarizar una parte del proceso productivo incrementando la producción y realizando operaciones de forma constante, se excluye totalmente el tiempo que tardaba el operador para poder tomar los botes recién hechos para llevarlos a la máquina que inyecta el producto, cuya acción elimina totalmente el almacenamiento de los mismos entre operaciones.

La automatización para este caso particular mejoraría gran parte de los procesos sin embargo será ya cuestión de los dueños o encargados el hecho de supervisar las acciones correctivas pertinentes como se mencionaron en un principio para volver a rediseñar los diagramas de operación, de recorrido y de flujo de proceso para determinar si las mejoras son convenientes o no y que actividades se pueden reducir o eliminar para mejorar.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrientos, E., Cruz, M., Jasso, J. A., & Valdez, E. (2008 йил 28-Маю). *Universidad Teconológica Fidel Velazquez*. Retrieved 2010 йил 10-Diciembre from <http://www.scribd.com/doc/4196440/Neumatica-e-Hidraulica>
- De Marco, D. (2010 йил 5-Diciembre). *Tecnología de Automatización Industrial: Robótica*. From Organización Argentina de Producción, Logística y Operaciones: <http://www.oaplo.com.ar/Articulos/Tecnologia-1005.pdf>
- Guillen, A. (n.d.). *Instituto Politécnico Nacional*. Retrieved 2010 йил 10-Diciembre from Ingeniería en Soporte: http://www.guillesime.galeon.com/index_archivos/Page347.htm
- Neumática, I. a. (2000). *Manual de Estudio FESTO*. México: FESTO DIDACTIC.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México: Mc Graw Hill.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México: Mc Graw Hill.
- Rouff, C., Waller, D., & Werner, H. (1998). *Electroneumática*. Alemania: Festo Didactic.
- Soto, L. (2010). *Propiedades de los Fluidos*. Retrieved 2010 йил 10-Diciembre from <http://www.mitecnologico.com/ic/Main/PropiedadesDeLosFluidos>
- Unidad Politécnica para el Desarrollo y la Competitividad Empresarial. (2007 йил Junio). *Guía Básica sobre la Importancia de la Automatización en los Procesos Industriales*. Retrieved 2010 йил 5-Diciembre from Instituto Politécnico Nacional: <http://www.updce.ipn.mx/ae/guiasem/porqueautomatizar.pdf>
- Varios. (n.d.). *Conceptos Básicos de Neumática e Hidráulica*. Retrieved 2010 йил 08-Diciembre from <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica6.htm>
- youtube, como se hacen los refrescos*. (s.f.). Recuperado el 05 de diciembre de 2010, de <http://www.youtube.com/watch?v=PmPvL1HyONA>
- youtube, llenadora de líquidos*. (s.f.). Recuperado el 17 de NOVIEMBRE de 2010, de <http://www.youtube.com/watch?v=hYcmHpyGR1A>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Transporte de botellas de refresco para llenado.....	IX
Ilustración 2 Llenado de botellas de cristal con leche.....	X
Ilustración 3 Traslado de cajas de refresco de una banda transportadora a otra.....	X
Ilustración 4 Compresor	- 10 -
Ilustración 5 Símbolo correspondiente al compresor	- 11 -
Ilustración 6 Símbolo de una válvula 3/2 vías con accionamiento manual y retorno por muelle	- 11 -
Ilustración 7 Vástago Lineal	- 11 -
Ilustración 8 Distribución de Aire	- 13 -
Ilustración 9 Elementos de un depósito	- 14 -
Ilustración 10 Red de Distribución.....	- 16 -
Ilustración 11 Actuador Lineal DGP	- 27 -
Ilustración 12 Sensor de Proximidad Óptico	- 28 -
Ilustración 13 Válvula 5/2 vías Doble Solenoide.....	- 28 -
Ilustración 14 Actuador Giratorio/Lineal	- 29 -
Ilustración 15 Válvula de cierre con filtro regulador	- 30 -
Ilustración 16 Distribuidor de Aire.....	- 30 -
Ilustración 17 Interface para el PLC.....	- 31 -
Ilustración 18 Simulación Neumática	- 35 -
Ilustración 19 Diagrama elaborado en Fluidsim para la simulación.....	- 36 -
Ilustración 20 Diagrama Espacio- Fase	- 45 -
Ilustración 21 Diagrama de Flujo de Proceso	- 47 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sectores Industriales donde la automatización ha sido Benéfica.....XI
Tabla 2 Características de la Neumática - 5 -
Tabla 3 Otras Consideraciones de la Neumática - 7 -
Tabla 4 Estructura de Niveles Neumáticos - 12 -
Tabla 5 Tipos de Impurezas en el Aire - 18 -
Tabla 6 Costos de Inversión - 50 -