



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

CAMPUS ARAGÓN

**DISEÑO DEL SISTEMA PARA
LEVANTAMIENTO DE GARRAFONES DE
AGUA EN MAQUINA LAVADORA DE UNA
EMBOTELLADORA**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

P R E S E N T A :

JUAN ANTONIO VÁZQUEZ CONCHAS

ASESOR:

ING. JUAN GERMÁN VALENZUELA RAMOS

MÉXICO.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me permitió llegar hasta el final de este camino y siempre me ha acompañado ieres súper!.

A la UNAM por recibirme, confiar y dejarme ser parte de ésta gran institución, ya que le debo lo que soy.

A la ENEP Aragón por ser mi casa en todo este tiempo.

A mis profesores que a mí y a mis compañeros nos han enseñado mas que algunos cálculos, nos han enseñado a vivir usando el razonamiento para solucionar problemas.

A mis padres Refugio y Elvira que me enseñaron a trabajar para alcanzar mis metas gracias a su cariño, apoyo y sobre todo paciencia.

Al amor de mi vida Mizbelh me ha enseñado a ver la vida de otra manera, ha estado conmigo en todo este tiempo y me apoyo para lograr esta meta.

A mis hermanos Blanca que la extraño después de algunos años de no vernos, Duly por ser tan alegre, fuerte y estar al pendiente, Pedro que me gano por poco y por ser tan fuerte, Alma que me recibió en su casa cuando tuve oportunidad de aprender, Belo que me a dado un ejemplo de vida, Cuco por estar conmigo siempre, gracias a todos por ser mis hermanos.

A mis sobrinos
Sherley, Pepe, Talo,
Ale, Mouse, Andy,
Osvaldo, Aarón, Oscar
y Su y los que vengan
por brindarme alegría y
hacerme lío.

Al Sr. Elizeth,
Sra. Trinidad, Edgar,
Fredy, Denise por
dejarme ser parte de su
familia y apoyarme
cuando lo he
necesitado.

A mis amigos por
todos los momentos que
hemos pasado juntos y
los que siguen y sobre
todo por brindarme su
amistad.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN

Ingeniería Mecánica Eléctrica



Juan Antonio Vázquez Conchas

Asesor Ing. Juan German Valenzuela Ramos

**DISEÑO DEL SISTEMA PARA
LEVANTAMIENTO DE GARRAFONES DE
AGUA EN MÁQUINA LAVADORA DE UNA
EMBOTELLADORA**

INDICE

INTRODUCCIÓN	6
---------------------	----------

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	7
1.1 DESCRIPCIÓN DE DESCARGA	7
1.2 PROCESO DE ALIMENTACIÓN DE GARRAFONES A MÁQUINA LAVADORA	12
1.3 CICLO DE LAVADO	16
1.4 SISTEMA DE LLENADO	18
1.5 ETIQUETADO Y CARGA	20

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE LAVANTAMIENTO DEL GARRAFÓN	22
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	22
2.2 PROBLEMA DE LA COPA	24
2.3 PROBLEMAS RESULTANTES	27

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO PARA EVITAR LA CAÍDA DE GARRAFONES	30
3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE SOLUCIÓN	30
3.2 ELEMENTOS INVOLUCRADOS	36

3.3 RED DE DISTRIBUCIÓN	66
--------------------------------	-----------

CAPÍTULO 4

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL SISTEMA NEUMÁTICO	70
4.1 PRECAUCIONES GENERALES PARA EL SISTEMA NEUMÁTICO	70
4.2 CILINDRO	71
4.3 VÁLVULAS	73
4.4 ACCESORIOS DE MANDO Y VÁLVULAS DE CONTROL	75
4.5 UNIDADES FRL (filtro, regulador, lubricante)	78

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA	83
5.1 COSTO ACTUAL	83
5.2 COSTO DEL SISTEMA NEUMÁTICO	86
CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	94

INTRODUCCIÓN

En este trabajo nos involucraremos de manera general en el proceso que se lleva a cabo en la planta purificadora de agua de una embotelladora, ya que conoceremos el proceso de llenado de agua a garrafones, para así tener una idea de cómo funciona el sistema, empezando por la descarga de garrafones a la banda transportadora hasta su inspección para su distribución.

Conoceremos las plataformas y las dimensiones de los diferentes garrafones que se manejan, con el objetivo de conocer el funcionamiento de este sistema y que se facilite entender el proyecto.

Así también el problema que existe en el proceso de alimentación de garrafones a la máquina lavadora, para poder determinar las causas de éste y ver cuáles han sido las consecuencias de este problema, con qué frecuencia se presenta, del mismo modo nos involucraremos en el proceso para conocer su magnitud de manera cuantitativa.

Se plantea el diseño del sistema neumático que transferirá por medio de un cilindro su energía a un brazo, con el fin que sea capaz de acompañar al garrafón a un punto seguro, donde ya no se pueda salir de la copa, dando como consecuencia fin al problema de la caída de garrafones.

También dar a conocer los elementos que se involucran en este sistema, así como su funcionamiento, características y especificaciones, para su adecuado uso.

Veremos las consideraciones que debemos tener para lograr un adecuado montaje de los cilindros, electro-válvulas, regulador, filtro y lubricador, también de las precauciones generales antes y durante su uso, esto para lograr su funcionamiento apropiado en el sistema neumático, así como su mantenimiento preventivo para alargar su vida útil.

Ya mostrado el sistema, sus elementos y funcionamiento para solucionar el problema, se compara si se encuentra dentro de lo esperado y si es factible llevarlo a cabo, mostrando los costos involucrados en el proceso actual y los costos que involucran al sistema propuesto demostrando que el costo de operación del sistema es menor al del proceso actual.

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1.1 DESCRIPCIÓN DE DESCARGA

Empezaremos por analizar el proceso de descarga de garrafones, iniciando con los camiones repartidores, donde a su llegada a la planta se hace un conteo de garrafones, para obtener información de cuantos han llegado llenos y cuantos llegaron vacíos, después el camión se traslada aproximadamente a cincuenta metros de la banda transportadora, para que los montacargas bajen las plataformas con los garrafones y las trasladen ya sea a la banda transportadora para los que vienen vacíos o a otra zona los que están todavía llenos, para su redistribución.

Cada plataforma tiene una capacidad para almacenar veinte garrafones, ya sea de plástico o de vidrio y cuentan con un diseño que permite mantener los garrafones dentro de la plataforma cuando están en movimiento. También están forrados los tubos donde se colocan los garrafones, para amortiguar los pequeños golpes producidos por el transporte.

Estas plataformas tienen como fin, almacenar una cantidad de veinte garrafones, para que sean trasladados ya sea de la banda transportadora al camión o viceversa y distribuirlos en el mercado. Véase la siguiente Fig. 1.

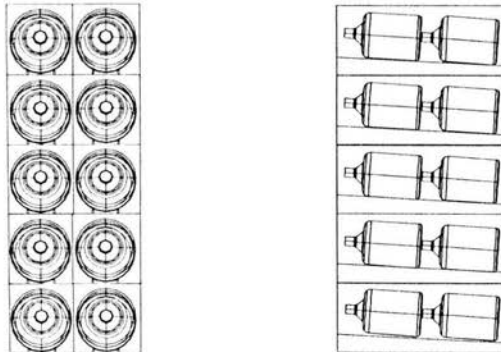


Fig. 1

VISTA DE LA PLATAFORMA FRONTAL Y LATERAL

Consideremos que se manejan dos tipos de materiales para los garrafones, como lo es el vidrio y el de plástico. El cual ha venido a sustituir poco a poco al primero, por las ventajas que tiene como el ser más ligero, más barato, tener mayor resistencia a los impactos, entre otras, pero aún existe en el proceso y en el mercado el primero.

Ambos cuentan con diferentes dimensiones, ya que según versiones de producción de la misma embotelladora, estos son de diferente proveedor y así también de diferente diseño, aunque sus dimensiones varían poco, esto es suficiente para alterar el proceso.

Definamos el concepto básico de la función del garrafón, la cual es la de contener una cantidad de 20 litros de agua de manera hermética, tener un diseño que lo haga práctico y seguro de transportar y que la tapa pueda embonar perfectamente para que no permita fugas.

Las dimensiones y la forma de los garrafones, son la causa de este proyecto, como en este caso el de vidrio, que es más robusto y tiene un diámetro mayor en la boca del garrafón, lo cual hace que éste no represente problema en producción, ya que con este diámetro logra entrar y mantenerse en la copa durante su introducción a la máquina sin importar que este tenga un peso de 5 kg, lo cual es mayor al peso del garrafón de plástico.

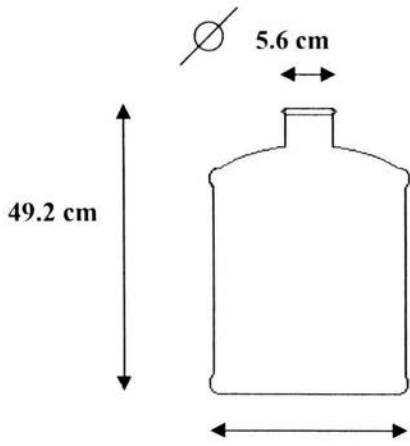
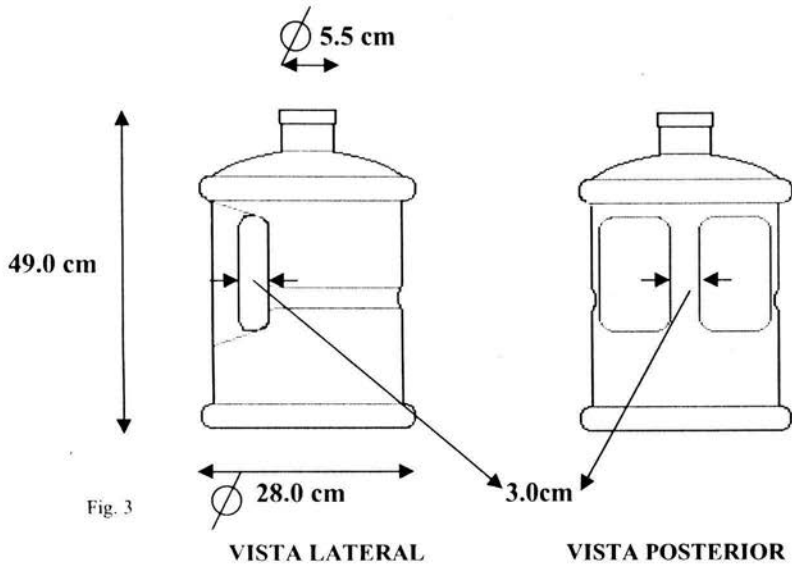


Fig. 2

GARRAFÓN DE VIDRIO

El garrafón de plástico, tiene un diseño diferente al de vidrio, el cual, lo hace más práctico y ligero. Dentro de sus diferencias están, el peso del garrafón que es de sólo 0.75 kg y las dimensiones, como de la boca del garrafón, donde radica el problema en producción que veremos mas adelante.



GARRAFÓN DE PLÁSTICO

Ya conociendo cuales son las dimensiones de los garrafones, pasemos ahora a describir como se realiza el proceso en la embotelladora, comenzando por la llegada de los garrafones a la banda transportadora, la cual es la encargada de hacer llegar los garrafones a la máquina lavadora y después hacerlos pasar por el sistema de llenado y regresarlos a las plataformas para su distribución.

El primer paso en la banda transportadora es la llegada de los garrafones, esto es, su descarga de la plataforma a la banda, la cual se hace de manera manual.

Ya iniciando su viaje, lo primero es revisar los garrafones para detectar que tengan etiquetas y no estén dañadas. También quitarle las tapas o los residuos, este proceso lo realizan operadores con navajas, debido a la dureza del plástico con el cual esta fabricada la tapa; también se revisa que los garrafones no estén rotos o deteriorados lo suficiente como para no cumplir con su función.

Si en esta inspección no se encuentra la etiqueta, lo siguiente es colocarle una, para esto el operario toma una etiqueta y de manera manual la coloca sobre el garrafón, si el garrafón esta roto o deteriorado lo suficiente para no cumplir su función, este es retirado de la banda.

Después tenemos que en la bases que sostienen la banda existen unos ductos que se encargan de empezar a lavar a los garrafones por la parte exterior, previo a la llegada a la máquina lavadora. Existe un sensor que se encarga de contar los garrafones que van a pasar para ser lavados, este sensor permite el paso de ocho garrafones para después activar un sistema que detenga a los demás garrafones y los mantenga parados hasta que el ciclo de la máquina lavadora se cumpla con los ocho anteriores, para después desactivar el sistema y permita el paso de los siguientes ocho garrafones.

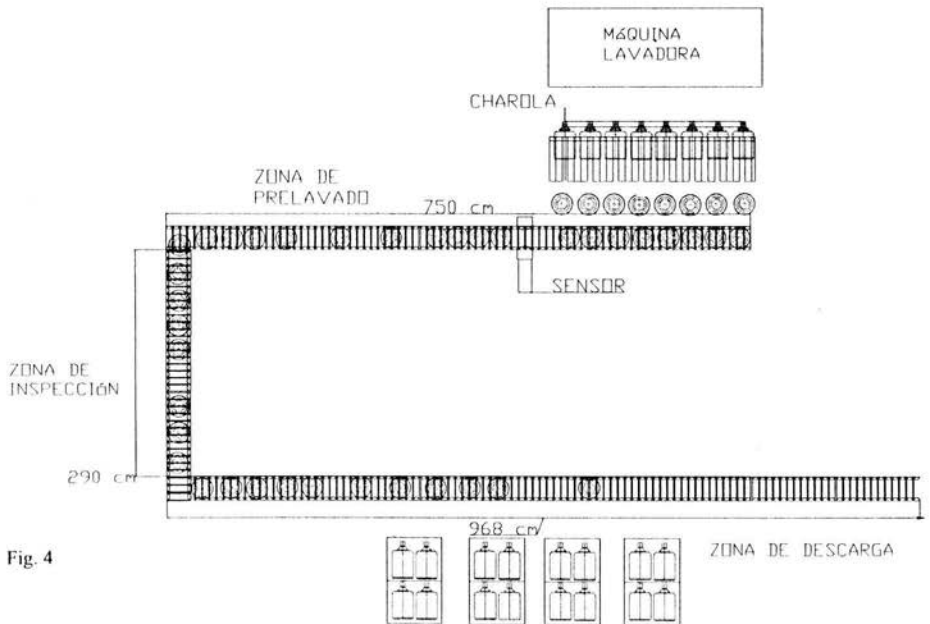


Fig. 4

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE BANDA

1.2 PROCESO DE ALIMENTACIÓN DE GARRAFONES A MÁQUINA LAVADORA

A continuación se describe como es que se realiza el proceso de alimentación de garrafones a la máquina lavadora, ya que aquí se encuentra la razón de este proyecto.

El proceso de alimentación, es un proceso sencillo que consta de cinco etapas que describiremos para tener una idea más clara, comenzando por la llegada de los garrafones a la zona de empuje, los cuales toman un tiempo para realizar esta etapa de 4.84 segundos a partir del sensor, este permite el paso de ocho garrafones y esta colocado a 2.7 metros del final del recorrido de la banda transportadora, con suficiente espacio para permitir el libre recorrido del sistema de empuje, el cual esta activado por un cilindro de carrera 300 mm y con un diámetro de 100 mm colocado de manera perpendicular a los garrafones con una placa que empuja a los ocho garrafones para que se coloquen sobre un distribuidor a la charola (véase la Fig. 5)

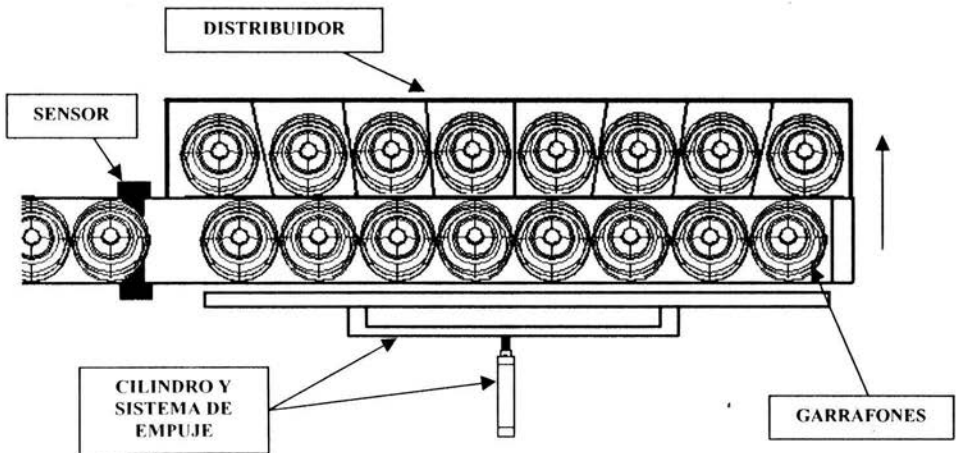


Fig. 5

VISTA SUPERIOR DEL SISTEMA DE EMPUJE

Como se ve en la Fig. 5, en el sistema de empuje solo es necesario un cilindro para realizar la primera etapa del proceso de alimentación, el cual realiza su operación en un tiempo de 1.16 segundos con una frecuencia de 3.9 ciclos por minuto, para después regresar a su posición inicial y esperar al siguiente ciclo.

La charola hace un movimiento hacia arriba por otro mecanismo activado por dos cilindros similares con un tiempo de 1.56 segundos y finalmente una barra ayuda a los ocho garrafones a llegar a la copa en un tiempo de 0.85 segundos.

Posteriormente al comenzar el siguiente ciclo, el sistema empuja a los siguientes ocho garrafones al distribuidor, por consecuencia los anteriores que se encontraban en el distribuidor pasan a la charola.

A continuación se describen las dimensiones y forma de la charola, la cual con un par de cilindros similares al del sistema de empuje, se encarga de colocar los garrafones para que entren en la copa de la máquina, esta operación se realiza en un tiempo aproximado de 1.56 segundos con una frecuencia 3.9 ciclos por minuto, ya mencionados, la charola se encuentra esperando los garrafones y esta cuenta con una inclinación de 30° con respecto a la máquina para facilitar el acomodo de estos.

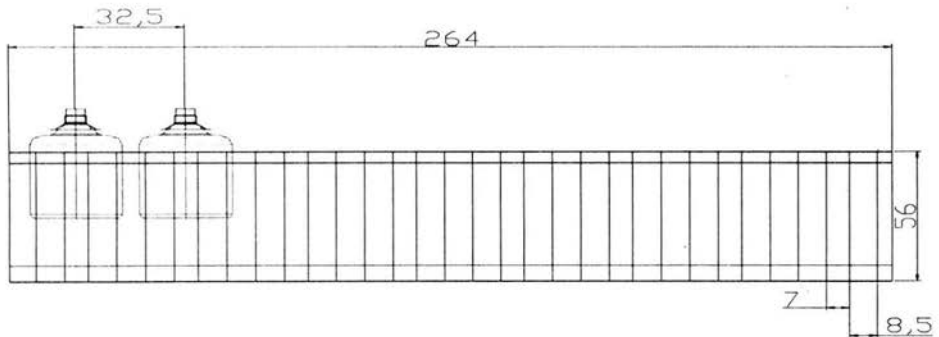


Fig. 6.1

Cotas en cm

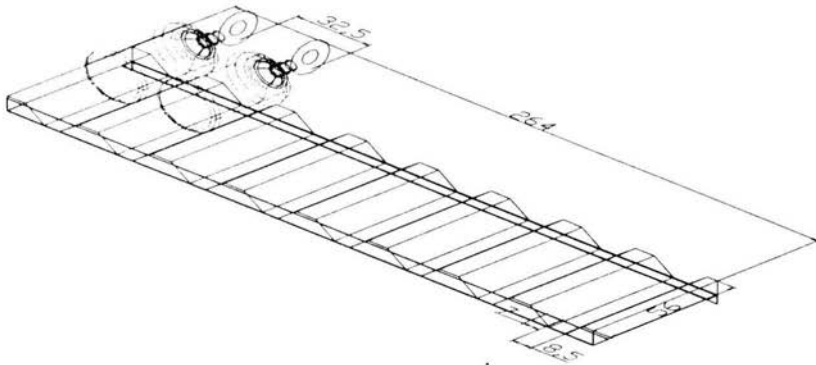


Fig. 6.2

Cotas en cm

VISTA Y DIMENSIONES DE LA CHAROLA DE DIFERENTES ÁNGULOS

Aquí se muestra un comparativo de la charola con el garrafón y se pueden ver los espacios que existen entre estos para permitir el funcionamiento de los dos cilindros, los cuales se encuentran por debajo de la charola y la empujan como se aprecia en la siguiente Fig. 7.

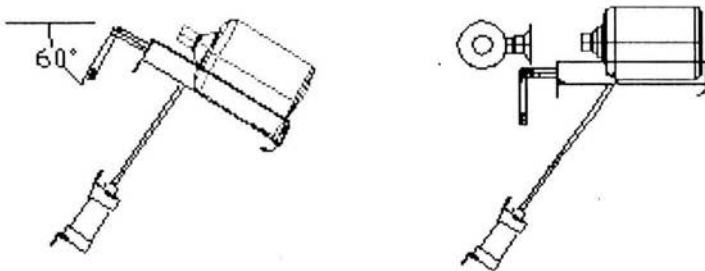


Fig. 7

VISTA LATERAL DE LA CHAROLA CON EL GARRAFÓN Y VISTA DE LOS CILINDROS DE LAVANTAN LA CHAROLA A SU POSICIÓN HORIZONTAL

Ya llegado al punto donde los garrafones se preparan para introducirse en la copa de la máquina, ahora esta operación se realiza mediante una barra fabricada en acero inoxidable 304 que tiene un diámetro de 10 centímetros y una longitud de 265 centímetros, la cual esta en la parte superior de la máquina y realiza su operación en 0.85 segundos gracias a un par de cilindros similares que empujan a dos brazos con 4.32 centímetros de ancho y un metro de largo; esta hace que los garrafones entren en las copas para iniciar su ciclo de lavado, después la barra regresa a su posición original con una frecuencia de 3.9 ciclos por minuto.

Por último en el sistema de alimentación, toca el turno de levantar los garrafones, ya que la barra a colocado a los garrafones en la copa, está espera al comienzo del ciclo de lavado, para que la línea que se encuentra con las copas en posición horizontal gire 90°, logrando con esto que el garrafón permanezca en posición vertical sujeto por la copa. Esta operación sólo toma 2.6 segundos hasta que la línea de copas se detiene.

En la secuencia de alimentación será donde se desarrolle este proyecto y se puede ver en la siguiente Fig. 8.

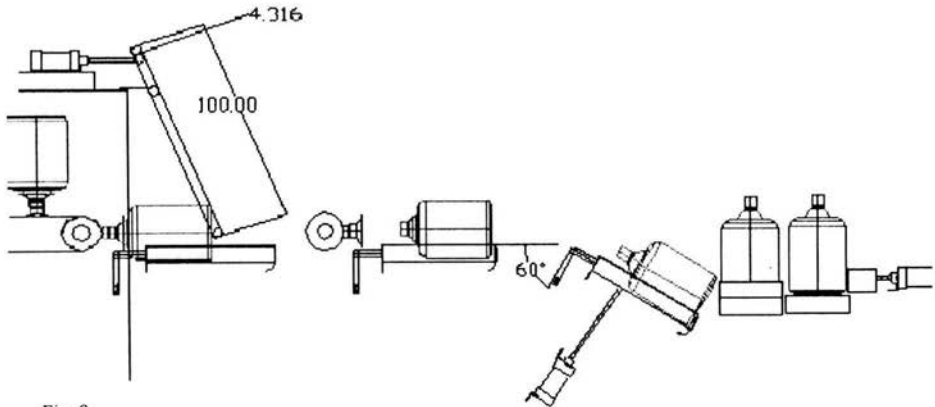


Fig. 8

Cotas en cm

VISTA LATERAL DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

1.3 CICLO DE LAVADO

A continuación se describe el procedimiento que se realiza para dejar lavado y esterilizado el envase, comenzando por la introducción del garrafón a la máquina por conducto de la copa.

En la máquina podemos ver una serie de líneas de ocho garrafones, los cuales se encuentran acomodados de manera vertical, con la boca del garrafón en la parte inferior sujetos por las copas, estas líneas están divididas en secciones de acuerdo con la operación que realicen, ya sea de lavado o enjuague y contamos con 8 líneas, las cuales cuatro son para lavado y cuatro para enjuague, con un par de líneas que no entran en la operación de lavado y enjuague, ya que la primera línea solo es introducir los garrafones a la máquina y la última que es para ponerlos en posición para su expulsión y acomodo en la banda transportadora, con esto tenemos un total de diez líneas con garrafones.

En las líneas se mantienen una distancia de 41 centímetros entre copa y copa, las cuales están conectadas por medio de un par de barras de acero en sus extremos y estos a su vez sujetos por tres cadenas, dos en los extremos y una en medio, las cuales mantienen conectadas a todas las líneas. Entre línea y línea se mantiene una distancia de 50 centímetros, como se puede ver en la Fig. 9. Cabe señalar que las líneas que mantienen a los garrafones en su posición vertical no son el total de las líneas, debido a que tenemos que tomar en cuenta las que se encuentran por debajo para reiniciar su ciclo y las que están en posición horizontal para acomodar los garrafones en las copas y para expulsarlos con un total de 22 líneas.

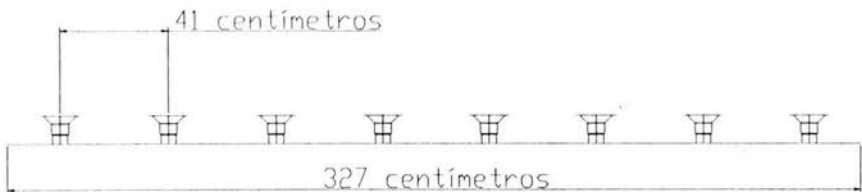


Fig. 9

LÍNEA DEL SISTEMA DE LAVADO

Dentro de la máquina todas las líneas y secciones realizan su operación en el mismo lapso de tiempo, ya que están gobernadas por el mismo patrón de movimiento, debido a las tres cadenas que las conecta.

En la sección de lavado con cuatro líneas las cuales tienen por debajo de ellas un sistema que se encarga de introducir a presión una solución limpiadora, la cual se encarga de dar la primera lavada al envase para dejarlo listo para su llenado durante un tiempo aproximado de 9.21 segundos en la primera línea de la sección de lavado, de ahí pasa a la siguiente línea para continuar con la misma operación y así hasta recorrer todas las líneas de lavado. En el sistema de enjuague, la operación es similar, sólo que aquí no se utiliza detergente, ya que en esta sección el propósito es eliminarlo, el tiempo de enjuagado en cada línea es el mismo en completar el ciclo de lavado, de ahí pasan a la última línea para ser expulsados y colocarse en la banda transportadora para su proceso de llenado.

En la operación de expulsión, el proceso es similar al de alimentación, cuando el ciclo opera, los engranes giran junto con la última línea haciendo que las copas tomen de su posición vertical a una horizontal y luego a otra vertical con la copa hacia abajo, liberando los garrafones por medio de gravedad cayendo sobre una charola fija e inclinada, la cual solo tiene la función de mantener a los envases en una posición, para después ocho brazos empujen a los garrafones a la banda transportadora, para iniciar su viaje hacia el sistema de llenado como podemos ver en la Fig. 10.

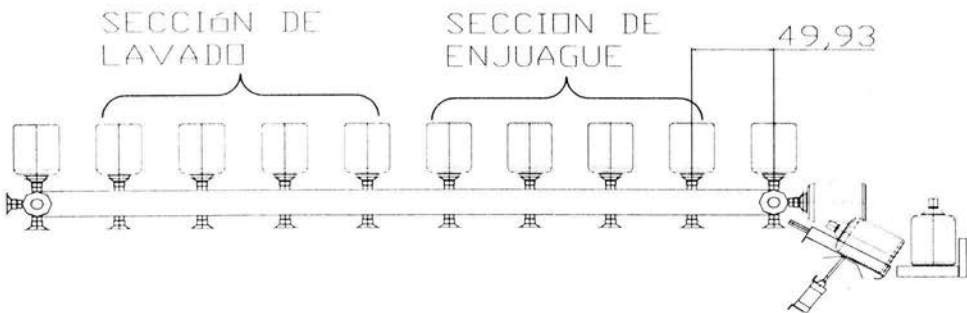


Fig. 10

Cotas en cm

MÁQUINA DE LAVADO Y ZONA DE EXPULSIÓN

1.4 SISTEMA DE LLENADO

Antes de describir el proceso para el llenado de garrafones, se describe como es el ciclo del agua que es embotellada, sin entrar en detalle, ya que este no es el objetivo de este capítulo, si no el de sólo crear una idea de las etapas por las que atraviesa.

El proceso por el cual se eliminan bacterias y virus así como sales, es el de osmosis inversa, la cual es utilizada en la embotelladora.

Este es un proceso de filtración, de manera sencilla, la osmosis es el paso de agua a través de una membrana semipermeable desde una solución de menor concentración a una de mayor concentración, hasta lograr un equilibrio de sales a ambos lados de la membrana. Este es un fenómeno natural causado por reacciones fisico-químicas que desarrollan una presión en la solución. Osmosis Inversa es lo opuesto, al aplicar presión al agua con mayor cantidad de sales minerales, se obliga a las moléculas del agua a pasar al otro lado de la membrana, y se logra obtener agua realmente pura, libre de contaminantes de tipo orgánicos e inorgánicos. La ósmosis inversa es capaz de quitar 95%-99% de los sólidos disueltos totales (TDS) y el 99% de todas las bacterias, así proporcionando un agua libre de impurezas y pura.

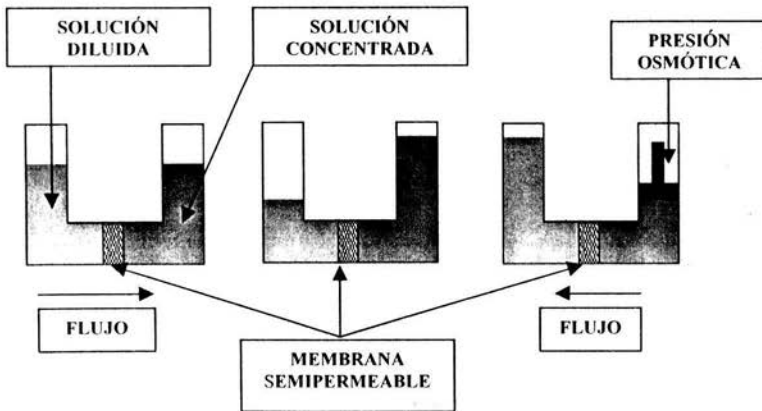


Fig. 11

PROCESO DE FILTRACIÓN POR OSMOSIS INVERSA

Esta membrana tiene la capacidad de filtrar algunos elementos como los de la tabla:

Elemento	% de retención	Elemento	% de retención
Aluminio	96-99	Hierro	95-98
Arsénico	94-96	Mercurio	96-98
Barium	96-98	Nitratos	93-96
Bicarbonato	95-96	Fosfatos	98-99
Cadmio	96-98	Sodio	94-98
Calcio	94-97	Sulfatos	90-95
Cloro	87-93	Sulfitos	90-95
Cromo	96-98	Magnesio	96-98
Cobre	98-99	Manganeso	95-98

Comparemos las dimensiones del poro de la membrana y de algunos agentes contaminantes:

- El poro de la membrana es de 0.0001 micras
- El virus, no la puede traspasar, al ser de 0.2 a 0.4 micras
- La bacteria no la traspasa tampoco: de 0.4 a 1 micra

Con lo que se asegura agua de calidad.

El proceso de llenado se realiza en una sección que aísla los contaminantes del ambiente. Este comienza a partir de la expulsión de garrafrones de la máquina lavadora a la banda transportadora, para así iniciar su recorrido

Con la expulsión de garrafrones de la máquina, ahora toca el turno al ciclo de llenado, comenzando por su transportación en la banda, donde se seleccionan ocho garrafrones para ser llenados; a cada uno se le coloca un ducto por donde pasaran una cantidad aproximada de 20 litros en un tiempo aproximado de 15.38 segundos, logrando con esto que queden llenados los envases y continúen su proceso hacia su etiquetado.

1.5 ETIQUETADO Y CARGA

Por último en el proceso, toca el etiquetado y la carga de garrafones. Con el fin de no permitir contaminantes en el agua y pérdida de producto en el transcurso de su distribución, no tenga posibles alteraciones por terceros y sea para uso exclusivo de la compañía, ya que se han etiquetado y tapado los garrafones sólo queda colocarlos nuevamente en las plataformas para su distribución, no sin antes pasar por una inspección para revisar su estado.

Este proceso de etiquetado, se inicia en la sección de llenado que esta aislada, con el fin de no contaminar el producto, ya que concluyo la operación de llenado los garrafones continúan su traslado sobre la banda transportadora hasta la zona de etiquetado.

La primera operación consiste en colocar una etiqueta sobre la boca del garrafón con el fin de evitar fuga de agua, se aprovecha también como sello representativo de la marca, esta operación se realiza mediante una máquina y etiqueta un promedio de 31 etiquetas por minuto; posteriormente se coloca la tapa de rosca que cierra a presión y en su interior contiene un empaque que garantiza que no habrá derramamiento del líquido, y a su vez protege la primera etiqueta como se ve en la Fig. 11, esta operación se realiza con la misma frecuencia.

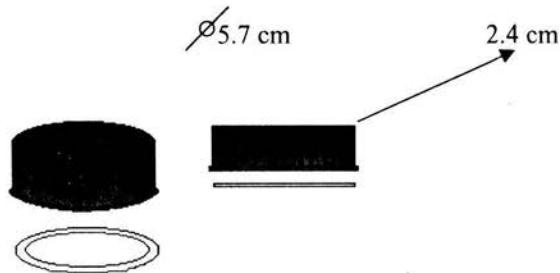


Fig. 12

TAPA PARA GARRAFÓN DE PLÁSTICO

Ya que los garrafones han salido de la sección de llenado, sólo queda proteger estas etiquetas y taparoscas, con el fin de que no sean alteradas y se garantice la calidad del producto, esto se hace por medio de un pequeño forro que cubre la tapa y parte del cuello del envase, lo cual se realiza de manera manual ya que han salido los garrafones de la sección de llenado y se han colocado las tapas, posteriormente ya que se colocan los forros, los garrafones pasan a una pequeña cámara donde se aplica aire caliente con el fin de lograr deformar los forros y estos se adhieran a los garrafones, logrando con esto una tercera etiqueta y sello de garantía, como se ve en la Fig. 13.



Fig. 13

COLOCACIÓN DE ETIQUETAS Y FORRO

La cámara de aire caliente sólo mide 2 metros por la cual pasan un promedio de garrafones 31.25 por minuto con una velocidad promedio de 18m/min.

Posteriormente para concluir con el ciclo del garrafón en la planta, sólo se colocan los garrafones en las plataformas. La banda transportadora se encarga de llevarlos a la zona de carga donde la operación de carga a las plataformas se realiza manualmente, ya listas las plataformas los montacargas las llevan a los camiones para su conteo y posteriormente su distribución.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS DEL PROBLEMA DE LEVANTAMIENTO DEL GARRAFÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA DE LEVANTAMIENTO

Ya conocido el ciclo del garrafón de manera general y algunos detalles del proceso, se describe la operación del levantamiento de garrafones a la máquina lavadora, ya que aquí se presenta un problema al levantar los garrafones.

Cuando el ciclo de levantamiento inicia, puede parecer que no existe ningún problema, ya que la máquina y sus elementos están diseñados para realizar su operación sin ningún contratiempo, pero a pesar de esto, se presenta una deficiencia en esta operación lo cual implica que los garrafones caigan de la copa a la charola y se retracen en su proceso.

Para tener una visión mas amplia de este problema, recordemos como se efectúa esta operación y su secuencia, como se ve en la Fig. 14.

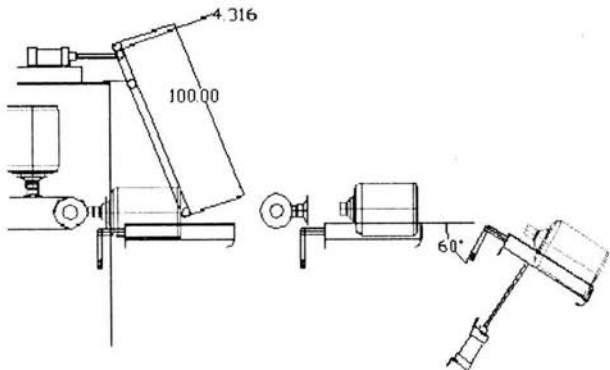
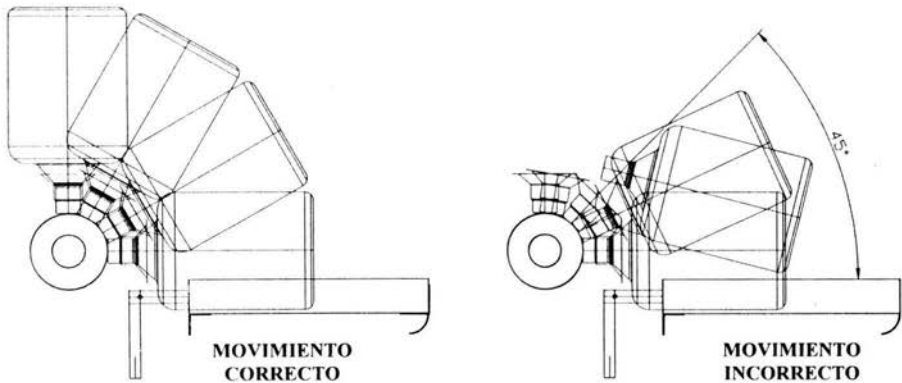


Fig. 14

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Se describe la llegada de los garrafones a la charola con el fin de entender cual es el problema e involucrarnos en esta operación.

Ya que están recargados sobre la charola, esta realiza una rotación de 30° , hasta levantarse y quedar en forma horizontal, posteriormente un brazo empuja a los ocho garrafones para hacerlos llegar hasta las copas y después regresa hasta su posición inicial, con esta operación nos encontramos listos para comenzar el ciclo de lavado. A su inicio la línea donde se encuentran los garrafones gira 90° hacia arriba, para introducirlos a hacia su lavado y esterilizado; en esta última operación es donde se presenta el problema, la secuencia de giro no se lleva óptimamente, ya que el ciclo comprende la introducción de los ocho garrafones hacia su lavado y esterilizado, pero no todos logran entrar, esto es, al iniciar el ciclo con el movimiento de la primera línea, los garrafones deben mantenerse sobre copas hasta la zona de expulsión, el problema radica en que las copas no ofrecen un buen apoyo para los garrafones durante su levantamiento teniendo como resultado que estos caigan a la charola, como en la Fig. 15



MOVIMIENTO DEL GARRAFÓN

A consecuencia de este movimiento incorrecto, el garrafón cae sobre la charola al no tener un buen apoyo, lo cual implica que caigan un promedio de 2.5 garrafones por ciclo, teniendo como resultado un total de 9.75 garrafones por minuto.

Al iniciar el ciclo de lavado, la boca del garrafón esta totalmente dentro de la copa, pero esto no es suficiente para que logre hacer su recorrido hasta el punto seguro (este implica que no haya ningún riesgo de caer), ya que al iniciar su rotación, no logra mantenerse dentro de la copa conforme se realiza esta operación, teniendo como consecuencia que la boca del garrafón se separe y caiga.

Esta operación como ya se indicó toma un tiempo de 2.6 segundos desde su inicio de rotación hasta la posición vertical. El promedio de tiempo en que sucede la separación del garrafón de la copa a partir del inicio de la operación es de 1.3 segundos aproximadamente a 45°, teniendo en cuenta que el peso del envase es de 0.75 kg, lo cual es suficiente para hacer caer al envase.

Por tanto el problema que radica en que la copa que sujeta a los garrafones, no logra su objetivo, teniendo como consecuencia la caída de garrafones, por lo que enfocamos nuestra atención ahora a la causa del problema, para conocer las causas y poder tomar alguna decisión correctiva.

2.2 PROBLEMA DE LA COPA

Este problema implica principalmente la caída de los garrafones de plástico, debido a que la caída de los de vidrio suelen ser tan esporádicos, que por consecuencia no representan un problema principal.

El problema que ha ocasionado la copa es el punto central de las desviaciones en la producción y la causante de proponer un sistema adicional al proceso de alimentación de garrafones a la máquina lavadora.

Antes de entrar en detalle al problema que representa la copa y conociendo que es la causante de la caída de garrafones, se muestran sus características y cual es su función.

La función para la cual esta planeada es para embonar con el garrafón y así acompañarlo en toda su trayectoria dentro de la máquina lavadora a través del ciclo de lavado y enjuagado, hasta su expulsión de la máquina, tomando en cuenta permitir el paso de la solución limpiadora al garrafón así como su fácil desalojo.

La copa esta diseñada en acero inoxidable 304, ya que esta en contacto con agua y soluciones limpiadoras todo el tiempo con el fin de tener un herramental que tenga mayor dureza y mayor duración, así como cumplir con algunas especificaciones como la de permitir el paso de la solución limpiadora a través de ella, para lograr lavar el garrafón y posteriormente permitir el paso de agua para su enjuague, tomando en cuenta que debe permanecer la boca del garrafón sujeta a la copa todo el tiempo, hasta su expulsión.

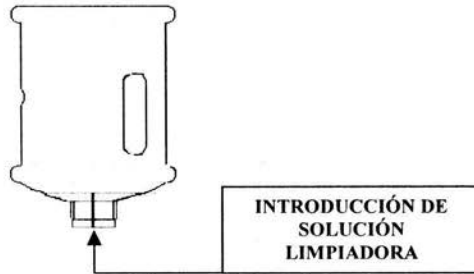
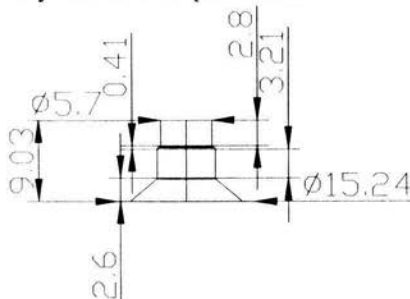


Fig. 16

GARRAFÓN APOYÁNDOSE EN COPA

El garrafón durante todo el ciclo de lavado y esterilizado permanece con la boca hacia abajo apoyándose en la copa y permitiendo el paso de la solución limpiadora y a su vez su fácil salida, de la misma manera continuar con la solución de enjuague.

Se describe ahora como es el diseño de la copa y sus dimensiones que la forman, para conocerla y entender su problema.



COPA EN ACERO INOXIDABLE

Fig. 17
Cotas en cm

Ahora que se conoce donde radica el problema, se muestra cual o cuales son los posibles causantes, con el fin de determinar una acción correctiva.

Debido a su uso los elementos sufren desgaste, modifican sus propiedades o cambian sus dimensiones, como en este caso la copa modifica sus dimensiones por lo que esta es una causa.

Teniendo en cuenta el proceso de levantamiento, las causas por las que se modifican sus dimensiones, se deben al impacto que tiene el garrafón sobre la copa al momento de introducirse, la boca del garrafón es empujada hacia la copa, golpeándola en su interior, por consecuencia esta se tiende a hacer más grande su diámetro, aproximadamente uno o uno y medio milímetros, suficiente para que el garrafón no logre tener un buen apoyo al momento de subir y tenga como resultado su caída.

El problema es que la copa no esta cumpliendo con su función de acompañar al garrafón al interior de la máquina lavadora. Los responsables de hacer que esto suceda son en su mayoría los garrafones de vidrio, ya que estos tienen mayor diámetro en su boca y un peso mayor que los garrafones de plástico, si se comparan los pesos y sus dimensiones de boca, se ve más claro quien representa la causa del aumento en las dimensiones de las copas.

El peso del garrafón de vidrio es de 5 kg y el de plástico es de 0.75 kg, el diámetro de la boca del garrafón de vidrio es de 5.6 centímetros y el de plástico de 5.5 centímetros. Tomando en cuenta estos datos y sabiendo que el vidrio presenta mayor peso que el plástico, con esto los impactos que el garrafón de vidrio tiene con la copa, son con mayor fuerza que los de plástico y presentan mayores daños a la copa, considerando también que su diámetro es mayor.

Si la copa inicialmente mide 5.7 centímetros y la boca del garrafón de vidrio mide 5.6 centímetros, la copa a consecuencia de los impactos causados por la boca del garrafón de vidrio puede llegar a ser de 5.75 centímetros.

Ahora el garrafón de vidrio, logra recorrer los 50° sin ningún problema a pesar de la deformación de la copa, puesto que este tiene mayor diámetro en su boca, en cambio el garrafón de plástico al tener menor diámetro en su boca y tomando en cuenta la deformación de la copa, no logra tener un apoyo y cae.

2.3 PROBLEMAS RESULTANTES

Después de conocer el ciclo de lavado, su operación de alimentación, donde radica el problema y cual es la causa, ahora se analizan las consecuencias se presentan, al no operar óptimamente el sistema de levantamiento.

Ya terminado el ciclo de lavado y enjuagado, los garrafones pasan a la línea de expulsión para ser colocados en la banda transportadora y continuar con el proceso. Tomando en cuenta que al no entrar los ocho garrafones a la máquina lavadora, estos por consecuencia no saldrán y no forman parte del proceso hasta ser colocados en la charola y logren introducirse.

Lo que representa la caída de garrafones para el proceso, tiene como consecuencia, que los garrafones que no logran entrar ya no forman parte del ciclo de lavado, después del etiquetado y por siguiente de la distribución.

Si se toma en cuenta que la caída de garrafones es de 9.75 por minuto, se tiene que estos se retrasan dentro de la producción y no forman parte de las ventas.

El ciclo de llenado y de etiquetado se realiza con los garrafones correspondientes, debido a que en la banda transportadora se acumulan garrafones y estos son contados antes de pasar a su llenado, por consecuencia, el proceso a partir del ciclo de llenado es normal, véase la Fig.18.

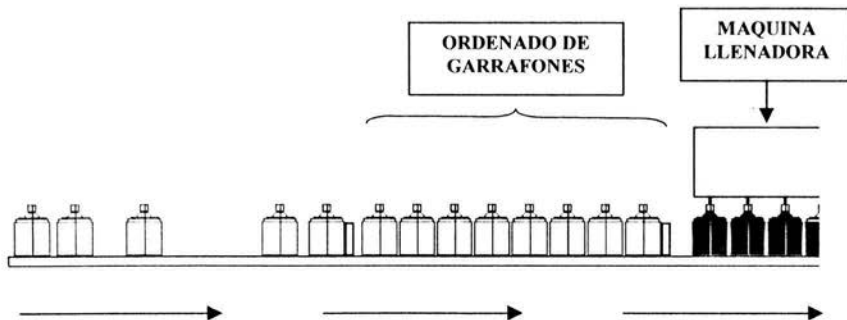


Fig. 18

CICLO DE LLENADO

Lo que se puede considerar en este caso, es la pérdida de los garrafones que no logran procesarse.

Una de las desventajas que presenta la caída de garrafones, es la presencia de un operador en el sistema de alimentación de la máquina, ya que al presentarse la caída de garrafones sobre la charola, estos pueden alterar el proceso al momento de la llegada de los siguientes garrafones, si los garrafones tienen que pasar a la charola no lo podrán hacer, ya que la charola estará ocupada debido a los garrafones que no lograron entrar a la máquina y cayeron sobre esta.

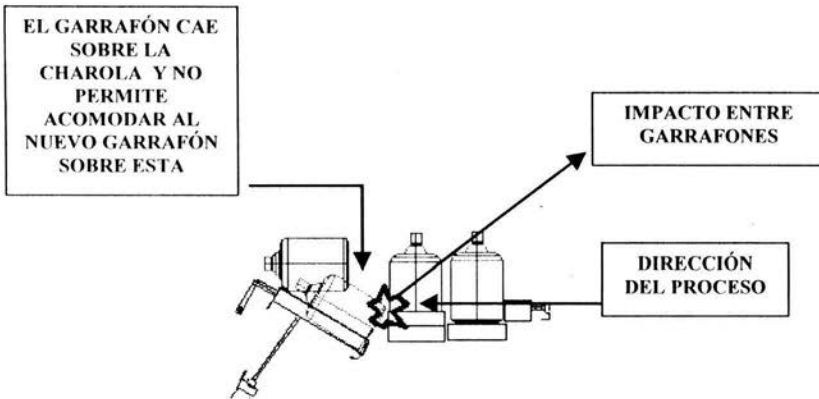


Fig. 19

CONSECUENCIA DE LA CAÍDA DE GARRAFONES

A consecuencia de este problema un operador tiene que estar presente durante el ciclo de alimentación de garrafones a la máquina, para evitar que se altera el proceso al chocar los envases.

La manera de mantener el ciclo lo mas normal posible, es que un operador logre colocar los garrafones sobre la copa durante la trayectoria crítica, esto es cuando el garrafón comienza a perder apoyo sobre la copa el operador lo empuja hacia arriba para mantener la boca del garrafón bien apoyada y logre entrar a la máquina para su ciclo de lavado y esterilizado.

Otra consecuencia que presenta el problema de la caída de garrafones, es la mala imagen que se obtiene al tratar de mantener el ciclo de trabajo funcionando continuamente con un operador que puede estar colaborando de alguna otra manera con la empresa, en lugar de realizar una operación que presuntamente sería automática.

Se puede señalar la manera tosca de empujar los garrafones hacia la copa. Esta maniobra la realiza el operador que tiene que estar al tanto de la entrada de garrafones a la máquina, para lograr empujar los garrafones hacia la copa, se ayuda de un tramo de madera sujetándolo con una mano y por debajo del garrafón empujarlo hacia arriba para que este logra mantenerse en la copa y logre entrar al ciclo de lavado y esterilizado, así como el de recorrer todo el proceso para su llenado, etiquetado y finalmente sea cargado para su distribución.

Cabría mencionar lo que implica tener un problema en el proceso, los garrafones que no logran entrar uniformemente a la máquina, tardan más en llegar a su destino final, que es el consumidor, por consecuencia tarda más en venderse, si a esto le agregamos el número de garrafones que están en la misma situación la cantidad se multiplica.

Para un sistema que presume autosuficiencia, este caso presenta deficiencias en el sistema que probablemente no se presentaron en el principio, pero las consecuencias de la caída de garrafones deja al descubierto que no es un sistema óptimo para mantener el proceso en forma continua, por lo que en este proyecto se propone un mecanismo adicional para solucionar la caída de garrafones y hacer que el proceso trabaje normalmente.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DEL SISTEMA NEUMÁTICO PARA EVITAR LA CAÍDA DE GARRAFONES

3.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE SOLUCIÓN

Se ha llegado al punto donde se propone una solución a la caída de garrafrones, ya conocido a detalle cual es el problema, como se ha presentado, cuales son sus características y su magnitud, se desarrolla su diseño.

La propuesta de solución para evitar la caída de garrafrones, ha sido planeada, tomando en cuenta las dimensiones de la máquina, específicamente en la parte inicial del proceso de lavado, donde se realiza el levantamiento de garrafrones, ya que aquí se presenta el problema de la caída de garrafrones y es donde se propone la solución.

Se propusieron diferentes métodos: como el de levantar la charola para que el garrafón se deslice abajo hacia la copa, pero se descartó debido a que la máquina lleva una secuencia de operación y esta no presenta condiciones para adaptarse a este sistema, así también se propuso un empaque en la copa para sujetar los garrafrones, pero debido a su diseño también fue descartada. Para tratar de resolver el problema ya conocido y estas alternativas iniciales no cumplieron con el objetivo esperado o presentaban deficiencias desde su diseño, se continuo en la búsqueda de alguna solución a fin de resolver el problema de producción y este sistema propuesto es considerado como el adecuado y seguro que resuelve el problema de manera satisfactoria.

Ahora el problema se trata de que algunos garrafrones no logran entrar a la máquina lavadora por las causas ya explicadas en el capítulo anterior, entonces partiendo de ahí para considerar una solución.

El concepto básico que se maneja para poder plantear una solución es, que los ocho garrafrones entren al ciclo de lavado y partiendo de aquí, el problema de los garrafrones que no logran entrar a la máquina lavadora, por causa de no tener un buen soporte, por esto se pensó en brindárselo para que este sea capaz de corregir el problema.

Ahora se diseña un soporte que cumpla con el objetivo de hacer entrar los garrafones a la máquina lavadora sin presentar problemas secundarios.

Con base en esto, se diseñó un brazo mecánico como soporte que sea capaz de acompañar a los garrafones al punto seguro, donde ya no puedan salirse de la copa y que a su vez su diseño permita su libre movimiento, así como de los elementos a su alrededor.

Ahora este brazo debe tener la función de corregir la caída de garrafones, haciendo más eficiente el proceso, para esto el brazo debe realizar un movimiento rotatorio con un punto fijo, para tener una idea mas clara de este mecanismo se presenta el brazo en la siguiente Fig. 20.

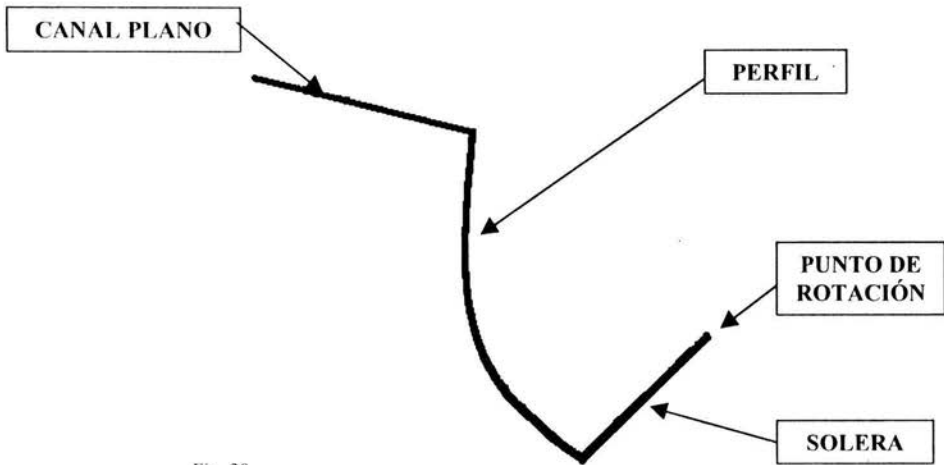


Fig. 20

DETALLE DEL BRAZO

Al apreciar la forma del brazo y como esta dividido, así también de la posición del punto de rotación, el cual sirve como apoyo y punto de rotación para el brazo, su forma esta diseñada para no interrumpir o alterar el funcionamiento de los demás mecanismos, en especial el de levantamiento de charola, ya que aquí puede presentarse algún impacto o fricción, debido a que en este lugar esta planeado colocarse este sistema. Por tanto se considera que la forma del brazo resulta la adecuada para realizar esta tarea.

Ahora para que el brazo logre mantener al garrafón en su posición dentro de la copa durante su trayectoria en la zona crítica hasta el punto seguro, debe realizar una rotación de aproximadamente 50° a partir de su posición inicial, ya que el problema se presenta durante los primeros 45° y considerando que después de esta rotación el garrafón se encontrará en una posición dentro de la copa, donde ya no podrá salirse de esta, como se muestra en la siguiente Fig. 21.

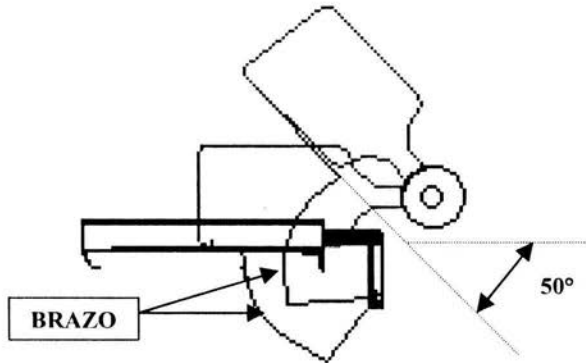


Fig. 21

POSICIÓN INICIAL Y A 50° DEL BRAZO

Este sistema sin entrar todavía en detalle, podrá solucionar el problema de la caída de un garrafón, pero tenemos que recordar que no existe ningún patrón que haga caer los garrafones en determinada copa o determinado ciclo, por esto, se tiene que proporcionar a todas las copas un sistema con un brazo para cada una, para ayudar a mantener los garrafones dentro del proceso.

Para hacer que el brazo realice su trabajo de manera satisfactoria, se pensó en un mecanismo que sea capaz de colocar al brazo de su posición inicial a una posición de 50° y viceversa.

El mecanismo a proponer debe cumplir con las expectativas de tiempo y fuerza, esto es, lograr que el brazo acompañe al garrafón durante su trayectoria crítica y logre regresar a su posición de reposo en un periodo de tiempo igual o menor al del levantamiento de la charola a su posición horizontal, ya que sólo se cuenta con este tiempo para realizar la operación, debido a que el brazo y el mecanismo de empuje se sitúan por debajo de la charola, considerando este un lugar funcional para realizar esta operación.

Considerando el ambiente de trabajo, en el cual se opera todo el tiempo en contacto con el agua, el mecanismo debe proporcionar funcionalidad y resistencia a este ambiente, para evitar posibles averías que se transformarían en tiempo de compostura del equipo, obligando a parar la línea, lo que implica pérdidas.

Debido a las necesidades que presenta este sistema, se sugirió un mecanismo neumático, ya que este cumple con las expectativas de proporcionar suficiente fuerza para acompañar al garrafón en su trayectoria crítica y suficiente rapidez para realizar esta operación. También cumple con los requisitos de estar hermético para soportar el ambiente húmedo, por lo que este mecanismo resulta adecuado para esta tarea.

Ahora este mecanismo específicamente se trata de un cilindro neumático, el cual será encargado sólo de empujar al brazo, para que este a su vez apoye al garrafón, no será necesario considerar que el cilindro efectúe una acción para hacer regresar al brazo a su posición inicial, ya que esta se realiza por su propio peso, debido a que cuando este el brazo en los 50° estará en su posición máxima y no es necesario hacerlo regresar, sin embargo el cilindro también sería capaz de realizar esta operación sin ningún problema.

Ahora para colocar el cilindro debajo de la charola se apoya de un par de pies internos que se encargan de sujetarlo y de esta manera pueda realizar la operación eficazmente, ya que con esto se garantiza que el cilindro tenga un buen apoyo para transferir su energía al brazo.

Para este mecanismo no es necesario un cilindro de gran tamaño como los que se encargan de empujar a la charola a su posición horizontal, nos bastará con cilindro de menor tamaño y capacidad. En la siguiente Fig. 22 se puede ver el cilindro como los pies internos.

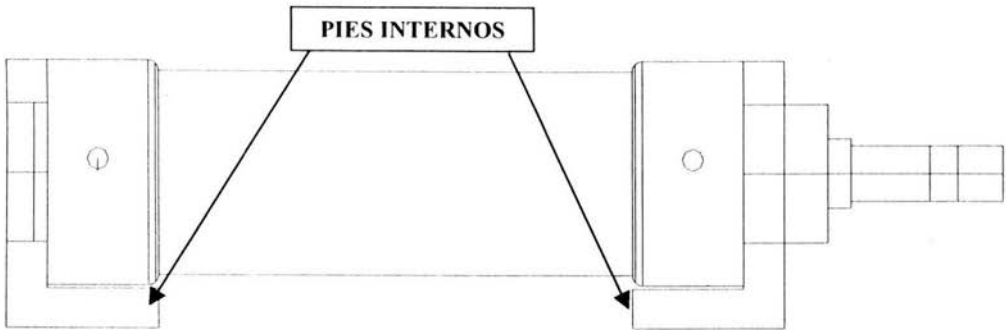


Fig. 22

CILINDRO NEUMÁTICO CON PIES INTERNOS

Ya que se tiene una idea del mecanismo que hace empujar al brazo hasta su posición aproximada de 50°, ahora la fuerza del cilindro se aplica al brazo sobre el perfil,

A continuación en la Fig. 23, se muestra como es el montaje del cilindro y el brazo en la charola, para tener el concepto general del sistema propuesto, para así poder empezar a desarrollarlo a detalle.

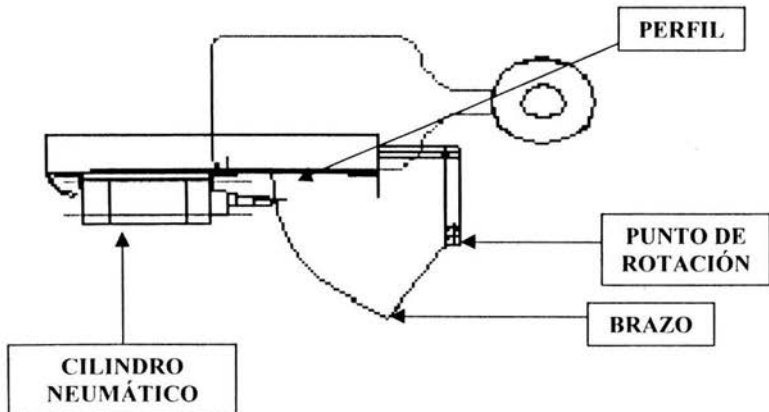


Fig. 23

CILINDRO Y BRAZO COLOCADOS DEBAJO DE LA CHAROLA PARA REALIZAR EL ACOMPAÑAMIENTO DEL GARRAFÓN

Ahora para hacer mas fácil la comprensión del sistema propuesto la secuencia de este mecanismo se puede ver en la siguiente Fig. 24, la cual nos muestra el canal plano y la solera a diferentes ángulos, pretendiendo mostrar que el brazo es capaz de acompañar al garrafón durante todo su trayecto crítico.

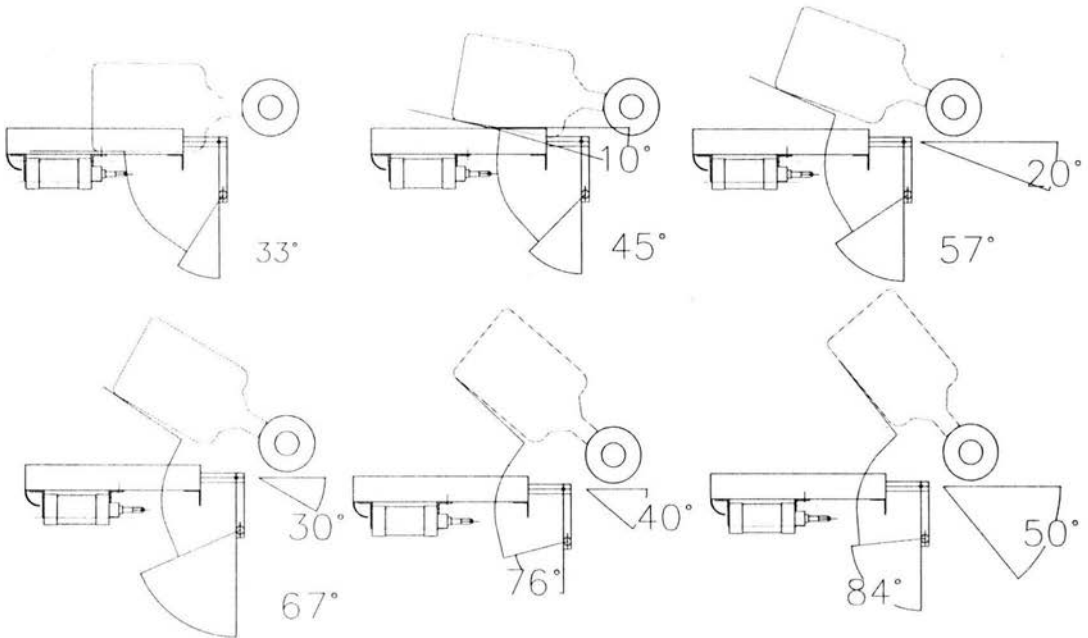


Fig. 24

SECUENCIA DE MOVIMIENTO DEL GARRAFÓN ACOMPAÑADO POR UN BRAZO EMPUJADO POR UN SISTEMA NEUMÁTICO

Esta secuencia de movimiento da la idea del proyecto a diferentes ángulos de posición del garrafón, con algunos de los elementos que participan en este, como la charola, la copa, el pistón, el brazo, así como su punto de rotación, los ángulos que forman los brazos y los ángulos que forman los garrafones, se considera que este sistema daría solución al problema que representa la caída de garrafones.

Este sistema esta diseñado conforme a las dimensiones de la máquina, tomando en cuenta los mecanismos que existen en la sección de alimentación

de la misma, como la charola y los cilindros, con el objetivo de no tener contratiempos al momento de implementarlo.

3.2 ELEMENTOS INVOLUCRADOS

Ya conociendo el concepto que ayuda a resolver este problema y teniendo una idea de las necesidades, ahora se describe como se desarrolla.

El equipo que está involucrado en este sistema, para saber porque fue seleccionado, como es que funciona, cuales son sus características, sus especificaciones, sus dimensiones y su mantenimiento.

BRAZO

Comenzando por describir al brazo, conozcamos sus dimensiones, el porque se ha optado por este diseño y su material.

El brazo es uno de los principales componentes del sistema, ya que es el responsable de eliminar el problema de la caída de los garrafones gracias a sus dimensiones y forma al realizar el acompañamiento; esta diseñado para que en todo el trayecto crítico del garrafón siempre lo mantenga en la copa. Lo podemos dividir en tres secciones que son : *canal plano, perfil y solera*.

Ahora el canal plano es la sección que tiene contacto con el cuerpo del garrafón y lo acompaña hasta el punto seguro, de tal forma que no permita su deslizamiento hacia los costados a pesar de que los garrafones tiendan a hacerlo. Tiene una longitud de 26.91 cm, un ancho de 3.5 cm y un espesor de 1.0 cm.

El perfil es la sección donde se ejerce la fuerza cinética del cilindro al brazo para empujarlo uniformemente durante su trayecto crítico, esta sección esta diseñada para que por su superficie se deslice un balero que esta sujetado por el cilindro, teniendo 3.5 cm de ancho, de longitud 36.7 cm y espesor de 1 cm; por su función y diseño cuenta con diferentes ángulos a través de su forma con el fin de lograr su objetivo, así como refuerzos en sus extremos para asegurar su forma.

Por último la solera es la sección que esta soldada al perfil, teniendo al otro extremo su punto de rotación, permitiendo un movimiento uniforme, esta solera cuenta con el mismo espesor de 1.0 cm, anchura de 3.5 cm y una longitud de 21.26 cm.

En la siguiente Fig. 25. se puede apreciar al brazo, sus dimensiones y ángulos, con esto se logra dar una descripción mas detallada y una idea de su forma, así como la ubicación de sus secciones.

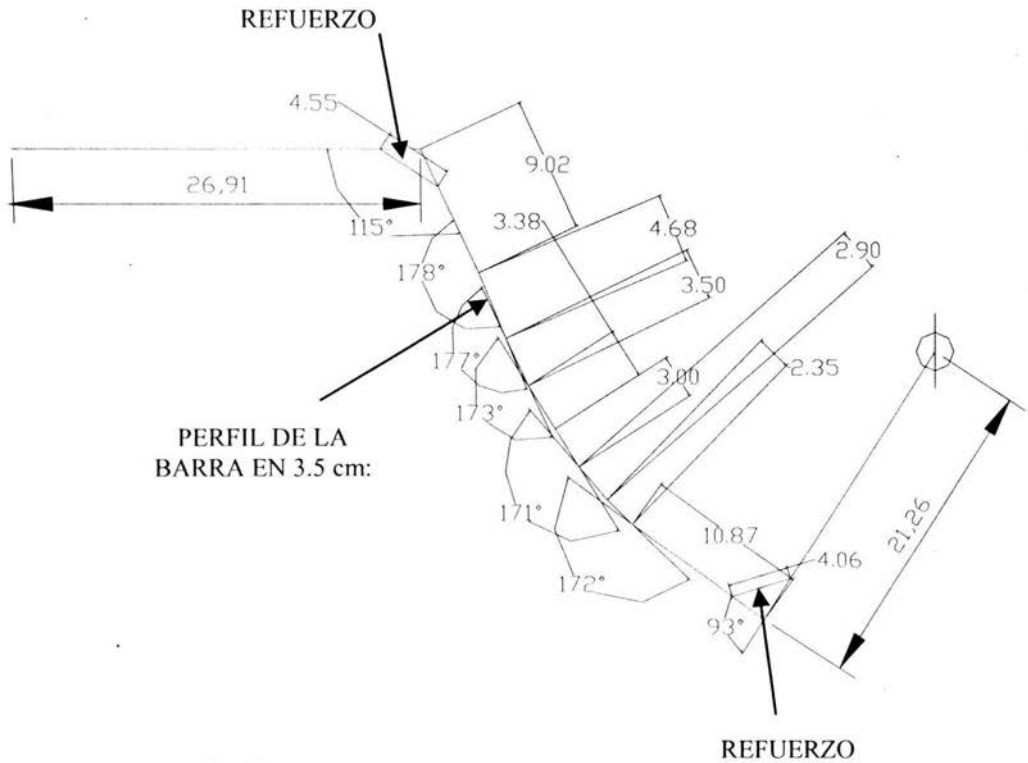


Fig. 25

BRAZO EN ACERO INOXIDABLE

Ahora que el problema no sólo se presenta en una sola copa, se tiene que proponer un sistema para las ocho y estos brazos están soldados en la sección de la solera a una barra soporte para lograr con esto un movimiento uniforme de los ocho brazos. Esta se coloca debajo de la charola sin tener contacto con los cilindros que la levantan y esta sujeta a la máquina lavadora, en la cual, se tiene una base para colocar el soporte con un sistema rotatorio por medio de baleros, los cuales permiten el libre movimiento de la barra y por consecuencia la de los brazos que tienen un movimiento de acuerdo con los límites del cilindro y de la sección de la máquina.

La barra soporte esta sujeta en los costados por medio de bases que se colocan en la máquina y estas bases permiten el movimiento de la barra soporte por medio de baleros, en la siguiente Fig. 26 se muestran la charola, la copa y donde esta planeado el punto de rotación, que es una barra sujeta de lado a lado.

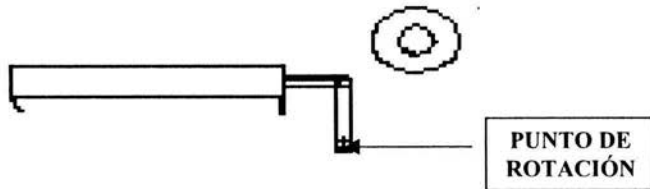


Fig. 26

PUNTO DE COLOCACIÓN DE LA BARRA QUE SUJETARA A LOS OCHO BRAZOS

La barra soporte que sujeta a los brazos tiene en los extremos un diámetro menor con el fin de que entren los baleros y estos a su vez se coloquen en la base, para que la barra realice las rotaciones, esta barra tiene un diámetro de 5.0 cm y en los extremos 3 cm y cuenta con una longitud de 278.46 cm, como se aprecia en la siguiente Fig. 27.



Fig. 27 Cotas en cm

BARRA SOPORTE

Se colocan los brazos a la barra por medio de soldadura, pretendiendo con esto un soporte resistente a los trabajos efectuados, están colocados a una distancia de 32.5 centímetros entre brazo y brazo. El brazo número uno esta soldado a una distancia de 25.43 centímetros del extremo de igual manera el brazo número ocho con el otro extremo, en las siguientes figuras 28 y 29 podemos ver como están distribuidos los brazos en la barra, así como sus dimensiones.

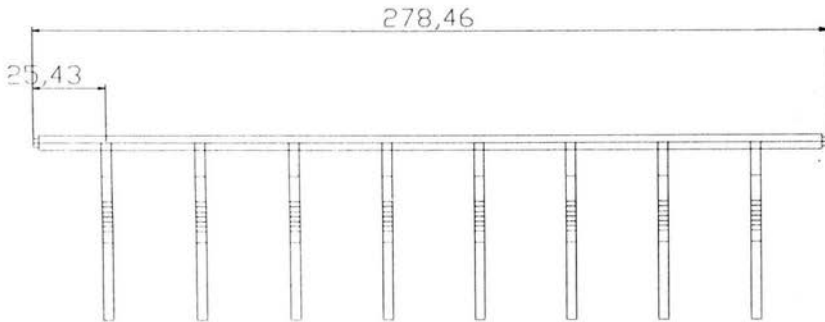


Fig. 28 Cotas en cm

DISTRIBUCIÓN DE LOS BRAZOS EN LA BARRA

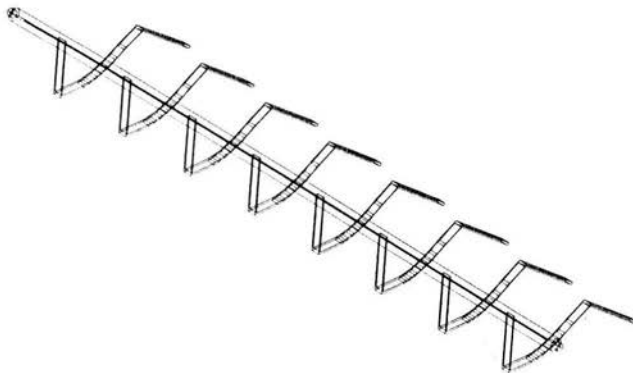


Fig. 29
Cotas en cm

BRAZOS SOLDADOS A LA BARRA

Hay que mencionar que la longitud de la solera esta considerada desde el centro de la barra, logrando con esto mayor resistencia ya que se tiene que hacer un espacio para que embone el brazo dentro de la barra hasta su centro.

Ahora que se tiene la forma de los brazos, sus dimensiones al igual que la barra y como se distribuyen en ésta, se describe que material escoger para realizar estas piezas.

Debido a que las condiciones de trabajo representan un contacto con el agua permanente durante el ciclo de trabajo, se pensó en un material que presente resistencia a la corrosión, resistencia a la deformación y los esfuerzos a los que son sometidos por los cilindros, tomando en cuenta que no representen riesgo de alterar su forma, por tanto se consideró el acero inoxidable 304, ya que este puede cumplir con las especificaciones que necesitamos.

Este Acero inoxidable presenta las características de austenítico, antimagnético, no templable, con una excelente maquinabilidad que lo hace ideal para fabricación de piezas en máquinas automáticas. Posee buena resistencia a la corrosión a temperaturas de hasta 920° C (1700° F) en atmósfera ordinaria, aunque en condiciones severas de corrosión no se recomienda su uso para temperaturas mayores de 760° C (1400° F).

Para entender que tipo de material se esta empleando en este sistema se da alguna descripción del acero AISI 304, el cual resiste la agresividad de agentes corrosivos bien por vía húmeda o bien por vía seca, a temperatura ambiente o por debajo de los 300° C.

Los fabricantes suelen producir el mobiliario en acero inoxidable austenítico AISI 304 ó 316, llamados también 18/8 y 18/10 respectivamente. La primera de estas cifras hace mención al porcentaje de cromo y la segunda de níquel.

Por último las características finales de un acero inoxidable ante la corrosión se ven muy incrementadas por el acabado de su superficie. Es precisamente una fina capa de óxido de cromo la que protege del avance de la oxidación. Esta capa protectora se puede conseguir por pulido, cepillado o bruñido a espejo. También existen otros tratamientos como son, el de ácido nítrico (10%) o el electropulido, llamado *pasivación*. Cuando rayamos el acero inoxidable, agredimos el tratamiento de pulido. Por esto aparecen manchas de

óxido fácilmente aunque no tienden a ser profundas y se pueden eliminar con suma facilidad. Debido a que el acero es una aleación de hierro y carbono, básicamente, en donde el hierro ocupa un lugar preferente, se tiene por esto una ventaja sobre los demás materiales, siendo este el adecuado para esta labor.

ACTUADOR NEUMÁTICO

Hasta ahora se ha descrito cuales son las características del brazo, toca el turno al mecanismo que hará posible su rotación. Este mecanismo esta formado principalmente por un cilindro neumático que será capaz de transmitirle energía cinética al brazo para realizar su tarea.

Para entender mejor este concepto de manejar un sistema neumático, se contemplan cuales son las ventajas de utilizar aire comprimido, definiciones y algunas de sus aplicaciones.

Encontramos que el aire comprimido ofrece algunas ventajas como:

1.- El aire comprimido es aprueba de explosiones, ya que no existe riesgo por chispas.

2.- El aire está indicado en automatización en lugares húmedos porque no existe riesgo de descargas.

3.- Cuando se producen averías poco frecuentes (ya que se trabaja con poca presión), éstas no dan lugar a suciedades, excelentes características para su utilización en laboratorios, industria alimentaría, etc.

4.- Rapidez en su desplazamiento por el interior de las conducciones.

5.- El aire comprimido se almacena fácilmente en depósitos para ser empleado en el momento necesario.

6.- Fácil transformación de la energía neumática en otras como la hidráulica (neumohidráulica)

7.- En función de automatización, el aire comprimido después de utilizado vuelve a la atmósfera, eliminando el gasto de instalación de tuberías de retorno al tanque como en técnica oleohidráulica.

Las máquinas que producen aire comprimido son los compresores y entre las aplicaciones del aire comprimido podemos ver las siguientes:

- a) Limpieza y protección. Estas operaciones son las que utilizan la salida del aire por una tobera para limpiar superficies. Si antes se mezcla por medio de un Venturi sirve para pintar superficies, así como desengrasar piezas utilizando petróleo.
- b) Herramientas portátiles. Los motores neumáticos giratorios se utilizan con gran ventaja en herramientas manuales para apretar y desapretar tuercas, taladrar, martillar, etc. son pequeños y de gran potencia y no tienden a calentarse con bloqueos.
- c) Servomotores y automatización. Los cilindros neumáticos como elementos lineales de actuación y sus distribuidores de gobierno, son de aplicación general en las diferentes industrias y en la vida cotidiana, que lo mismo los encontramos accionando las puertas del autobús y del tren, que como auxiliares en el manejo de sustancias radioactivas en laboratorios o como clasificador en máquinas lavabotellas.

Los cilindros neumáticos son de rápido accionamiento en su carrera de extensión y su carrera de retorno, pero perfectamente controlables en velocidad y fuerza y cuentan con una gama de variedad: simple efecto, doble efecto, con freno de bloqueo, sin vástago, compactos, de regulación, entre otros.

La calidad, fiabilidad, vida útil de todos los elementos en la aplicación de las modernas técnicas y materiales contribuye a que los sistemas de automatización por aire comprimido tenga un espectro muy amplio de utilización.

- d) Elevación. Esta es una subdivisión del anterior, que comprende aparatos de elevación, desde cilindros oleoneumáticos como los elevadores dinámicos de áridos a los polipastos neumáticos accionados por motores rotativos de paletas o pistones radiales.
- e) Verificación, Comprende diferentes aparatos en metrología, es decir, los instrumentos amplificadores neumáticos que permiten, en los

modernos procesos, sustituir el personal especializado en verificación por sistemas de control totalmente automáticos mediante combinaciones de neumática-electrónica de control.

- f) Frenado y suspensión de vehículos. Se refiere a la utilización del aire comprimido en sistemas de frenado de vehículos de carretero y sobre riel. Además el aire comprimido ha conquistado el espacio referente a las suspensiones y a los accionamientos de puertas interiores y exteriores, estribos, entre otros.

Conceptos de mecánica de fluidos

A continuación se presentan algunos conceptos de mecánica de fluidos debido a su carácter elemental en el desarrollo del sistema, tales como presión atmosférica, absoluta y relativa.

La presión atmosférica es igual al peso por unidad de superficie de la columna de aire comprendida entre esta superficie y la última capa de la atmósfera, su valor varía según la altura del punto en que se mida, una presión atmosférica normal tiene un valor de 1.013 bar.

Es conocido que la presión ejercida por un fluido sobre una superficie y viceversa es el cociente entre la fuerza y la superficie que recibe su acción esta tiene el nombre de presión absoluta.

$$P = F / S$$

o si esta fuerza no fuera uniforme

$$P = dF / dS$$

Ahora por el hecho de estar todos los cuerpos sometidos a la presión atmosférica, conviene referirnos a la presión relativa, que es la diferencia entre la presión absoluta y la atmosférica, llevando el nombre de presión relativa o manométrica.

Se entiende como caudal la cantidad de fluido que atraviesa una sección dada por unidad de tiempo y se puede expresar en dos formas ya sea masa y volumen.

El caudal másico y volumétrico se relacionan por la densidad del fluido, que en el caso de los gases es variable con la presión y temperatura. Cada una de estas expresiones tiene su propio interés.

El caudal másico estará dado en kg/s, mientras la unidad S.I (sistema internacional) de caudal volumétrico es el m^3/seg , si esta unidad de volumen se considera demasiado grande se puede usar el dm^3/seg o el cm^3/seg .

Para los estudios de rendimiento es necesario conocer el concepto de potencia de fluido en movimiento.

El aire comprimido en la neumática, como el aceite en la oleohidráulica son vehículos por los que se trasmite potencia de una fuente exterior de energía a unos receptores como los cilindros o motores aunque la hidráulica no hay acumulación de energía, sino una adecuación de la energía producida a la energía utilizada, mientras que en la neumática tenemos energía acumulada en la propia masa de aire comprimido.

La potencia instantánea consumida por un receptor (que en este caso es un cilindro) es $P = F v$.

La fuerza total del cilindro es de Presión X Superficie en volumen que se crea por unidad de tiempo al avanzar el cilindro es V siendo v su velocidad lineal instantánea. Luego el caudal actual del fluido que viene a ocupar el volumen es $q = v s$. Teniendo la expresión de potencia como

$$P = Fv = (ps) (q/s) = pq$$

Si expresamos P en N/m^2 y q en m^3/s , P se expresará en vatios.

Evidentemente la energía consumida durante el recorrido del cilindro es de

$$E = \int_{t_0}^{t_1} pq dt$$

en aplicaciones prácticas se expresa esta energía en caudal medio en aire libre por lo justifica si se pone constante la temperatura.

$$q_{at} = q_r (P_{abs}/ P_{atm})$$

Después de conocer algunos conceptos básicos, se presentan los actuadores neumáticos, ya que estos son el mecanismo de empuje.

Los actuadores neumáticos son los componentes capaces de transformar la energía potencial latente del aire comprimido en trabajo mecánico, para el accionamiento de máquinas o mecanismos y se clasifican según la forma de del trabajo mecánico en: cilindros, actuadores de giro, motores rotativos

Los cilindros entregan el trabajo en forma rectilínea de empuje – tracción, los actuadores de giro proporcionan movimientos angulares, los motores neumáticos tienen un eje que puede girar para accionar mecanismos rotativos.

Los parámetros básicos de los actuadores neumáticos son:

Cilindro	Fuerza y carrera
Actuadores de giro	Par y ángulo
Motores neumáticos	Par y revoluciones

Debido a que en este proyecto se manejan únicamente los cilindros y se dirige la atención hacia estos. Para entender mejor el mecanismo los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Siendo estos básicamente un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón.

Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al embolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo.

El trabajo mecánico esta definido por

$$T = F e = P S C$$

Donde

P = presión

S = superficie

C = carrera

Ahora estas constantes se aprecian en la siguiente Fig. 30, así como el cilindro.

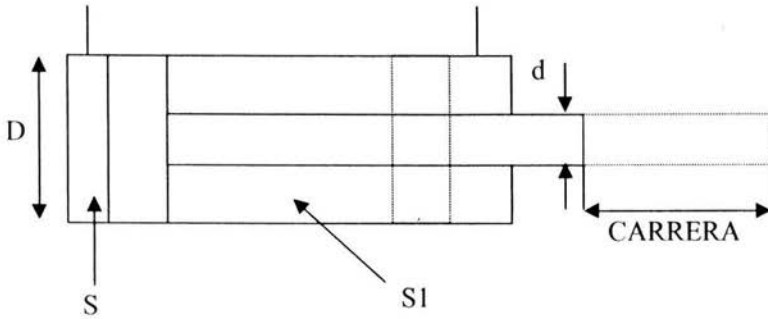


Fig. 30

CILINDRO NEUMÁTICO Y SUS CONSTANTES

La sección activa del cilindro, al ser generalmente circular, viene dada por.

$$S = \pi R^2 = (\pi D^2)/4$$

La fuerza que en teoría ejerce un cilindro esta dada por.

$$F = P S = P ((\pi D^2)/4)$$

La presión esta dada en kilogramos por centímetro cuadrado y el diámetro en centímetros, tenemos la fuerza en kilogramos. Para aplicaciones se recomienda utilizar el 90%.

La carrera es otra constante y esta definida por la diferencia de posición entre las dos situaciones extremas del émbolo. En los cálculos de esfuerzos se debe tomar en cuenta el sentido de salida del vástago.

$$S_1 = \pi ((D^2 - d^2) / 4)$$

Y la fuerza que efectúa el cilindro en el sentido de la entrada es.

$$F_1 = P \pi ((D^2 - d^2) / 4)$$

Por consecuente si $F > F_1$ y se conectan las dos entradas del cilindro a una misma fuente de presión, el vástago tenderá a salir

Ahora el consumo de aire en un cilindro neumático se mide en litros por minuto en condiciones normales y depende de su diámetro, de su carrera y del número de ciclos de ida y vuelta por unidad de tiempo.

En los cilindros grandes puede tenerse en cuenta la deducción del volumen del vástago, ahora se muestra como calcular el volumen del cilindro en el sentido de salida del vástago para la carrera C

$$V = ((\pi D^2) / 4) C$$

Para volumen del cilindro en el sentido de entrada del vástago

$$V = ((\pi D^2 - d^2) / 4) C$$

La suma de $V + V_1$ representa el volumen del cilindro en una carrera de ida y vuelta. Como el cilindro se llena de aire a presión, es necesario corregir este volumen por medio de la aplicación de la ley de Boyle, multiplicando el volumen de la presión absoluta (presión manométrica + 1)

Por tanto, el volumen de aire consumido por el cilindro en cada ciclo viene dado por:

$$\text{Consumo} = (V + V_1) (P + 1)$$

valor que multiplicado por el número de ciclos que efectúa el cilindro en la unidad de tiempo proporciona el consumo.

$$\text{Consumo} = (V + V_1) (P + 1) * n * 10^{-6}$$

Donde:

D = diámetro del cilindro en mm

C = carrera del cilindro en mm

n = número de ciclos

P = presión absoluta = presión relativa de trabajo + 1 bar

N = número de efectos del cilindro (1 para simple efecto, 2 para doble efecto)

$$\text{Consumo} = (\pi/4) \cdot d^2 \cdot c \cdot n \cdot P \cdot N \cdot 10^{-6}$$

Una de las principales ventajas en la utilización de aire comprimido para accionar cilindros es su gran velocidad de desplazamiento y esta depende de:

La presión del aire

La sección y longitud de las tuberías y conexiones que condicionan la pérdida de presión

La relación superficie de émbolo / superficie de tubería de alimentación.

La fuerza que ha de vencerse (fuerza antagonista).

La velocidad de los cilindros neumáticos puede oscilar entre 0.1 y 1 m/s. Por de bajo de 0.1 m/s, puede producirse un funcionamiento irregular y por encima de 1 m/s, debe cuidarse mucho la amortiguación de energía cinética y los tipos de aceite lubricante para obtener vidas razonables de los componentes.

La regulación de velocidad en la práctica es necesaria para evitar movimientos incontrolados. La regulación de velocidad se consigue por medio de los estranguladores de caudal que limitan el aire que sale del cilindro de escape.

Debe tomarse en cuenta no estrangular el aire de entrada hacia el cilindro, ya que produce movimientos del émbolo a saltos, lo que no resulta favorable. Debe estrangularse el caudal de salida.

La amortiguación de fin de carrera son dispositivos, fijos o regulables, colocados generalmente en las tapas de los cilindros, y cuya finalidad es la de absorber la energía cinética de las masas en movimiento. Según los modelos de cilindros, se puede tener amortiguación delantera, trasera o doble. Para una dada aplicación, si se verifica insuficiente la amortiguación, se deben utilizar amortiguadores hidráulicos de choque.

De acuerdo con su accionamiento los cilindros se clasifican en:

a) Cilindro de simple efecto con resorte en el lado del vástago.

- b) Cilindro de doble efecto.
- c) Cilindro de simple efecto con retroceso del émbolo producido por gravedad.
- d) Cilindro diferencial con el diámetro del vástago mayor al diámetro del tubo.
- e) Cilindro de doble efecto y doble vástago.
- f) Cilindro de émbolo buzo.

Para el sistema utilizaremos un cilindro de simple efecto con resorte en el lado del vástago, de carrera 100 mm con diámetro de 50 mm, debido al espacio y al movimiento requerido en la operación del brazo.

Ahora sustituyendo las variables del sistema neumático se tienen:
La fuerza del cilindro

$$F = 6 * (3.1416 * 5^2) / 4$$

$$F = 117.8 \text{ Kg.}$$

Para aplicaciones se recomienda utilizar el 90%, que viene siendo igual a 106.02 Kg.

Sustituyendo con los datos del sistema se tiene el consumo del aire

$$= (3.1415/4) \cdot 50^2 \cdot 100 \cdot 3.9 \cdot (6+1) \cdot 1 \cdot 10^{-6}$$

$$= 5.35 \text{ l/min.}$$

Con esto se tiene un consumo de 5.35 litros por minuto, ahora por la cantidad de cilindros utilizados esto da:

$$Q = 5.35 * 8 = 42.8 \text{ l/min.}$$

Ya que el brazo acompaña al garrafón hasta un punto seguro, es necesario que el cilindro recorra una distancia mínima de 80 mm para lograr

mantener dentro de la copa al garrafón, siendo este cilindro el adecuado para esta tarea.

En este cilindro al conectar el aire comprimido con la entrada, la fuerza producida empuja al émbolo hacia delante, comprimiendo al resorte y haciendo salir el vástago. Al terminar la acción del aire comprimido por conectarse de nuevo a la cámara trasera del cilindro con la atmósfera el resorte recupera su posición inicial, la fuerza del resorte en este caso hace salir al cilindro con menos empuje del que le corresponde a su diámetro, según diferentes constructores la fuerza oscila en 15% de la fuerza normal del cilindro cuando trabaja a 6 bar.

Para entender su funcionamiento de este cilindro se muestra la siguientes Fig. 31.1 y 31.2 donde esta el cilindro A en posición negativa (-) y al cilindro B en su posición positiva (+), para esto consideraremos su movimiento positivo (+) cuando el vástago se mueve en sentido de salir del cilindro y negativo (-) para cuando el vástago se mueve en el sentido de entrar al cilindro. También se muestra las posiciones del resorte que es el encargado de regresar al pistón a su posición de origen, así como de la zona de alimentación de aire comprimido.

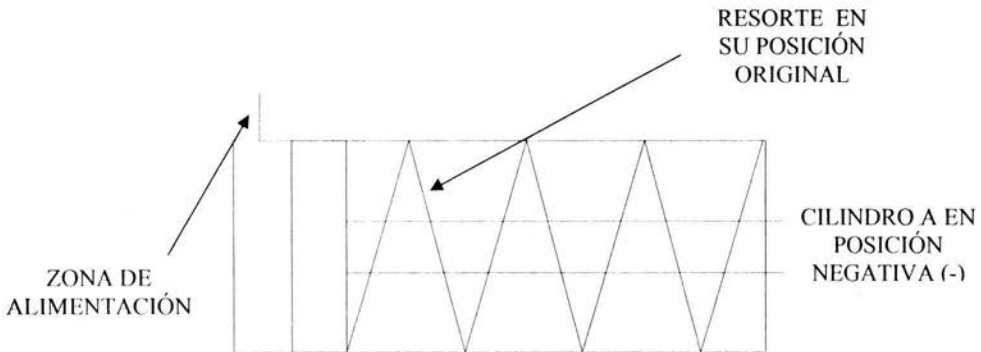


Fig. 31.1

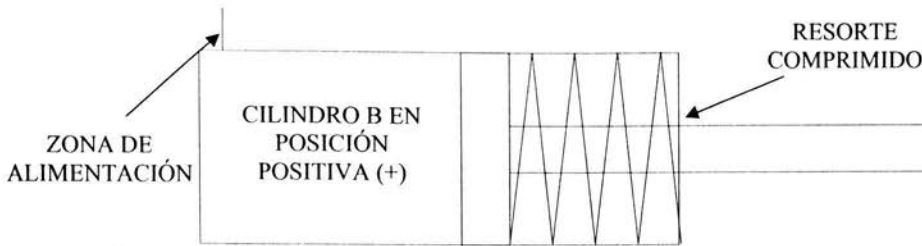


Fig. 31.2

CILINDRO SIMPLE EFECTO CON RESORTE EN EL LADO DEL VÁSTAGO

No se ha considerado un cilindro de doble efecto, ya que sólo se necesita empujar al brazo, este regresará a su posición inicial gracias a la gravedad, por está razón se considera un cilindro de simple efecto con resorte del lado del vástago.

Ahora las características principales de operación del cilindro a utilizar son:

Cilindro neumático simple efecto con resorte en el lado del vástago
Temperatura ambiente $-20... 80\text{ }^{\circ}\text{C}$
Temperatura de fluido máx. $80\text{ }^{\circ}\text{C}$
Fluido aire comprimido filtrado o sin lubricación
Presión de trabajo $0.5... 10\text{ bar}$
Revestimiento anticorrosivo
Vástago de acero inoxidable

Materiales tapas y pistones inyectados en aluminio, vástago de acero SAE 1040 cromado duro, tubo de aluminio perfilado anonizado duro, sellos de poliuretano, guía de pistón de resina acetal, guía de vástago de chapa con bronce sinterizado y teflón.

Este tipo de cilindro se puede apreciar en la siguiente Fig. 32, donde podemos apreciar su forma y acotaciones correspondientes, así como los pies internos que se colocaran para sujetar el cilindro a la charola.

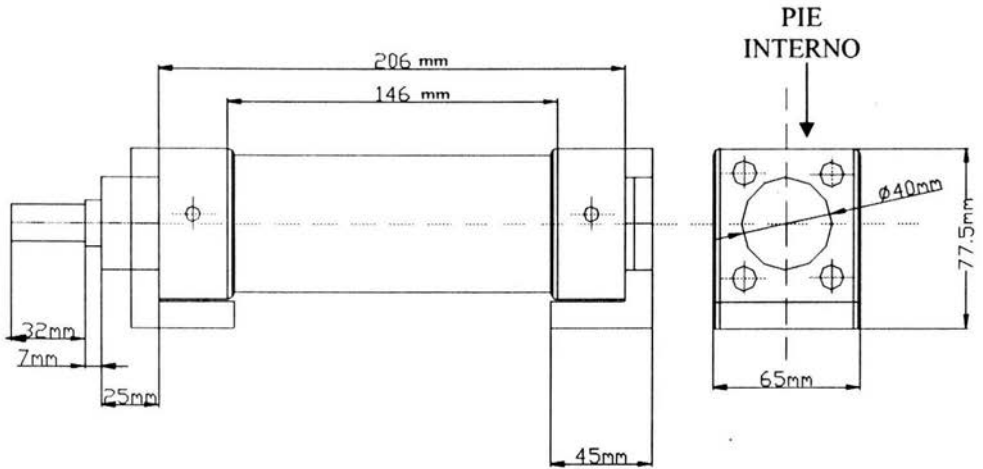


Fig. 32

CILINDRO NEUMÁTICO CON PIES INTERNOS

Ahora para lograr sujetar correctamente a los cilindros en la charola, es necesario tener dos soportes, el primer soporte lo brinda la misma charola, ya que cuenta con un ángulo en su estructura y este cumple con las especificaciones de posición y distancia, siendo este el adecuado para colocarlo, así también una solera con una longitud de 264 cm y un ancho de 4.5 cm que esta atravesada de lado a lado de la charola y por debajo de está, ya que el cilindro y el brazo están colocados en los espacios que existen debajo de los garrafones siendo la solera la encargada de dar a los cilindros uno de sus dos soportes.

Para esto, la solera esta barrenada en diferentes lugares, con el fin de adecuarla para sujetar los pies internos que a su vez sujetan a los cilindros. En la siguiente Fig. 33 se puede apreciar la posición de la solera y del cilindro y así darnos una idea de cómo está estructurado el sistema y también de la posición del brazo.

SOLERA
264 X 4.5 cm
(SEGUNDO
SOPORTE)

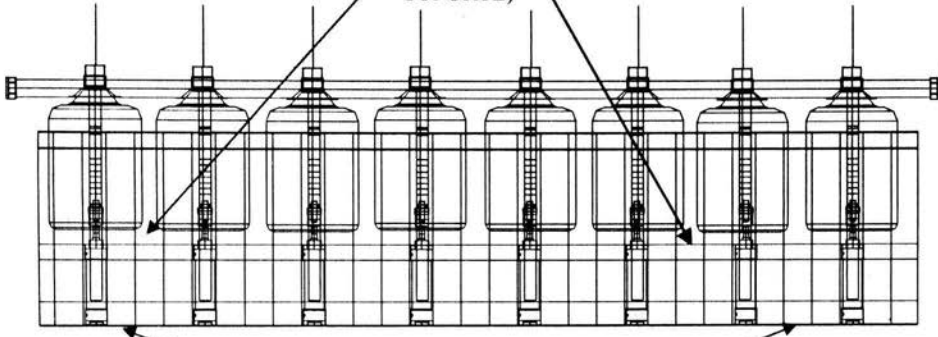


Fig. 33

ÁNGULO DE LA
CHAROLA
264 X 7 cm
(PRIMER SOPORTE)

**VISTA INFERIOR DE LA CHAROLA CON LA POSICIÓN DE LOS
SOPORTES QUE SUJETARÁN AL CILINDRO**

Para que el balero pueda estar en su posición y empujar al brazo sin complicaciones se coloca una horquilla en el cilindro, que se encarga de sujetar balero, el cual tiene un diámetro exterior de 5.94 mm y uno interior de 1.73 mm, con un espesor de 1.61 mm, ahora la horquilla cuenta con diferentes dimensiones, las cuales se aprecian en la siguiente Fig. 34, así también las dimensiones del balero.

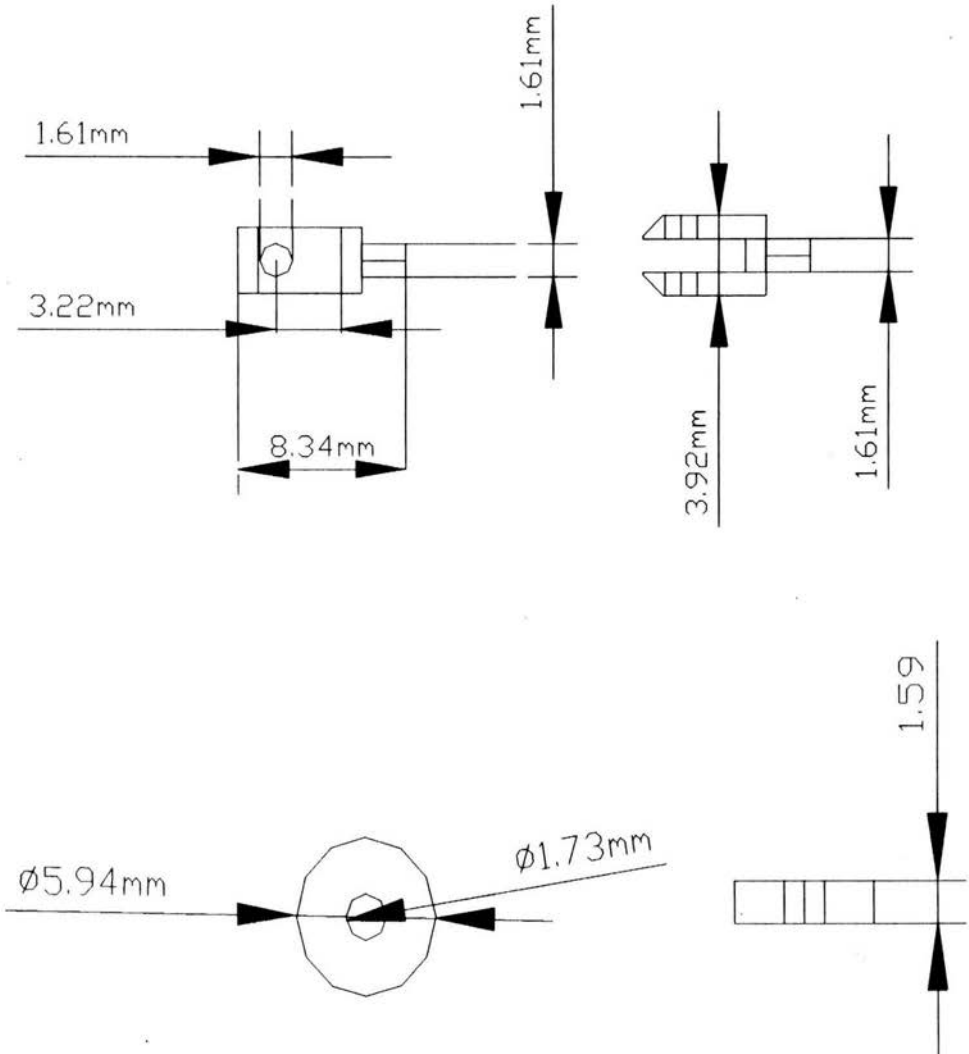


Fig. 34

DIMENSIONES DE LA HORQUILLA Y BALERO DEL SISTEMA PROPUESTO

Consideradas las dimensiones de la charola y del espacio disponible para proponer el sistema, se muestra el cilindro armado con la horquilla y el balero, para así determinar su longitud total y su colocación por debajo de la charola con el propósito de comprobar que los espacios son los correctos y logrando así su adecuado funcionamiento, en la siguiente Fig. 35.1 se aprecia el sistema montado con el cilindro, la horquilla para vástago, el balero, la solera (segundo soporte) todos colocados por debajo de la charola, así también el brazo con la barra y donde se sujeta está.

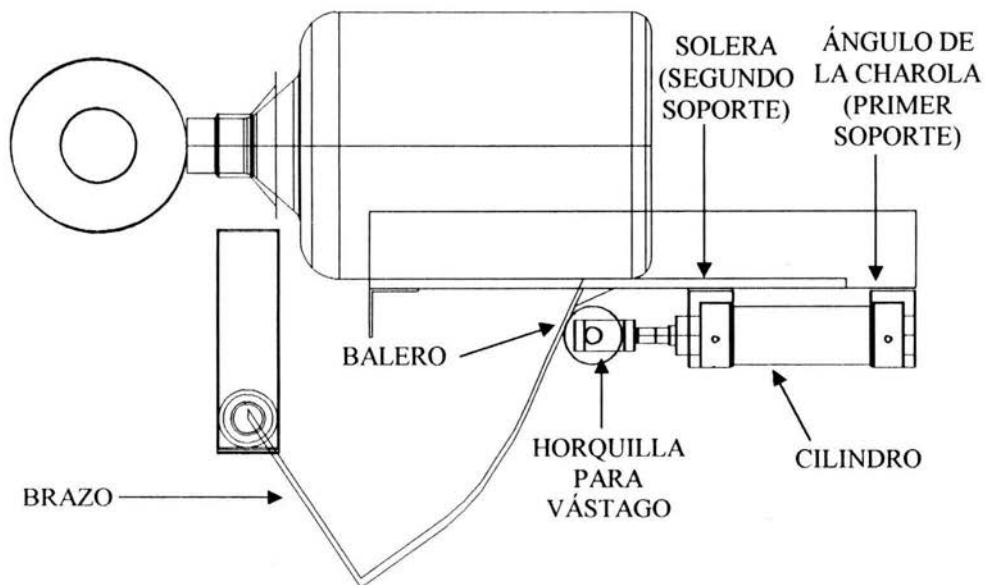


Fig. 35.1

**VISTA LATERAL DEL SISTEMA PROPUESTO CON EL CILINDRO,
HORQUILLA, BALERO, BRAZO Y SOLERA SUJETADOS DEBAJO DE LA
CHAROLA**

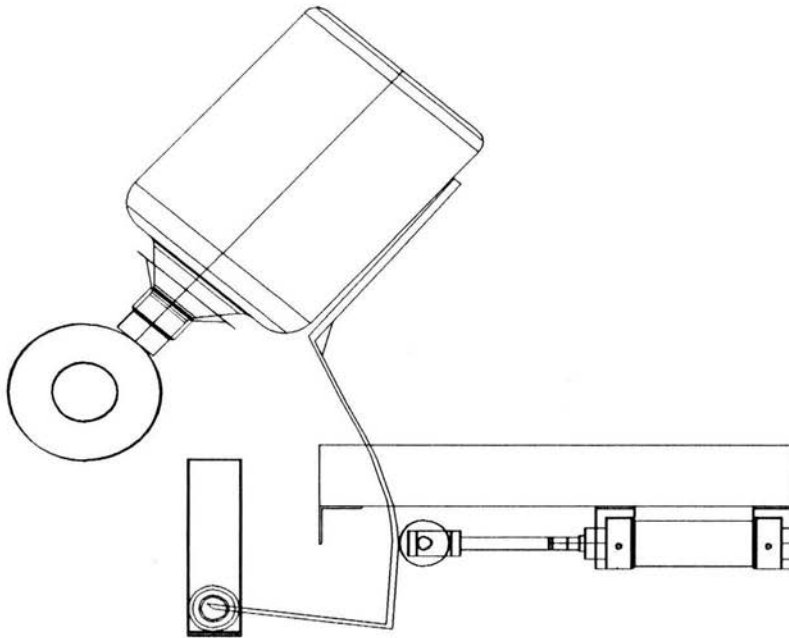


Fig. 35.2

VISTA LATERAL DEL SISTEMA PROPUESTO CON EL CILINDRO, HORQUILLA, BALERO, BRAZO Y SOLERA SUJETADOS DEBAJO DE LA CHAROLA DESPUÉS DE ACCIONADO

Para lograr que el cilindro funcione en el momento preciso, es considerada una electro válvula, esto con el fin de permitir el paso de aire en el momento de iniciar el ciclo de levantamiento de garraones.

Para elegir la electroválvula adecuada vale la pena saber como es que funcionan éstas.

ELECTROVÁLVULAS

Estas son puntos sensibles en el sistema de automatización neumático propuesto, ya que son esto los que controlan los impulsos que hacen moverse a los cilindros.

Para seleccionar la electro válvula correcta se describe su funcionamiento elemental de acuerdo con su posición interior.

En las siguientes Fig. 36 y 37 se aprecia un cilindro en diferentes posiciones, la inicial con el resorte retraído y la válvula no permitiendo el paso de aire comprimido del deposito hacia el cilindro. De manera secuencial, haciendo girar la válvula para que el aire comprimido entre al cilindro y comprima el resorte. Si se quiere deshacer la acción no sirve solamente girar nuevamente la válvula, ya que el aire quedaría encerrado en el cilindro.

Para evitar que el aire quede atrapado en el cilindro sería necesario colocar otra válvula para que al accionarla el aire comprimido escape hacia la atmósfera, al hacerlo el resorte regresa a su lugar de origen. De esta manera es que conviene utilizar dos válvulas para accionar un cilindro de simple efecto para que efectúe el trabajo de ida y vuelta, como en el sistema se necesita.

En la práctica no se utiliza este sistema, ya que serían necesarias dos maniobras de válvulas para conseguir el accionamiento del cilindro, las válvulas anteriormente empleadas son llamadas de 2 vías/2 posiciones (abierto-cerrado). Para solucionar este problema de los dos accionamientos se desarrollaron las válvulas 3 vías/2 posiciones. En estas se logra con un simple accionamiento las dos funciones deseadas.

En las siguientes Fig. No.36 y 37 también podemos apreciar al distribuidor 3 vías/2 posiciones.

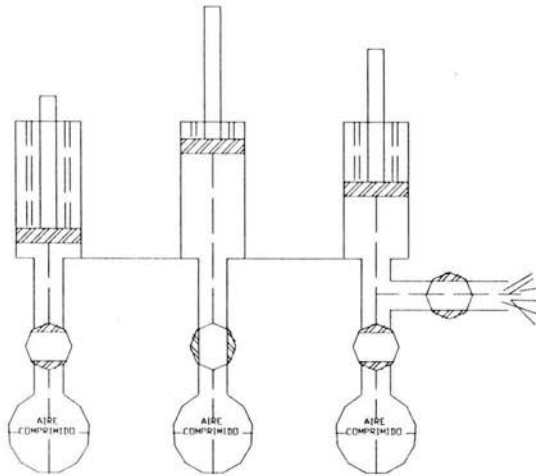


Fig. 36

MANIOBRA DE UN CILINDRO SIMPLE EFECTO MEDIANTE VÁLVULAS DE 2 VÍAS

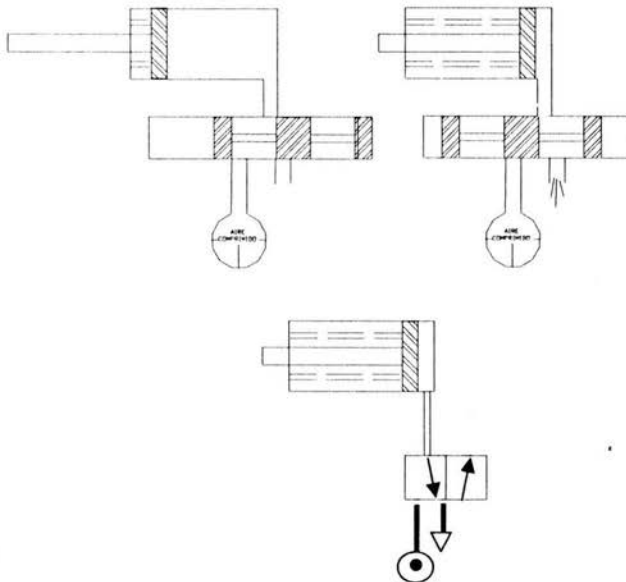


Fig. 37

MANIOBRA DE UN CILINDRO DE SIMPLE EFECTO MEDIANTE UN DISTRIBUIDOR DE 3 VÍAS/2 POSICIONES Y LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL SÍMBOLO.

Se llaman vías al número de bocas de conexión del elemento de distribución.

Se llaman posiciones al número de maniobras estables del elemento de distribución.

En la Fig. No.37 el distribuidor 3 vías /2posiciones se desliza un émbolo en forma de carrete que en sus posiciones extremas las combina para hacer la maniobra del cilindro.

En la parte de la izquierda de la Fig. 37 vemos como el resorte está extendido y el vástago recogido por lo que el aire escapa por el anillo hueco del carrete. El otro orificio vemos que está bloqueado por el carrete e impide el paso del aire hacia el cilindro.

Después tenemos en la figura de la derecha que al trasladar el carrete al extremo opuesto del distribuidor, queda en comunicación el depósito de aire comprimido con el cilindro por lo que el aire empuja el vástago y se efectúa el trabajo. Si se cambia la posición del carrete, se interrumpe la comunicación del depósito con el cilindro y se vacía éste a través del escape.

Este montaje con una sola válvula de 3 vías/2 posiciones equivale al descrito con válvulas de 2 vías/2 posiciones.

Cuando en los circuitos neumáticos de automatización se necesita efectuar movimientos con multitud de cilindros, controles remotos, entre otros, es preciso utilizar distribuidores de mando eléctrico como enlace entre ambas energías.

Las electroválvulas y los electrodistribuidores son, por tanto, lo encargados de transformar las señales eléctricas en señales neumáticas.

Describamos de manera general el funcionamiento de este componente el cual utiliza el sistema.

El electrodistribuidor está representado en la posición en que se encuentra cuando por el no pasa corriente eléctrica; el resorte está comprimiendo el émbolo móvil (núcleo magnético) contra el orificio 1, manteniendo cerrado el paso. Mientras tanto el orificio 2 está en comunicación con el orificio 3. Si el orificio 1 se conecta la alimentación de aire comprimido

debe verificarse que la fuerza sea mayor a la presión por la sección del orificio de paso, con lo cual el orificio 1 queda cerrado.

Al pasar la corriente eléctrica por la bobina, se genera un campo magnético que hace moverse al núcleo contra el orificio 3, que se cierra, permitiendo el paso de aire desde el orificio 1 hacia el orificio 2, esta posición se mantiene mientras no se interrumpe el paso de corriente eléctrica por la bobina. Si cortamos el paso de corriente, desaparece el campo magnético con lo que el resorte empuja al núcleo contra el orificio 1 que se cierra, descargándose el aire comprimido que pudiera existir en 2 hacia la atmósfera por el orificio 3, tal como estaba en la posición inicial, esta electroválvula la podemos ver en la siguiente Fig. 38.

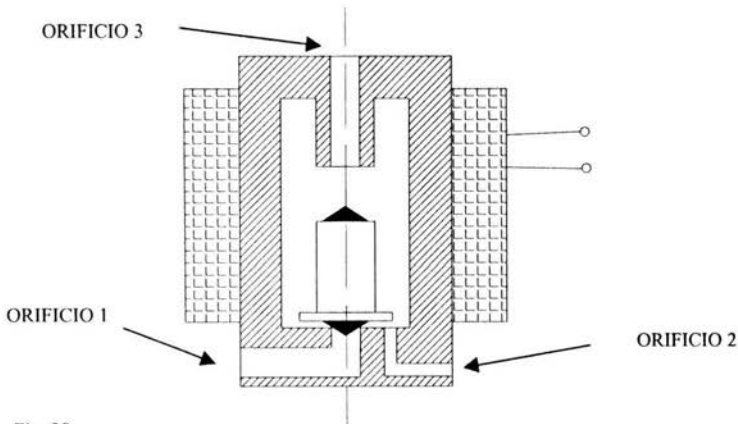


Fig. 38

BOBINA DE LA ELECTROVÁLVULA

En función con los cilindros, este distribuidor de 3 vías/2 posiciones es del tipo directo, ya que la bobina actúa directamente sobre el elemento de distribución.

Se puede observar que el piloto del distribuidor principal está sin aire al haber escapado por el orificio superior del electropiloto y el carrete está posicionado de tal manera que el cilindro se encuentra posicionado con el vástago retraído.

Al accionar el pulsador eléctrico y pasar la corriente por la bobina, se genera el campo magnético que levanta el núcleo, cerrándose al orificio

superior y permitiendo que el aire pase al carrete, que se desplaza hacia el lado izquierdo, con lo que el cilindro neumático sale, haciendo el trabajo encomendado. Esta operación se puede ver en la siguiente Fig. 39.

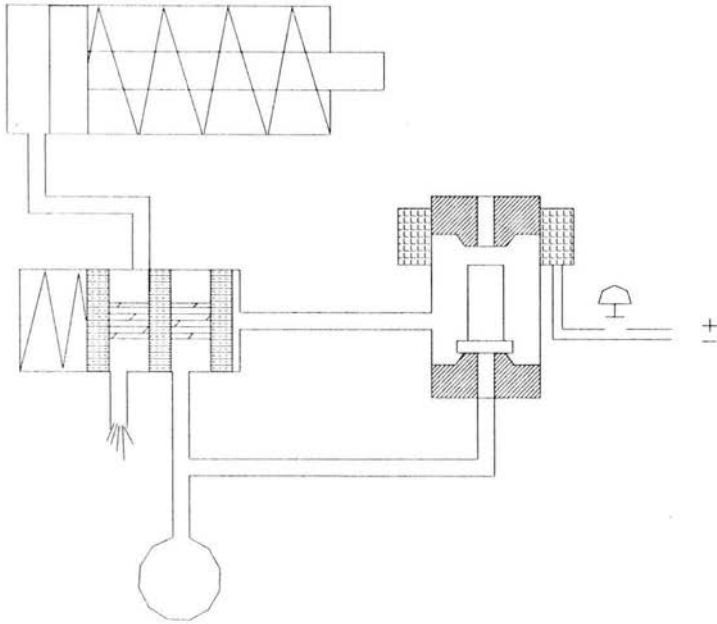


Fig. 39

CILINDRO NEUMÁTICO Y ELECTROVÁLVULA

Cuándo se corta el paso de corriente eléctrica, el núcleo vuelve a cerrar la entrada de aire libre comprimiendo al piloto y el aire de éste escapa hacia la atmósfera por el orificio superior, con lo que el resorte del carrete recupera la posición derecha, que hace retornar al cilindro a la posición retraída. Vemos que ésta es la forma de accionar un cilindro neumático por medio de una señal eléctrica.

Las características principales de la electroválvula, así como sus dimensiones se ven a continuación.

Válvula 3/2 de actuación eléctrica.

Montaje unitario o múltiple

Temperatura ambiente $-5...50^{\circ}\text{C}$

Temperatura del fluido $-10...60^{\circ}\text{C}$

Fluido aire comprimido filtrado

Presión de trabajo de 0...10bar
Caudal nominal 40 L/min
Frecuencia máxima 24hz.

Cuerpo de zamac, bobina encapsulada en resina epoxi, tubo guía y tragante de latón y acero inoxidable.

En la siguiente Fig. 40 se pueden ver las dimensiones de la válvula 3/2 a utilizar en nuestro sistema neumático.

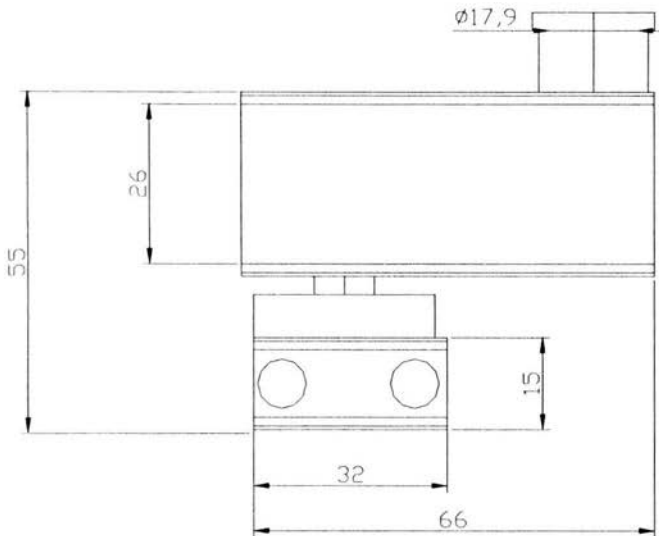


Fig. 40

VISTA LATERAL DE LA VÁLVULA DE 3/2

Ahora mostrado el funcionamiento del cilindro y de la electro válvula, continua como se suministra el aire comprimido a al sistema neumático.

Para eso primero se necesita tener aire sin impurezas nocivas para la buena marcha de la instalación. Las impurezas que podemos encontrar son:

Sólidas:

- Polvo de Sílice
- Óxido de las conducciones
- Virutas de gomas
- Hilachas de teflón

Residuos de aceites quemados

Impurezas líquidas:

- Agua en fase líquida
- Aceites lubricantes

Impurezas gaseosas:

- Vapor de agua
- Gases procedentes del calentamiento del aceite en el compresor
- Microbios y bacterias

Entre las impurezas enumeradas se ven cuáles interesa eliminar y cuáles no. Es posible eliminar todas las impurezas por medio de filtraciones, ultra filtraciones, esterilizadores, entre otros, pero sólo interesa eliminar aquellas que sean perjudiciales para el buen éxito de la instalación.

Interesa proteger de lo siguiente:

Polvo de Sílice. Normalmente se encuentra en suspensión en el aire. A pesar de que los componentes tienen unos filtros de aspiración, puede no ser suficiente, pasando gran cantidad de partículas a la red. Por ser un producto altamente abrasivo, produce la destrucción rápida de juntas deslizando de cilindros, distribuidores, paletas de motores entre otros.

Óxidos. Es inevitable que en el interior de las conducciones se encuentren cascarillas de óxido, éstas al ser arrastradas por el aire, se introducen en los elementos del circuito produciendo averías.

Virutas de goma. Se producen cuando la goma que forma las tuberías flexibles se cuarte y desprende en pequeños trozos que producen averías y taponamientos.

Entre las impurezas líquidas se encuentran el agua condensada y los aceites descompuestos procedentes del compresor. El aire que circula por las tuberías, si no existe secador de aire, está saturado de humedad, por lo que al enfriarse produce los condensados.

El aceite lubricante descompuesto y medio quemado procede de la lubricación del compresor y como ha pasado por las zonas de alta temperatura de éste, se ha descompuesto en elementos corrosivos.

Entre las impurezas gaseosas, las que más preocupan son las ya mencionadas, vapor de agua y de aceite, por ser corrosivos.

El resto de las impurezas no pueden dañar los elementos neumáticos, sólo en aplicaciones en farmacéuticas o alimenticias.

Ahora para eliminar cada uno de estos elementos se utilizan componentes y tratamientos como filtros.

FILTROS

Son elementos necesarios en toda instalación neumática correctamente concebida, aún cuando se haya hecho tratamiento del aire a la salida del compresor o del depósito. Éste no impedirá la llegada a los puntos de consumo de partículas de óxido ni de pequeñas cantidades de condensado provenientes de las redes de distribución. El aire de red ingresa al filtro dirigiéndose luego hacia la parte inferior, encontrando un deflector en forma de turbina que modifica la forma de la corriente haciéndola rotar. Esta rotación separa por centrifugado las partículas más pesadas: gotas de agua, emulsión agua - aceite, cascarillas de óxido, etc.

Desprovisto de las impurezas más gruesas. El aire avanza hacia la salida pasando obligatoriamente por un filtro sinterizado o de fibras sintéticas, capaz de retener las partículas sólidas no precipitadas en el filtro ciclónico. Se disponen de variados rangos de filtración, expresados en micrones.

REGULACIÓN DE PRESIÓN

Un regulador de presión, instalado en la línea después de filtrar el aire, cumple las siguientes funciones:

- 1) Evitar las pulsaciones provenientes del compresor.
- 2) Mantener una presión constante e independiente de la presión de la línea y del consumo.
- 3) Evitar un excesivo consumo por utilizar presiones de operación mayores que las necesarias para los equipos.
- 4) Independizar los distintos equipos instalados.

Su funcionamiento se basa en el equilibrio de fuerzas sobre una membrana o pistón, que soporta sobre su parte superior la tensión de un

resorte, la que puede variarse a voluntad por la acción de un tornillo de accionamiento manual mediante una perilla. En su parte inferior la membrana soporta directamente la presión de salida. Desequilibrando el sistema por aumento voluntario de la tensión del resorte, la membrana descenderá ligeramente abriendo la entrada de aire a presión. Esta introducción de aire permanecerá hasta que se restablezca el equilibrio perdido, con una presión resultante ligeramente mayor.

Este equipo ayuda a controlar el movimiento del cilindro. En muchas ocasiones se emplean los filtros-reductores en un solo componente y proporcionan una concentración de funciones ahorrando espacio.

LUBRICACIÓN

Al efectuarse movimientos es inevitable, a pesar de los perfectos acabados superficiales, que haya rozamientos que originan desgastes.

La lubricación de los componentes neumáticos evita el prematuro deterioro de los mismos, provocado por la fricción y la corrosión, aumentando notablemente su vida útil, reduciendo los costos de mantenimiento, tiempos de reparación y repuestos.

Para lubricar componentes y herramientas neumáticas, el método más difundido es dosificar lubricante en el aire que acciona el sistema. atomizándolo y formando una micronebla que es arrastrada por el flujo de aire, cubriendo las superficies internas de los componentes con una fina capa de aceite

El aire que ingresa a la unidad es obligado a pasar a través de un dispositivo que produce una leve caída de presión, provocando el ascenso del aceite desde el vaso por un tubo hasta el dosificador de lubricante, pudiéndose regular así el goteo. Cada gota de aceite se atomizará en el aire que lo llevará a los distintos elementos que estén conectados a este lubricador.

En el sistema se colocaren unidades FRL (filtro, regulador y lubricador) con el propósito de economizar espacio, ya que estas unidades cumplen con los objetivos buscados.

Las unidades de tratamiento de aire FRL tienen cuerpo y vasos de plástico, su posición de trabajo es vertical con los vasos hacia abajo como se muestra en la siguiente Fig. 41.

Trabaja a temperaturas de 0...50° C
Su poder filtrante es de 25 micros
Presión de trabajo estándar 0.5...8bar
Drenaje de condensados manual
Aceite recomendado ISO VG 32 SAE 10
Manómetro Ø 40mm 1/8"

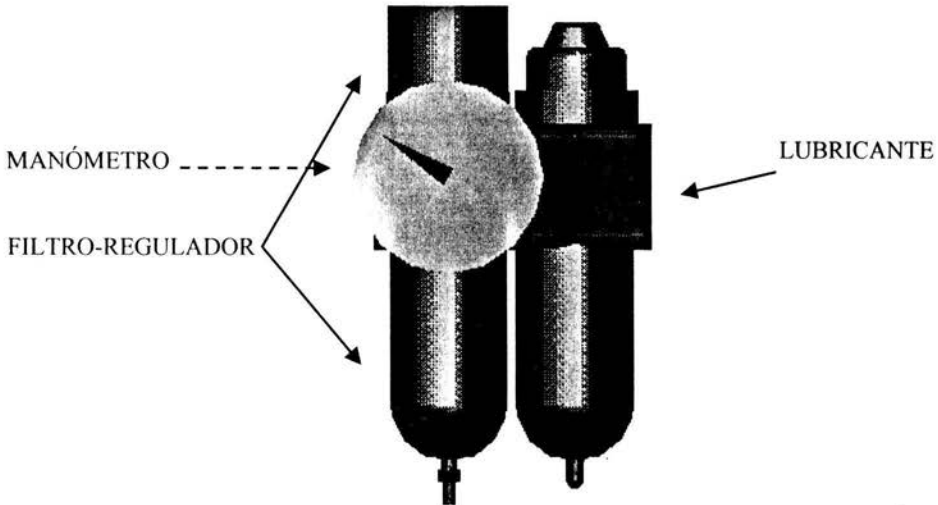


Fig. 41

UNIDAD FRL (FILTRO REGULADOR Y LUBRICANTE) A UTILIZAR EN EL SISTEMA NEUMÁTICO

3.3 RED DE DISTRIBUCIÓN

Ahora que se conocen los elementos del sistema, se describe como es la red de aire comprimido a utilizar.

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

La red de aire comprimido parte desde el depósito acumulador, posteriormente pasará por el regulador de presión y el filtro sin dejar a un lado el lubricador, tomando en cuenta que en el sistema están ocho actuadores, por lo que es recomendable utilizar dos sistemas de regulación, filtros y lubricadores, esto para poder distribuir el aire, ya de aquí lo siguiente es distribuir el aire a las electroválvulas para que éstas permitan el paso del aire a los actuadores en el momento del inicio del ciclo de rotación en la máquina lavadora, cada regulador se encargará de distribuir a cuatro electroválvulas y éstas a su vez tienen un cilindro, posteriormente los actuadores desarrollan su función de empujar al brazo para que este a su vez acompañe al garrafón durante su trayecto crítico.

Una vez que hemos conocido el sistema, el funcionamiento de sus elementos, se describe como se realiza la secuencia de operación.

Partiendo del depósito de aire con una presión de 6 bar, que pasan de ahí al filtro principal, para después pasar hacia las unidades FRL, para esto se aplica la fuerza en la sección del perfil, diseñada para permitir el libre recorrido del balero, que es activado simultáneamente con el ciclo de la máquina, es decir, la máquina acciona su ciclo con un sistema neumático, partiendo de aquí se toma el aire y se manda al sistema.

Este sistema cuenta con ocho cilindros neumáticos de carrera 100 mm, con un diámetro de 50 mm, estos cilindros son capaces de transmitir la energía potencial del aire comprimido en fuerza cinética o fuerzas prensoras según sea el caso, en este caso utiliza fuerza cinética y la fuerza disponible en un cilindro crece con mayor presión y con mayor diámetro.

Estos cilindros están ubicados debajo de la charola donde se encuentran los espacios por donde pasan los brazos hacia los garrafones, los cilindros son montados de manera rígida por medio de pies externos a una placa que a su vez se adaptará a la charola, la forma de montaje de cada cilindro neumático es propia de cada aplicación y está sujeto a las condiciones de diseño, razones de espacio y características de movimiento que han sido consideradas en este proyecto.

Ahora para que el cilindro logre ejercer presión sobre el brazo para empujarlo y lo regrese a su posición inicial, se conectan a una electroválvula de 3 vías/2 posiciones, éstas poseen tres orificios de conexión y dos posiciones de mando. Esto brinda la posibilidad, entre otras cosas, de controlar

la velocidad de avance y retroceso de un cilindro en forma independiente, está permite el paso de aire al cilindro que transforma la energía potencial en energía cinética empujando así al brazo, logrando el objetivo.

El cilindro esta conectado a una horquilla con rotula para vástago que a su vez tiene un balero para realizar el desplazamiento de manera uniforme sobre el brazo. Esto es, la válvula permite el paso del aire al cilindro, este se acciona y la horquilla recorre su carrera con el balero, el cual se desliza girando sobre el perfil, haciendo que el canal plano acompañe al garrafón hasta el punto seguro, para así continuar con el regreso de la horquilla y el balero se deslizará de igual manera girando pero ahora lo hará hacia su posición de origen.

En la siguiente Fig. No.42 se puede apreciar como esta formada la red de aire comprimido propuesta para el sistema.

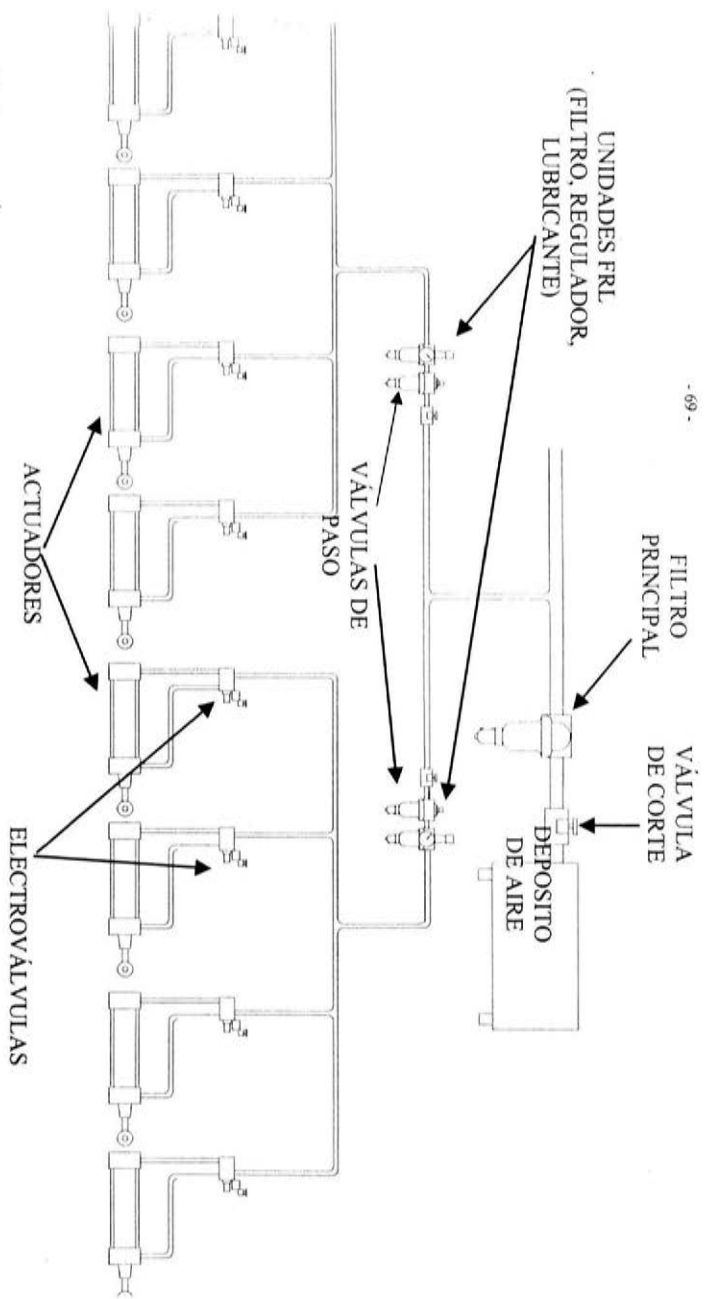


Fig. 42

RED DE AIRE Y ELEMENTOS INVOLUCRADOS EN EL SISTEMA NEUMÁTICO PARA LA APLICACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE LOS GARRAFONES

CAPÍTULO 4

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL SISTEMA NEUMÁTICO

4.1 PRECAUCIONES GENERALES DEL SISTEMA NEUMÁTICO

Para mantener en buen estado el sistema neumático es necesario eliminar la humedad presente en vapor de agua de la red de aire comprimido por medios adecuados: filtros, secadores, entre otros. Su exceso deteriora el desempeño de la instalación causando corrosión y lavando los lubricantes, antes de cada aplicación se instalarán filtros especiales.

Si bien los equipos tienen sus respectivos rangos de temperatura de trabajo, la vida óptima se produce a los +20° C.

Cuando los equipos deban operarse por debajo de +2° C, se recomienda utilizar aire 100% seco para evitar la formación de hielo que pudiera interferir con la operación normal.

Las válvulas y cilindros desempeñan su óptimo trabajo y vida útil con aire comprimido filtrado a 50 micrones y lubricado.

Precauciones antes y durante su aplicación

Antes de conectar la presión, es necesario remover las protecciones plásticas de roscas u otras cubiertas colocadas para preservar el equipo durante el transporte. Así como realizar un doble control de las conexiones y verificar que las mismas estén conectadas en las bocas correctas.

También hay que asegurar que todas las conexiones estén mecánicamente y neumáticamente ajustadas, ya que así evitará que las mangueras “perdidas” den latigazos dañando a las personas.

Al conectar la electricidad a unidades tales como electroválvulas, asegurar la instalación de dispositivos de protección de protección eléctrica y verificar la aislamiento y puesta en tierra.

Antes de efectuar tareas de mantenimiento preventivo o correctivo, interrumpa los suministros de aire comprimido y de energía eléctrica de la instalación y asegure la evacuación de la presión.

Lubricación

Todo mecanismo con partes en movimiento requiere naturalmente de alguna forma de lubricación para un correcto funcionamiento. La falta de la misma se manifiesta por movimientos lentos, saltos, vibraciones, aumento de temperatura, disminución de la vida útil.

El sistema no escapa a esta regla, por lo que se logra un mejor funcionamiento con aire comprimido lubricado, aunque en la industria alimenticia se requiere aire exento de aceite.

Debido a la ubicación y forma de trabajo del sistema, el aire lubricado no representa riesgo alguno de contaminar el producto elaborado por la planta purificadora, ya que los cilindros no tienen contacto directo con los garrafones, este se realiza por medio de un brazo fabricado en acero inoxidable, señalando también el proceso de lavado y esterilizado posterior a esta operación.

4.2 CILINDRO

En cuanto a la forma de sujetar un cilindro neumático depende de cada aplicación y del modelo de montaje, considerando el espacio disponible para su montaje y su trabajo.

Los montajes pueden ser rígidos, donde el cilindro permanece fijo durante el movimiento del pistón o basculantes donde el cilindro gira en torno a uno o más ejes durante el movimiento del pistón. En este sistema el montaje es rígido, ya que sólo se encargó de desplazar al brazo.

Se debe tomar en cuenta suministrar aire con la calidad adecuada. El aire con impurezas y la deficiente lubricación acortan la vida útil de los cilindros neumáticos.

Las cañerías deben estar limpias en su interior, evitando que restos de cinta o pasta de sellado puedan ser arrastrados al interior del cilindro. Es recomendable «soplar» las cañerías antes de conectar.

Plan de mantenimiento preventivo de cilindros

La vida de los cilindros neumáticos queda determinada por los kilómetros recorridos por el conjunto vástago y pistón. Por lo tanto en función de este parámetro se define un programa de mantenimiento preventivo. Los períodos de mantenimiento y la vida de los cilindros son afectados también por la calidad del montaje (alineación y esfuerzos) y la calidad del aire (humedad y lubricación).

Pueden considerarse intervenciones por períodos semanales, cada 500 y cada 3,000 km. recorridos. Estipular por ejemplo controles visuales de fugas y alineamiento, desarmes parciales, limpieza de elementos y recambios preventivos de partes deterioradas, en este caso se considera una intervención cada 2 años para evaluar las condiciones de trabajo que han desarrollado los actuadores.

Desarme de unidades

La tarea de desarme debe encararse «en banco», por lo que la unidad debe ser retirada de la máquina. Antes de iniciar su desconexión, se debe interrumpir el suministro de aire a fin de evitar accidentes o rotura. Todas las partes son removibles con herramientas comunes de taller. Utilizar en cada caso la más adecuada. Cuando se utilice morsa de sujeción, ésta debe ser provista de cubremordazas de material blando a efectos de no dañar las partes del cilindro. Esta precaución debe acentuarse particularmente en el caso de sujeción de vástagos. Bajo ningún concepto debe sujetarse al cilindro por el tubo, ya que una pequeña deformación radial del mismo lo inutilizaría o alteraría el normal funcionamiento. Es recomendable aflojar las tapas en forma cruzada.

Limpieza de partes

El lavado de partes puede realizarse por inmersión en nafta, complementando con pincel o cepillo de limpieza y sopleteado con aire limpio y seco. Es conveniente repetir la operación varias veces hasta obtener una limpieza a fondo de las partes.

El uso de solventes o desengrasantes industriales queda limitado a aquellos que no contengan productos clorados (tricloroetileno o

tetracloruro de carbono) o solventes aromáticos (thinner, acetona, tolueno, etc.), estos compuestos son incompatibles con los materiales de bujes de amortiguado, anillo de fricción y guarniciones, produciendo el rápido deterioro de los mismos.

Recambio de partes

Cuando se reemplacen guarniciones elásticas, debe evitarse la excesiva deformación de las mismas durante el montaje. Es recomendable que los anillos O-ring sean deslizados hasta su posición y no «rolados». Ésto último elonga la parte interna de los mismos, modificando sus características. El montaje de ciertas guarniciones es flotante, esto es «no ajustado». Es normal que este tipo de guarnición quede casi suelta en su alojamiento. No debe suplementarse ni utilizar guarniciones de menor diámetro o mayor sección a efectos de lograr un ajuste.

Armado de unidades

Todas las partes deben estar perfectamente secas antes de iniciar el armado. Es conveniente lubricar previamente las superficies deslizantes y las guarniciones utilizando grasa blanca neutra liviana (no fibrosa ni aditivada con litio) o compuestos comerciales siliconados livianos.

Emplearlas cuando para el armado deban retenerse guarniciones en posición. Previamente armar el conjunto vástago-pistón. Ajustar firmemente este conjunto. Preensamblar luego el conjunto completo e iniciar su ajuste. Asegurar el correcto posicionado de guarniciones y juntas de tapa y tubo antes del ajuste final. Las tapas deben ajustarse en forma cruzada y progresiva, acompañando con pequeños movimientos del vástago para asegurar un mejor hermanado del conjunto. Todos los tensores deberán tener el mismo grado de ajuste. Antes del ajuste final verifique la correcta alineación entre las tapas delantera y trasera del actuador sobre una superficie plana.

4.3 VÁLVULAS

Montaje de válvulas

Las válvulas direccionales en su concepción básica poseen las bocas de conexión directamente sobre su cuerpo. Esta forma de montaje es

adecuada cuando se trata de automatizaciones simples con una cantidad reducida de válvulas.

Otra forma de montaje es a través de las *bases unitarias*, donde todas las conexiones se encuentran sobre una parte inferior carente de partes móviles y de mantenimiento. El recambio o mantenimiento periódico de la válvula no implica tareas de desconexión y conexión, con el consiguiente ahorro de mano de obra y tiempo. Basándose en este criterio, se han desarrollado las denominadas bases *manifold* o bases para montaje múltiple. A diferencia de las bases unitarias, se forma un canal común de alimentación y otro para los escapes, economizando en conexiones y montaje. Las utilizaciones son generalmente posteriores, posibilitando el montaje frontal en tableros con sus salidas por la parte posterior del mismo.

Recomendaciones para el montaje de válvulas direccionales

Si se utiliza sellador de cinta para las uniones roscadas, asegurar que no queden restos internos que puedan penetrar en el interior de la válvula y alterar su buen funcionamiento.

Al montar las cañerías, asegurar que no haya cuerpos extraños en su interior. Es recomendable soplarlas previamente con aire limpio y seco.

En todos los casos asegurar que el aire suministrado a las válvulas haya sido previamente filtrado

Para mayor seguridad en el conexionado y evitar accionamientos accidentales, verificar cual es la boca de presión, cuales son las utilizaciones, y cuales son los escapes de acuerdo al símbolo de la etiqueta de cada válvula.

Como la válvula es de 2 posiciones estables pilotadas por impulsos, es necesario tomar en cuenta que debe montarse de forma tal que el distribuidor quede horizontal, para evitar el riesgo de que éste se mueva por acción de su propio peso y o de vibraciones.

Es recomendable instalar las válvulas lo más cerca posible de los actuadores.

Verificar que la tensión de alimentación corresponda con la nominal del solenoide con su respectiva tolerancia fuera de este campo, pueden trabajar en forma incorrecta y con peligro de deterioro.

Plan de mantenimiento preventivo de válvulas direccionales

La vida de las válvulas direccionales queda determinada por los ciclos de conmutación realizados. Por lo tanto en función de este parámetro se encara también el programa de mantenimiento preventivo de válvulas.

Puede establecerse un plan de mantenimiento preventivo que considere intervenciones por periodos semanales, cada 8 millones de ciclos de conmutación (ó 1 año) y cada 24 millones de ciclos de conmutación (ó 3 años). Estipular por ejemplo controles visuales de fugas, vibraciones o calentamiento, desarmes parciales, limpieza de elementos y recambios preventivos de partes deterioradas se sugiere realizar la intervención a los 2 años al igual que los actuadores, con el objeto de complementar el mantenimiento.

La frecuencia de intervenciones es afectada además por un correcto montaje y por la calidad del aire suministrado (limpieza, humedad y lubricación). El montaje inadecuado o la mala calidad del aire pueden reducir notablemente la vida de las válvulas, y como consecuencia requerirán una mayor carga de mantenimiento

Desarme de unidades

La tarea de desarme puede ser realizada en banco retirando la válvula de la máquina. En ambos casos se deber interrumpir el suministro de aire a fin de evitar accidentes o rotura. Todas las partes son removibles con herramientas estándar de taller, utilizar en cada caso la más adecuada. Cuando se utilice morsa para sujeción de piezas, ésta debe ser provista de cubremordazas de material blando a efectos de no dañar partes de la válvula: ajustar moderadamente. Evitar sujetar el distribuidor con morsa ya que puede sufrir deformaciones que lo inutilicen. Idéntica precaución debe tenerse al sujetar bujes de distribución.

Limpieza de partes

El lavado de partes puede realizarse por inmersión en nafta y pincel o cepillo de limpieza. sopleteando con aire a presión limpio y seco. Es conveniente repetir la operación varias veces hasta obtener una limpieza a fondo de las partes.

El uso de solventes o desengrasantes industriales queda limitado a aquellos que no contengan productos clorados (tricloroetileno, tetracloruro de carbono) o solventes aromáticos (thinner, acetona, tolueno, etc.). Estos compuestos son incompatibles con las partes no metálicas de las válvulas produciendo el rápido deterioro de los mismos.

En este caso del mando electroneumático es importante mantener limpio el fondo del tubo guía y el frente de contacto del tragante o núcleo móvil. Para la limpieza no deberán utilizarse elementos mecánicos (rasquetas, puntas, limas, etc.) pues pueden modificar las superficies metal y alterar el funcionamiento del conjunto Emplear nafta y remover la suciedad por sopleteado con aire a presión limpio y seco.

Bajo ningún concepto se deben altera los resortes del conjunto tragante, pues éstos están calibrados para la función específica dentro de márgenes muy estrechos. Su alteración introducirá defectos en el mando y en consecuencia en la válvula misma.

Recambio de partes y armado de unidades

Estas se realizan de igual forma que los cilindros por cumplir con las mismas características en cuanto a materiales de fabricación y condiciones de trabajo.

4.4 ACCESORIOS DE MANDO Y VÁLVULAS AUXILIARES

Las válvulas auxiliares son componentes que cumplen las más variadas funciones en los circuitos neumáticos, en general asociadas al control de las secuencias.

Regulador de caudal unidireccional

El control de la velocidad de desplazamiento de un cilindro se logra controlando el flujo de aire o caudal que escapa del mismo. Estos componentes regulan el caudal en una sola dirección del flujo, permitiendo el libre pasaje del aire en sentido contrario.

Para obtener regulaciones más precisas es conveniente instalar estos reguladores lo más cerca posible del cilindro. Por tal motivo se han desarrollado los reguladores de caudal para ser conectados directamente en el cilindro. Estos son conocidos comercialmente con el nombre de *reguladores tipo banjo*, minimizando conexionado y mano de obra de montaje.

Válvula de escape rápido

Esta válvula permite obtener la máxima velocidad en los cilindros neumáticos. La misma tiene 3 vías de conexionado correspondiendo una a la alimentación desde la válvula, otra a la conexión al cilindro y la restante al escape, la que puede incluir un silenciador.

El aire de escape del cilindro no pasa por la válvula direccional, sino que lo hace directamente por el escape de la válvula de escape rápido, esto confiere gran velocidad de desplazamiento al cilindro.

Silenciadores y reguladores de escape

Los silenciadores se emplean para disminuir la presión sonora producida por la expansión del aire comprimido en los escapes de las válvulas. Los reguladores de escape que incorporan además un silenciador, controlan el flujo de aire de escape de las válvulas y por lo tanto la velocidad de los cilindros.

4.5 UNIDADES FRL (filtro, regulador y lubricante)

Constituyen unidades indispensables para el correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos y para prolongar la vida útil de los componentes. Se instalan en la línea de alimentación de un circuito, suministrando aire libre de humedad e impurezas, lubricado y regulado a la presión requerida, es decir en las óptimas condiciones de utilización.

Los conjuntos FRL poseen en suma todas las características funcionales y constructivas de cada uno de los elementos que los constituyen. A continuación se describen las principales funciones:

Filtros

Son elementos necesarios en toda instalación neumática correctamente concebida, aún cuando se haya hecho tratamiento del aire a la salida del compresor o del depósito. Éste no impedirá la llegada a los puntos de consumo de partículas de óxido ni de pequeñas cantidades de condensado provenientes de las redes de distribución. El aire de red ingresa al filtro dirigiéndose luego hacia la parte inferior, encontrando un deflector en forma de turbina que modifica la forma de la corriente haciéndola rotar, esta rotación separa por centrifugado las partículas más pesadas: gotas de agua, emulsión agua - aceite, cascarillas de óxido, etc.

Desprovisto de las impurezas más gruesas, el aire avanza hacia la salida pasando obligatoriamente por un filtro sinterizado o de fibras sintéticas, capaz de retener las partículas sólidas no precipitadas en el filtro ciclónico. Se disponen de variados rangos de filtración, expresados en micrones.

Reguladores de presión

Un regulador de presión, instalado en la línea después de filtrar el aire, cumple las siguientes funciones:

- 1) Evitar las pulsaciones provenientes del compresor.
- 2) Mantener una presión constante e independiente de la presión de la línea y del consumo.
- 3) Evitar un excesivo consumo por utilizar presiones de operación mayores que las necesarias para los equipos.
- 4) Independizar los distintos equipos instalados. Su funcionamiento se basa en el equilibrio de fuerzas sobre una membrana o pistón, que soporta sobre su parte superior la tensión de un resorte, la que puede variarse a

voluntad por la acción de un tornillo de accionamiento manual mediante una perilla. En su parte inferior la membrana soporta directamente la presión de salida. Desequilibrando el sistema por aumento voluntario de la tensión del resorte, la membrana descenderá ligeramente abriendo la entrada de aire a presión. Esta introducción de aire permanecerá hasta que se restablezca el equilibrio perdido, con una presión resultante ligeramente mayor.

Lubricadores

La lubricación de los componentes neumáticos evita el prematuro deterioro de los mismos, provocado por la fricción y la corrosión, aumentando notablemente su vida útil, reduciendo los costos de mantenimiento, tiempos de reparación y repuestos.

Para lubricar componentes y herramientas neumáticas, el método más difundido es dosificar lubricante en el aire que acciona el sistema, atomizándolo y formando una microneblita que es arrastrada por el flujo de aire, cubriendo las superficies internas de los componentes con una fina capa de aceite

El aire que ingresa a la unidad es obligado a pasar a través de un dispositivo que produce una leve caída de presión, provocando el ascenso del aceite desde el vaso por un tubo hasta el dosificador de lubricante, pudiéndose regular así el goteo. Cada gota de aceite se atomizará en el aire que lo llevará a los distintos elementos que estén conectados a este lubricador.

Utilizar siempre el tipo de aceite recomendado para garantizar un óptimo rendimiento de la unidad.

Recomendaciones de instalación de unidades FRL

Al instalar unidades FRL asegurar que el suministro no supere las condiciones límites de presión y temperatura especificados.

De acuerdo a los requerimientos operativos y de seguridad, considere utilizar funciones complementarias al clásico FRL: drenaje automático, presurización progresiva, válvula de corte y descarga, etc.

Instalar las unidades en lugares a los cuales se pueda acceder fácilmente, sin necesidad de escaleras u otros medios. Recuerde que pueden requerirse periodos ajustes de regulación y también mantenimiento preventivo de la unidad (drenaje de condensados, reposición de lubricante, etc.).

Las unidades (cuando incluyan un componente F ó L) sólo se instalarán en forma vertical con el vaso hacia abajo. De otro modo funcionarán con problemas.

Al realizar el montaje verificar que el sentido de flujo coincida con el indicado por las flechas grabadas sobre los componentes. Si por razones de disposición de cañerías fuese necesario un sentido inverso, éste puede obtenerse girando las bridas extremas 180° sobre su posición, si las unidades fueran con bridas

En el conexionado debe tenerse especial cuidado cuando se utilicen cañerías con rosca cónica y selladores, ya que un excesivo ajuste puede producir la fisura del cuerpo. Ajustar lo suficiente para evitar fugas. Es recomendable el uso de conexiones con rosca cilíndrica y sello por asiento frontal.

Las cañerías deben estar previamente alineadas y la unidad debe poder instalarse sin necesidad de forzarla. Se evitarán de este modo esfuerzos externos sobre la unidad que pueden llegar a producir su rotura o deformarla fuera de límites compatibles con el buen funcionamiento.

Asegurar que las cañerías estén limpias en su interior y que no queden restos de sellador (pasta o cintas) que puedan penetrar en la unidad y alterar su funcionamiento. Se recomienda soplar previamente las cañerías.

Prever un espacio debajo del vaso del filtro a efectos de drenar con comodidad los condensados. Tener la precaución de no instalar la unidad encima de tableros eléctricos, ya que cualquier derrame accidental caerá sobre ellos.

No instalar unidades en lugares donde se generan vapores de solventes, tales como salas o gabinetes de pintura o bateas de limpieza. Los vasos de policarbonato resultarán deteriorados con el tiempo.

Plan de mantenimiento preventivo de unidades FRL

Un correcto mantenimiento garantiza una eficiente y una larga vida útil de las unidades. Puede establecerse un plan de mantenimiento preventivo que considere intervenciones por períodos semanales, cada 200 horas de servicio, cada 600 horas y cada 5,000 horas (o 2 años). Estipular por ejemplo controles visuales de fugas, drenado de condensados, nivel del lubricante y regulación de goteo, desarmes parciales, limpieza de elementos (vasos, elementos filtrantes, etc.) y recambios preventivos de partes deterioradas.

Drenaje del condensado

Operar desenroscando la perilla del drenaje. El condensado evacuará por la parte inferior. Finalizada la evacuación ajustar manualmente la perilla hasta eliminar fugas. No excederse ni utilizar herramientas. De persistir una fuga por el drenaje, interrumpir el suministro, quitar la perilla y limpiar los conos de asiento de la válvula.

Reposición de lubricante

Interrumpir el suministro de aire y reponer desenroscando el vaso o por el tapón superior, llenar sólo con los aceites recomendados hasta dejar libres unos 10 mm de la parte visible del vaso. Se aconseja lavar periódicamente las partes, inclusive el filtro sinterizado del tubo de aspiración de aceite.

Desarme de unidades

Antes de iniciar un desarme se debe interrumpir el suministro y despresurizar la unidad. El desarme con equipo a presión puede ocasionar accidentes o rotura de partes. No emplear herramientas del tipo utilizado en cañerías.

Limpieza de elementos filtrantes

Los elementos sinterizados pueden lavarse por inmersión en cualquier solvente industrial o nafta, complementando con pincel o cepillo de limpieza y sopleteando de adentro hacia afuera con aire limpio y seco. Es conveniente

repetir la operación varias veces hasta obtener una limpieza a fondo del elemento.

Lavado de vasos, deflectoras y guarniciones elásticas Estas partes pueden lavarse solamente con agua jabonosa. El uso de solventes o desengrasantes industriales queda limitado a aquellos que no contengan productos clorados (tricloroetileno, tetracloruro de carbono) o solventes aromáticos (thinner, acetona, tolueno, etc.). Estos compuestos son incompatibles con los materiales de vasos, deflectoras y guarniciones, produciendo el rápido deterioro de los mismos.

Armado de unidades

Las partes deben ser secadas antes del armado y revisadas a efectos de reemplazar aquellas que presenten signos de deterioro o rotura. Las superficies deslizantes y las guarniciones deben ser lubricadas. Utilizar grasa blanca neutra liviana (no fibrosa ni con litio) o compuestos siliconados livianos. Los conjuntos son ajustables manualmente o con herramientas clásicas de taller. No excederse en el ajuste.

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL SISTEMA

5.1 COSTO ACTUAL

La principal ventaja que presenta este sistema es en el área de producción, debido a que el proceso no se realiza adecuadamente y se producen pérdidas, este sistema pretende dar solución colocando en las copas los ocho garrafrones correspondientes.

Tomando en cuenta algo muy importante, si tenemos que es de 9.75 el promedio de garrafrones por minuto que no entran al ciclo (sin el operador), esto representa 585 por hora y 4,680 por turno, con lo no se obtienen ganancias de estos, es necesario señalar que el operador puede reducir este promedio a 0.78 garrafrones por minuto, pero no logra solucionar el problema, ya que no siempre logra acomodar a todos los garrafrones que caen a pesar de estar todo el turno con esta operación.

Dentro de las pérdidas de producción, se encuentra que al no entrar los ocho garrafrones al ciclo de lavado y enjuagado, la línea de producción se retrasa, ya que en la operación de llenado se tiene que realizar con los ocho garrafrones los cuales no entraron a la máquina, con lo que se tiene un tiempo que nos involucra costo.

Hay un promedio de 9.75 garrafrones por minuto que no entran al ciclo de lavado, considerando al operador (que involucra un costo) que reduce este promedio, 0.78 por minuto. considerando la producción en un turno el número no es quizás alto, pero hay que tomar en cuenta que en época de alta demanda, esta exige una mayor cantidad por lo que se tiene que laborar en tres turnos.

A continuación se presenta una tabla donde se puede apreciar la cantidad de garrafrones que no entran a la máquina lavadora en diferentes tiempos según su periodo de demanda.

TABLA DE GARRAFONES RETRASADOS

PERIODO DE ALTA DEMANDA		PERIODO DE BAJA DEMANDA	
MINUTO	0.78	MINUTO	0.78
HORA	46.8	HORA	46.8
TURNO (8hrs.)	374.4	TURNO (8hrs.)	374.4
DIA (3 turnos)	1,123.20	DIA (3 turnos)	748.8
SEMANA (7 días)	7,862.40	SEMANA (7 días)	5,241.60
MES (30 días)	31,449.00	MES (30 días)	20,966.40
TOTAL DE PERIODO (6 meses)	188,697.60	TOTAL DE PERIODO (6 meses)	125,798.40
TOTAL ANUAL	314,496.00		

La cantidad de garrafones que se retrasan en la línea de producción anualmente, representa el 2.5% de la producción anual.

Considerando la cantidad de producción, el porcentaje de retraso de garrafones no representa algún problema, ya que se cubre con la cuota de demanda, pero considerando la cantidad de ganancia que representan los 314,496 garrafones anualmente habría que considerarse esta solución. Ahora el costo del sistema comparada con la ganancia anual de esta cantidad de garrafones representa una mínima aproximadamente el 1.81%.

Ahora bien el costo de que la producción cubra la cuota de demanda, se debe a un operador que se encarga de corregir el problema en la máquina, considerando que no logra realizar su labor a la perfección debido a las implicaciones que presenta, tales como la distancia del primer garrafón al último, esto representa que no logre acomodar todos los garrafones en su posición teniendo un promedio de garrafones sin acomodarse de 0.78 por minuto. En la siguiente tabla se puede ver lo que representa anualmente el costo de este operador en la operación.

TABLA DE COSTO DE OPERADOR

PERIODO DE ALTA DEMANDA		PERIODO DE BAJA DEMANDA	
TURNO (8hrs.)	\$ 115.77	TURNO (8hrs.)	\$ 115.77
DIA (3 turnos)	\$ 347.31	DIA (3 turnos)	\$ 231.54
SEMANA (7 días)	\$ 2,431.17	SEMANA (7 días)	\$ 1,620.78
MES (30 días)	\$ 9,724.68	MES (30 días)	\$ 6,483.12
TOTAL DE PERIODO (6 meses)	\$ 58,348.08	TOTAL DE PERIODO (6 meses)	\$ 38,898.72
TOTAL ANUAL	\$ 97,246.80		

Incluyendo el costo que representa el aire correspondiente a los cilindros que empujan a los garrafones hacia la banda transportadora una vez que el ciclo de lavado a concluido. Este costo se incluye, ya que el trabajo realizado por los dos cilindros que empujan a ocho brazos para que acomoden los garrafones en la banda transportadora, no corresponde al trabajo total que debería de efectuarse debido a que no todos los garrafones salen por la deficiencia del proceso actual, sino a un porcentaje de 97.5 por ciento, teniendo como resultado que el 2.5 por ciento del aire comprimido designado a esta labor se desperdicie teniendo un costo adicional.

Los cilindros encargados de levantar la charola con los ocho garrafones, son dos los cuales ocupan una cantidad de 48.36 LPM (litros por minuto), a esto se agregan los dos cilindros encargados de expulsarlos hacia la banda transportadora, teniendo el doble, ya que estos son similares a los primeros para dar un total de 96.72 LPM y por hora 5,803.2. Ahora el porcentaje de aire correspondiente al retraso de garrafones ocasionados por su caída es de 2.5% equivalente a 2.418 LPM, en una hora el consumo de aire asciende a 145.08 L.

El costo de este porcentaje se aprecia en la siguiente tabla que nos indica el número de litros consumidos por día en periodo de alta demanda y en baja demanda y el porcentaje que corresponde a los garrafones retrasados.

TABLA DE COSTO DE AIRE DESPERDICiado ANUALMENTE

PROMEDIO DE CONSUMO DE AIRE COMPRIMIDO POR DÍA		COSTO DE SUMINISTRO POR DÍA *	COSTO CORRESPONDIENTE A GARRAFONES RETRASADOS
PERIODO DE ALTA DEMANDA	139,324.8 L	\$ 23.30	\$ 0.58
PERIODO DE BAJA DEMANDA	92,899.2 L	\$ 15.53	\$ 0.39
CONSUMO ANUAL		\$ 6,523.44	\$ 162.96
* SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR UTILIZADO EN EL COMPRESOR			

Como se puede ver el costo correspondiente al suministro de aire no representa una cantidad importante, considerando que el costo total anual correspondiente a los garrafones retrasados es de sólo \$162.96 pesos.

5.2 COSTO DEL SISTEMA NEUMÁTICO

El sistema propuesto para dar solución al problema actual, consta de diferentes elementos incluyendo algunos que no han sido mencionados anteriormente, tales como tubo de poliuretano, tés para conexión, conectores rectos, bujes, ya que su función dentro del sistema resultaría obvia aunque resultan indispensables para su funcionamiento.

Ahora se mencionan las características principales y su costo de los elementos involucrados en el sistema, para tener el valor total del mismo y hacer algunas comparaciones para saber si representa una inversión mayor o mínima.

Considerando también que el costo de mantenimiento de los elementos involucrados es despreciable, ya que este se realiza cada dos años de operación y esta se hace con una cantidad pequeña según la pieza, tal y como se ha visto en el capítulo anterior.

BRAZO

NOMBRE DEL PRODUCTO	BRAZO	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	COMPONENTE DEL SISTEMA PARA ACOMPAÑAR AL GARRAFÓN DIVIDIDO EN CANAL PLANO, PERFIL Y SOLERA	
MATERIAL	ACERO INOXIDABLE AISI 304	
DIMENSIONES	LONGITUD	26.91 cm
	ANCHO	3.5 cm
	ESPESOR	1.0 cm
PRECIO UNITARIO	\$1,600.00 MN	
CANTIDAD	8 PIEZAS	
TOTAL	\$12,800.00 MN	
NOMBRE DEL PRODUCTO	BARRA	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	BARRA SOPORTE QUE SUJETARA A LOS OCHO BRAZOS	
MATERIAL	ACERO INOXIDABLE AISI 304	
DIMENSIONES	LONGITUD	278.46 cm
	DIÁMETRO	5.0 cm
PRECIO UNITARIO	\$5,500.00 MN	
CANTIDAD	1 PIEZA	
TOTAL	\$5,500.00 MN	

CILINDRO NEUMÁTICO

NOMBRE DEL PRODUCTO	CILINDRO NEUMÁTICO	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	CILINDRO DE SIMPLE EFECTO CON RESORTE EN EL LADO DEL VÁSTAGO	
MATERIAL	TAPAS Y PISTONES EN ALUMINIO VÁSTAGO EN ACERO SAE1040 CROMO DURO SELLOS DE POLIURETANO	
DIMENSIONES	LONGITUD	310 mm
	ANCHO	65 mm
	ALTO	77.5 m
	DIÁMETRO	50 mm
	CARRERA	100 mm
PRESIÓN DE TRABAJO	0.5...10 BAR	
PRECIO UNITARIO	\$1,274.00 MN	
CANTIDAD	8 PIEZAS	
TOTAL	\$10,192.00 MN	

ELECTROVÁLVULA

NOMBRE DEL PRODUCTO	ELECTROVÁLVULA	
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	VÁLVULA 3 VIAS/ 2 POSICIONES	
MATERIAL	CUERPO DE ZAMAC, BOBINA ENCAPSULADA EN RESINA EPOXI, TUBO GUIA TRAGANTE DE LÁTÓN Y ACERO INOXIDABLE	
DIMENSIONES	LONGITUD	66 mm
	ANCHO	32 mm
	ALTO	55 mm
PRESIÓN DE TRABAJO	0....10 BAR	
ALIMENTACIÓN	110 VCA	
FRECUENCIA MAXIMA	24 HZ	
PRECIO UNITARIO	\$1,733.00 MN	
CANTIDAD	8 PIEZAS	
TOTAL	\$13,864.00 MN	

UNIDAD FRL

NOMBRE DEL PRODUCTO	UNIDAD FRL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	FILTRO, REGULADOR Y LUBRICADOR
POSICIÓN DE TRABAJO	VERTICAL CON VASOS HACIA ABAJO
PODER FILTRANTE	25 MICROS
PRESIÓN DE TRABAJO	0.5...8 BAR
DRENAJE	MANUAL
MANÓMETRO	Ø 40 mm 1/8"
ACEITE RECOMENDADO	ISO VG 32 SAE 10
PRECIO UNITARIO	\$1,473.00 MN
CANTIDAD	2 PIEZAS
TOTAL	\$2,946.00 MN

ELEMENTOS ADICIONALES

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO TOTAL	
HORQUILLA C/ROTULA P/VAST	8	\$ 394.00	\$ 3,152.00
BALEROS	10	\$ 50.00	\$ 500.00
BUJE REDUCCIÓN	8	\$ 65.00	\$ 520.00
VÁLVULA DE PASO	2	\$ 174.00	\$ 348.00
CONECTOR RECTO 1/4	8	\$ 27.00	\$ 216.00
TEE INGUAL	4	\$ 33.00	\$ 132.00
TUBO DE POLIURETANO	20	\$ 26.00	\$ 520.00
TOTAL		\$	5,388.00

En estas tablas se describen las características principales de los elementos que componen el sistema neumático, en la siguiente se muestra el costo total del sistema incluyendo ingeniería, montaje, pruebas y arranque del mismo.

Considerando que los precios de los elementos pueden variar según el proveedor, periodo de cotización y tipo de cambio al momento de la misma.

COSTO TOTAL DEL SISTEMA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	P/ UNITARIO	SUBTOTAL
BRAZO	8	\$ 1,600.00	\$ 12,800.00
BARRA	1	\$ 5,500.00	\$ 5,500.00
CILINDRO NEUMÁTICO	8	\$ 1,274.00	\$ 10,192.00
ELECTROVÁLVULA	8	\$ 1,733.00	\$ 13,864.00
UNIDAD FRL	2	\$ 1,473.00	\$ 2,946.00
HORQUILLA	8	\$ 394.00	\$ 3,152.00
BUJE	8	\$ 65.00	\$ 520.00
VÁLVULA DE PASO	2	\$ 174.00	\$ 348.00
CONECTOR	8	\$ 27.00	\$ 216.00
TEE	4	\$ 33.00	\$ 132.00
TUBO DE POLIURETANO	20	\$ 26.00	\$ 520.00
BALEROS	10	\$ 50.00	\$ 500.00
INGENIERÍA, MONTAJE, PRUEBAS Y ARRANQUE		\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
TOTAL			\$ 65,690.00

Teniendo el costo del sistema, ahora es necesario lo que implica hacer que este sistema opere adecuadamente en base a su consumo de aire, ya que este es su fuente de energía,

COSTO DE CONSUMO DE AIRE

Para calcular este costo es necesario determinar el consumo de aire del cilindro por ciclo, esto es:

$$Q = (\pi/4) \cdot d^2 \cdot c \cdot n \cdot P \cdot N \cdot 10^{-6}$$

Q = Consumo de aire en litros por minuto

D = Diámetro del cilindro en mm

C = Carrera del cilindro en mm

n = Número de ciclos

P = presión absoluta = presión relativa de trabajo + 1 bar

N = número de efectos del cilindro (1 para simple efecto, 2 para doble efecto)

$$Q = (\pi/4) \cdot d^2 \cdot c \cdot n \cdot P \cdot N \cdot 10^{-6}$$

$$Q = (3.1415/4) \cdot 50^2 \cdot 100 \cdot 3.9 \cdot (6+1) \cdot 1 \cdot 10^{-6}$$

$$Q = 5.35 \text{ l/min.}$$

Con esto se tiene un consumo de 5.35 litros por minuto, ahora por la cantidad de cilindros utilizados esto nos da:

$$Q = 5.35 \cdot 8 = 42.8 \text{ l/min.}$$

Ahora calculando el costo que implica almacenar esa cantidad de aire para su uso y así determinar el costo de funcionamiento.

El motor que se encarga de comprimir el aire tiene las siguientes características:

Tipo de motor	eléctrico
Potencia	2 HP
Voltaje	127 v
Velocidad de operación	3400 r.p.m.
Amperaje	12.0 amp.
<i>Compresor</i>	
Desplazamiento	233.31 LPM
Diámetro de volante	11"

Ya conociendo el consumo de aire por cilindro se describe el costo que implica hacer funcionar al sistema.

**TABLA DE COSTO DE SUMINISTRO DE AIRE CONSUMIDO
POR EL SISTEMA PROPUESTO ANUALMENTE**

PROMEDIO DE CONSUMO DE AIRE COMPRESIDO POR DÍA		COSTO DE SUMINISTRO POR DÍA *	
PERIODO DE ALTA DEMANDA	61,638 L	\$	10.30
PERIODO DE BAJA DEMANDA	41,088 L	\$	6.87
CONSUMO ANUAL		\$	2,884.56
* SEGUN LAS CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR UTILIZADO EN EL COMPRESOR			

En esta tabla se puede apreciar el costo total anual del consumo por suministro de aire, el cual no representa un costo considerable si lo comparamos es el 88% del costo total de un solo operador en un mes. Esto es que el costo de operación del sistema anualmente representa el 2.97% comparado con el costo total anual de los operadores que no logran solucionar el problema, por lo que el sistema propuesto representa una gran ventaja económicamente.

Otra razón para demostrar que el sistema propuesto resulta factible, es que es una inversión a corto plazo, ya que está se recupera en menos de un año debido a que su monto es menor que el de los tres operadores anualmente esta es del 67.55%, presentando otra razón para llevarse a cabo su aprobación.

También considerando que con este sistema se automatizará el proceso de lavado y representa un aumento en la producción de 2.5% contemplando a los operadores, logrando con esto su propósito y demostrando que es factible.

CONCLUSIONES

Como se ha visto en este trabajo el ingeniero industrial como regidor de recursos y transformador de los mismos hace necesario el uso del razonamiento, conocimientos y habilidades para la búsqueda de soluciones a problemas de la industria, optimizando los recursos disponibles para su solución, así como métodos de análisis para una evaluación de los mismos.

En la búsqueda de soluciones para erradicar un problema a escala industrial, contempla su ambiente que lo rodea y como influye este en el mismo para implementar una solución.

En este caso, el problema radica en que no entran los 8 garrafones a la máquina lavadora, partiendo de ahí para preguntar porque, como, con que frecuencia, que implica, que se puede hacer con el fin de involucrarse y poder plantear soluciones.

Se contempló un sistema neumático por medio de cilindros y un brazo que se presume soluciona el problema que implica que un 2.5% de la producción se retrase.

Según especialistas, la industria del agua embotellada esta integrada por 3,500 marcas de las que un 10% no están registradas, lo que representa una industria competida.

No obstante la anarquía reina en el mercado y en la ciudad un garrafón de 19 lts. Oscila entre \$5 y \$19 pesos según el nivel de calidad e higiene.

En la capital y el Estado de México se comercializan aproximadamente 200 marcas de agua embotellada, si ha esto se agrega que la industria crece un 5 y 6% anualmente esto implica mayor competencia.

Para un país que es el segundo mercado de agua en el mundo, se deben tomar consideraciones importantes para competir en un mercado que crece un 11 y 12% anualmente por lo que con el sistema propuesto, la cantidad de garrafones retrasados se podría abastecer esa demanda.

Ahora la inversión requerida es mínima si se toma el precio de la máquina lavadora, el cual oscila aproximadamente los \$3,000,000.00 de pesos y el costo del sistema corresponde a un 2.18%. Esto puede solucionar el problema de los garrafones retrasados, contribuyendo a automatizar el proceso de lavado en una máquina que presenta deficiencia en su operación.

También regresan los operadores involucrados en tratar de solucionar el problema a sus funciones primarias con lo que se ahorra su costo el proceso.

Por lo que este sistema resulta factible por las diferentes ventajas que presenta con el sistema actual.

BIBLIOGRAFÍA

CATÁLOGO MASTER
MICRO AUTOMATIZACIÓN
GRUPO MICRO

ALONSO DE LECIÑANA JESUS
INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
EDICIONES DEUSTO

DIXON JOHN
DISEÑO EN INGENIERÍA
INVENTIVA ANALISIS Y TOMA DE DECISIONES
LIMUSA

MILLAN SALVADOR
AUTOMATIZACIÓN NEUMÁTICA Y ELECTRONEUMÁTICA
ALFA-OMEGA1996

BACA URBINA GABRIEL
EVALUACIÓN DE PROYECTOS
McGRAW HILL

AHUJA- WALSH
INGENIERÍA DE COSTOS Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS
ALFA OMEGA

DEL RÍO GONZÁLEZ CRISTÓBAL
COSTOS I HISTÓRICOS
ECASA

DECELIS CONTRERAS RAFAEL
EVALUACIÓN DE PROYECTOS
COSTA AMIC EDITORES SA

MESOGRAFÍA

sapiensman.com/neumática/mapadelsitio.htm