



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**" DISEÑO DE UN DISPOSITIVO
ELECTRONEUMATICO PARA EL AHORRO DE
CERVEZA EN EL PROCESO DE ENVASADO EN LA
INDUSTRIA CERVECERA "**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A ,
RAUL CRUZ NIETO**

ASESOR: IME JOSE JUAN CONTRERAS ESPINOSA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1998



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



AVENIDA SAN JUAN
AVENIDA 11
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR U. N. A. M.
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FEB-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:

Diseño de un dispositivo electroneumático para el ahorro de
cerveza en el proceso de llenado en la industria cervecera

que presenta el pasante: Raúl Cruz Nieto
con número de cuenta: 8521388-9 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautilán Izcalli, Edo. de Mex., a de enero de 199 96

PRESIDENTE	Ingeniero Daniel Hernández Pecina
VOCAL	Ingeniero José Juan Contreras Espinosa
SECRETARIO	Ingeniero José Antonio Sánchez Gutiérrez
PRIMER SUPLENTE	Ingeniero Emilio Juárez Martínez
SEGUNDO SUPLENTE	Ingeniero Eduardo Covarrubias Chávez

A mis queridos padres que siempre me brindaron su apoyo y todo su amor para lograr una de las tantas metas que me he trazado.

A mi querida esposa Mónica y a mi pequeño hijo Miguel Angel esperando sea un ejemplo en el presente y para el futuro.

Con infinita gratitud y cariño a mis tios Yolanda y Francisco porque siempre me orientaron y aconsejaron para seguir por un buen camino.

Al recuerdo de mi hermano Miguel Angel con profunda admiración, respeto y cariño.

A la universidad y a todas aquellas personas que colaboraron para que este trabajo pudiera realizarse...

GRACIAS

INDICE

CAPITULO I

Proceso de elaboración de cerveza

CAPITULO II

Proceso de envasado de cerveza

CAPITULO III

Principios básicos de neumática

CAPITULO IV

Diseño de un dispositivo electro-neumático para el ahorro de cerveza en el proceso de envasado de la industria cervecera.

CAPITULO V

Apéndice

Conclusiones

Bibliografía

OBJETIVOS

- *Diseño de un dispositivo electroneumático para el ahorro de cerveza en el proceso de envasado en la industria cervecera.*
- *Incrementar la vida útil de máquinas embotelladoras mediante la implementación de nueva tecnología.*
- *Hacer más eficiente el proceso de llenado y reducir costos de producción obteniendo así una mayor productividad.*

INTRODUCCION

La creación de una zona de libre comercio entre México, E.U.A. y Canadá representa para nuestro país un reto más que vencer.

Bajo este contexto, el sector privado nacional debe mantener la unidad para enfrentar economías y mercados con mayor experiencia que nosotros, pues de ello dependerá la permanencia de las empresas y del empleo.

Debido a esto, para poder ser más competitivos en el mercado las empresas mexicanas deberán ser más productivas, reduciendo costos en materiales, costos en inventarios, costos de mantenimiento y costos de producción entre otros.

Es de vital importancia que las plantas sean modernizadas con nueva tecnología, para esto, se deberá hacer un estudio minucioso de la vida útil y de la depreciación de los equipos.

En la mayoría de las veces se contará con maquinaria obsoleta o vieja pero que con algunas modificaciones, automatizaciones parciales o totales, se mejorará su funcionamiento logrando así la productividad y la competencia requeridas.

CAPITULO I

PROCESO DE ELABORACION DE LA CERVEZA

El origen de las bebidas, es tan remoto como el cultivo mismo de los cereales. Los manuscritos antiguos mencionan una bebida que podria ofrecer ciertas similitudes con la cerveza actual.

Ya se consumía en Mesopotamia y Egipto, tres mil años antes de nuestra era. Los griegos, los romanos y los galos la conocían; desde entonces se exigía que fuera brillante y clara.

Hacia el siglo XIII ya era la bebida europea de mayor consumo, generalizandose el empleo de lúpulo durante su elaboración.

En la actualidad, la elaboración de la cerveza se ha perfeccionado con la aplicación de avances tecnológicos, pero conservando los aspectos tradicionales de su elaboración.

Veamos ahora cómo es el proceso de elaboración de cerveza.

La cerveza, está elaborada con cuatro materias primas básicas: agua, malta, lúpulo y adjuntos que son: arroz y harina de malz.

AGUA

El agua utilizada para la elaboración de la cerveza ejerce una influencia decisiva en este proceso y en la calidad del producto terminado, debe estar libre de cualquier contaminante químico o biológico. Ser transparente, sin color ni olor; o sea, debe reunir los requerimientos generales del agua potable.

Normalmente en este tipo de procesos se utiliza agua de una de las fuentes más puras, o sea, de pozos profundos. Otras fuentes pueden ser de lago o río, pero requieren

de mayor tratamiento.

La potabilidad del agua es determinada por análisis químicos y bacteriológicos de laboratorio.

MALTA

La malta proviene de la germinación controlada de la cebada, cuya planta tiene un ciclo vegetativo de 110 a 115 días y crece de 70 a 115 cm. en este ciclo.

Una vez cosechada la cebada, es limpiada para eliminar semillas extrañas, granos rotos etc; y es almacenada en bodegas especiales para grano, llamadas silos.

El proceso por el cual la cebada es convertida en malta, recibe el nombre de malteo, y puede considerarse dividido en tres etapas principales: remojo, germinación y secado.

REMOJO

El remojo se lleva a cabo generalmente en grandes tanques cilíndricos con fondos cónicos, abiertos en su parte superior y provistos de regaderas que permiten el rocío del grano. En el proceso de remojo, la humedad de la cebada se aumenta hasta la necesaria para la germinación.

GERMINACION

La cebada germinada es transferida a unas cámaras de germinación. Ahí le nacen las primeras raicillas, y las sustancias del interior del grano sufren varios cambios, transformándose en lo que conocemos como malta.

SECADO

Después de que se ha completado la germinación, se saca la malta verde y se pasa

ci un secador en donde el grano germinado es secado por medio de aire caliente. La temperatura a la que se seca, determinará el color de la malta y posteriormente el de la cerveza; si la temperatura es baja, el color de la malta será claro y clara será la cerveza que se elabore con ella; si la temperatura es alta, tanto la malta como la cerveza serán oscuras.

Veamos ahora la tercer materia prima básica para la elaboración de la cerveza.

LUPULO

Es una planta trepadora, parecida a la parra, de la cual se utilizan solamente los cónos o racimos de las flores de las plantas femeninas. El lúpulo se emplea para aromatizar la cerveza, e impartirle su peculiar sabor, ligeramente amargo. El cultivo del lúpulo requiere de cuidados y climas especiales, y al ser una planta que no puede ser cultivada en México, se importa de los países productores en forma de extracto.

ADJUNTOS

Con la utilización de los adjuntos, como el arroz y la harina de maíz, las propiedades del mosto que se obtendrán se modificarán, con lo cual se obtendrán cervezas que conservarán su brillantez durante mayor tiempo, que si se utilizara únicamente malta.

Ya que se ha comentado brevemente de las materias primas básicas para la elaboración de cerveza, se describirá ahora, de forma sencilla, este proceso de elaboración.

La malta, en la cervecería, es almacenada en un conjunto de silos desde los que se envía al edificio de elaboración, en donde se localizan tolvas de almacenamiento

temporal que alimentarán al resto del proceso.

De las tolvas anteriores, la malta antes de ser molida, es sometida a una limpieza para eliminar las impurezas tales como, semillas extrañas, grano roto o cualquier partícula sólida de tamaño diferente al grano de malta.

Para efectuar la limpieza se cuenta con cribadoras con mallas o zarandas oscilatorias inclinadas de diferentes medidas y una sección de aspiración para la eliminación de polvo, cascarilla y grano demasiado ligero.

MOLIENDA

La malta limpia es cuidadosamente molida, de tal manera que la cáscara del grano sea dañada lo menos posible transformándose en sémola, obteniéndose en fracciones gruesas, finas y algo de harina.

Para lograr la molienda deseada, los molinos más comúnmente usados son los de rodillos, los cuáles pueden ser dos, cuatro o seis.

En la parte inferior del molino, se tienen muestreadores para la evaluación del grado de molienda; el cual debe ser controlado de acuerdo a las características de la malta, al equipo utilizado en la maceración, así como también, de acuerdo al tipo, de filtro que se utilice para separar el mosto del grano gastado. La malta ya molida, es almacenada en tolvas de paso.

Cuando se utiliza arroz como adjunto, es seguido el mismo proceso de molienda con almacenamiento posterior en tolvas de paso.

Otro de los adjuntos comúnmente empleados, es la harina de maíz la cual es almacenada en sacos y de ahí, es descargada en un tanque para mezclarla con agua fría

y en esta forma enviarla a cocedores.

MACERACION

En esta parte del proceso, se busca disolver los componentes valiosos de la materia prima. Este proceso se realiza en dos recipientes: en uno de ellos, llamado cocedores, se introducen los adjuntos mezclados con agua, los cuales son

cocidos para facilitar su proceso posterior. En otro recipiente, llamado macerador, la malta triturada y mezclada con agua es procesada en forma simultánea a los adjuntos. Después de una pausa a la temperatura óptima en que se obtienen las proteínas, se recibe en forma regulada la masa disuelta del cocedor, elevándose la temperatura hasta el rango óptimo para convertir los almidones en azúcares.

El resultado de la maceración, es un líquido conteniendo azúcares, proteínas, vitaminas, etc; que generalmente conocemos como mosto.

La siguiente etapa en la elaboración de la cerveza es la filtración del mosto. Esta operación se realiza mediante sedimentación, la cascarilla y las partículas grandes del grano agotado forman una capa filtrante en el fondo del filtro, a través de la cual pasa el mosto; reteniendo la cama filtrante una gran cantidad de partículas; obteniéndose un líquido brillante, con pocas partículas en suspensión.

Una vez realizada la filtración, el mosto es entregado a la olla de cocción para continuar su proceso.

El grano gastado y la cascarilla que sirvieron como lecho filtrante se envían a un tanque colector, para posteriormente ser utilizado como alimento para ganado.

OLLA DE COCCION

El mosto, en la olla de cocción es sometido a una fuerte y vigorosa ebullición para conseguir los siguientes objetivos:

La esterilización del mosto, osea, la estabilidad biológica ya que se destruye cualquier microorganismo que pudiera contener.

La estabilidad bioquímica, que garantiza la uniformidad en la construcción química del mosto entre un cocimiento y otro.

Incrementar su brillantez mediante la eliminación de partículas inestables.

El ajuste de la gravedad específica o concentración deseada, en el mosto y al desarrollo de sabor, mediante la solución de las sustancias amargas del lupulo, que se agrega en este paso del proceso, para que le comparta su amargor característico.

El hervor se efectúa durante dos horas y media aproximadamente. Después de la olla, el mosto es enviado a los tanques de mosto caliente, endonde permanece entre treinta o sesenta minutos para permitir la sedimentación del precipitado de sólidos formados durante la ebullición en la olla para obtener brillantez. De ahí se le envía a los enfriadores de mosto.

El enfriamiento del mosto tiene como finalidad principal:

Primero, reducir la temperatura, desde 85°C hasta la temperatura de siembra de la levadura que es de 0 a 10°C.

Segundo, la aeración del mosto que permita trabajar adecuadamente a la levadura.

FERMENTACION

La siembra de la levadura se efectua mediante levaduras especialmente seleccionadas, inmediatamente después del enfriamiento.

El mosto aerado y con levadura, es enviado a un tanque de fermentación cerrado, en salas que se mantiene ente 5 y 10°C, por medio de sistemas de refrigeración.

La fermentación del mosto puede ser considerada como una de las etapas más importantes del proceso, pues es en donde las levaduras convierten los azúcares fermentables en alcohol; generando durante este proceso bióxido de carbono o CO₂, que es recuperado de los tanques por un sistema de recuperación de gas, que lo envía a la planta de tratamiento para ser utilizado posteriormente en la fase de filtración final de la cerveza.

La fermentación se lleva a cabo en un periodo de 6 a 8 días, al termino de los cuales la cerveza pasa al periodo de reposo o maduración: en donde es almacenada en tanques especiales en los que permanecerá de 21 a 28 días; durante este tiempo se clarifica parcialmente la cerveza, se mejora su sabor y aroma y se le dan ajustes finos a otra características para obtener una cerveza de gran calidad.

Durante la etapa de reposo o maduración de la cerveza, debe mantenerse en salas a temperaturas entre 1 o 2°C, conocidas como cuartos fríos.

FILTRACION FINAL DE LA CERVEZA

Al terminar la etapa de reposo, la cerveza ha alcanzado cierto grado de clarificación, sin embargo, aún está muy lejos de alcanzar el grado de brillantez requerido para su aceptación.

Nace entonces la necesidad de filtración previa a su envasado.

Antes de que la cerveza sea filtrada, es enfriada hasta -2°C para facilitar el proceso de filtración.

La filtración se lleva a cabo mediante filtros que tienen en su interior una serie de mallas finísimas separados entre sí; entre el espacio de separación se soporta una capa de material finamente dividido, llamado filtro ayuda, a través del cual pasa la cerveza, reteniendo las partículas finas y microorganismos que pudiera contener la cerveza.

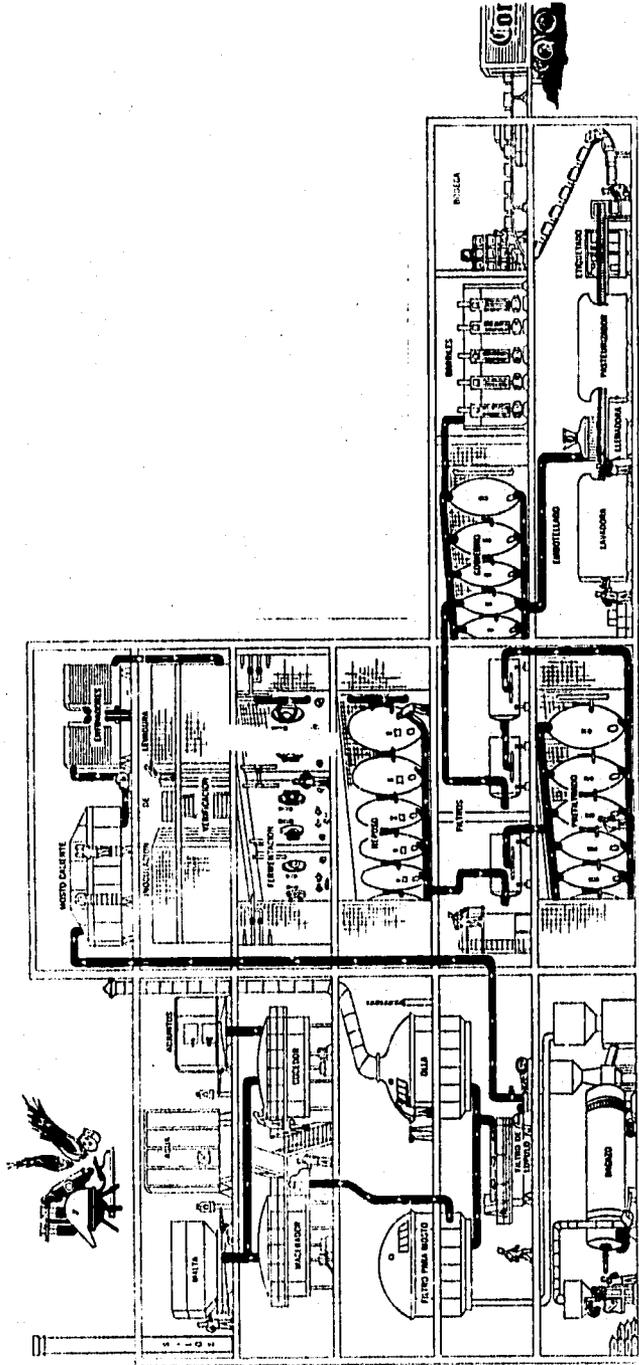
Después de ser filtrada la cerveza es gasificada o carbonatada con el mismo dióxido de carbono generado durante la fermentación.

La cerveza ya filtrada, fría y carbonatada, es almacenada en los tanques llamados de gobierno en donde el laboratorio de control de calidad verifica que se encuentre dentro de las normas establecidas.

De estos tanques la cerveza es bombeada a las máquinas llenadoras de las líneas de envasado.

Para mayor ilustración y comprensión del proceso de elaboración de la cerveza referase a la figura número 1.

PROCESO DE ELABORACION DE CERVEZA



VALOR NUTRITIVO DE LA CERVEZA

NUTRIMENTOS	CONTENIDO
Calorías	1.31gr
Proteínas de origen vegetal	1.07gr
Proteínas totales	1.07gr
Hierro	0.36mg
AZUCARES	
Hidratos de carbono simple *	
Hidratos de carbono complejos**	18.11gr
VITAMINAS COMPLEJO B	
Tiamina	0.04mg
Rivoflavina	0.11mg
Niacina	2.13mg

* SON AZUCARES peligrosos para la salud si se consumen en exceso; lo contienen los refrescos.
 ** SON azúcares recomendables.

CAPITULO II

Ya que hemos conocido el proceso de elaboración de la cerveza, veamos ahora, el proceso para el envasado de la misma.

Para fines de este trabajo de tesis se hará la comparación de dos tipos de válvula de llenado, siendo para estas el principio de alimentación de botella de forma similar.

Una vez que las botellas han sido perfectamente lavadas, estas son transportadas en fila hasta la entrada de la máquina llenadora.

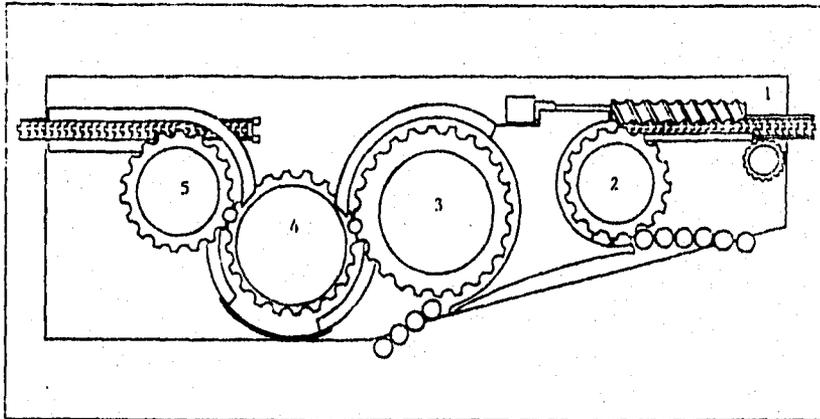
Un tornillo sin fin separa las botellas y las introduce en las cavidades de la estrella número uno (figura 2) o estrella de alimentación.

La función de esta estrella es la de colocar o transferir las botellas a los pistones elevadores ubicados en el carrusel de la máquina.

Una vez que la botella se encuentra en el pistón elevador, este sube de manera tal que logra un cierre hermético con la válvula de llenado.

La válvula de llenado es el medio por el cual se trasladan la presión y el producto líquido desde el tazón a la botella. La válvula de llenado permite un manejo suave, un control preciso del nivel de llenado y un funcionamiento fidedigno.

ALIMENTACION DE BOTELLA A LA MAQUINA



- 1 SINFIN ESPACIADOR DE BOTELLA**
- 2 ESTRELLA DE ALIMENTACION DE BOTELLA**
- 3 ESTRELLA RECEPTORA DE BOTELLA LLENA**
- 4 CORONADORA**
- 5 ESTRELLA DE SALIDA**

FIGURA 2

VALVULA DE LLENADO TIPO A

La válvula llenadora de tubo largo suele usarse en cervecerías.

Como lo indica su nombre, ésta penetra hasta el fondo de la botella durante el proceso de llenado. Como la cerveza sale por el cabo del tubo, la botella se llena poco a poco desde el fondo, evitando así que se agite el producto y que entre aire. La secuencia consiste en cinco pasos concretos:

PRIMER PASO: *Apertura de la válvula o influjo de presión*

SEGUNDO PASO: *Llenado de la botella*

TERCER PASO: *El final del llenado de la botella*

CUARTO PASO: *Cierre de la válvula de llenado*

QUINTO PASO: *Igualación de presión de la botella a venteo.*

APERTURA DE LA VALVULA O INFLUJO DE PRESION

Estando una botella en la campana ventalladora (vease figura 3), estableciendo un cierre hermético con ésta, el abridor de la válvula (operado por un selector on-off) da contra la palanca de control de la válvula llenadora poniendolo así en posición abierto, iniciando la secuencia de llenado. La palanca de control (1) se acopla mecánicamente a una horquilla de control y a una válvula de presión dentro de la misma válvula de llenado. La horquilla de control eleva la válvula aguja (2) de su asiento, abriendo la válvula de presión y así librando el paso por el tubo de ventilación que va desde el tazón hasta la botella.

La presión más alta del tazón entra a la botella, hasta igualarse a aproximadamente 3Kg/cm². La horquilla de control suelta también la válvula dispensadora de producto,

permitiendo que esta se abra cuando se igualan las presiones del tazón y la botella.

INFLUJO DE PRESION

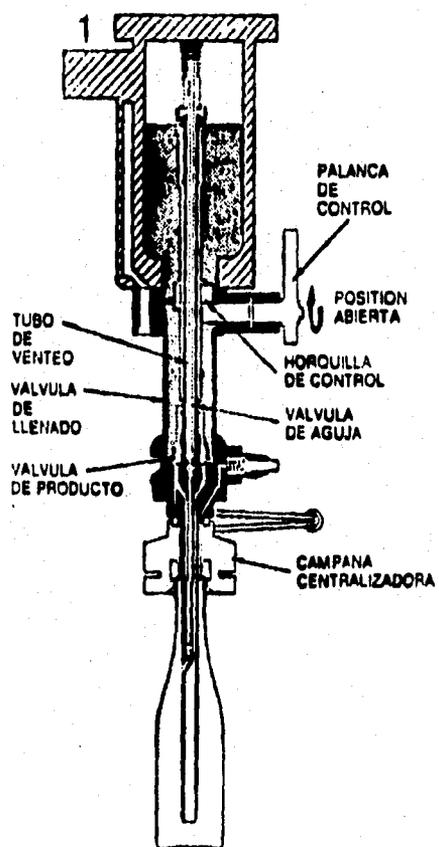


FIGURA 3

LLENADO DE LA BOTELLA

Al igualarse las presiones del tazón y la botella, un resorte de compresión (3) abre la válvula dispensadora de cerveza (4). Entonces es cuando se inicia el llenado isobarométrico por caída libre al fondo de la botella. Mientras el líquido fluye, el flujo del gas, vuelve a entrar al tazón; vease la figura 4.

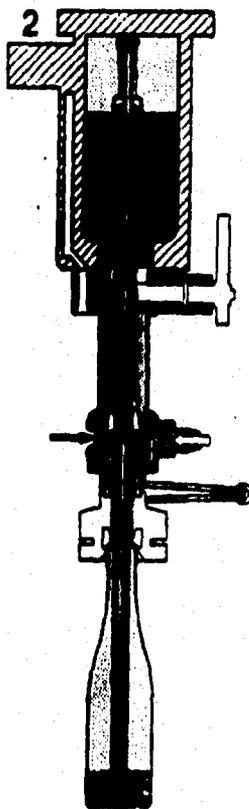


FIGURA 4

FINAL DEL LLENADO

Este tipo de válvulas (figura 5), llenan hasta un nivel predeterminado por la ubicación del orificio del tubo de ventilación en el tubo de llenado.

Cuando el producto líquido alcanza y abre el tubo de ventilación, levanta una bola de retención de titanio (5) dentro del cuello del tubo de ventilación, bloqueando el paso por este, deteniendo así el flujo de cerveza hacia la botella.

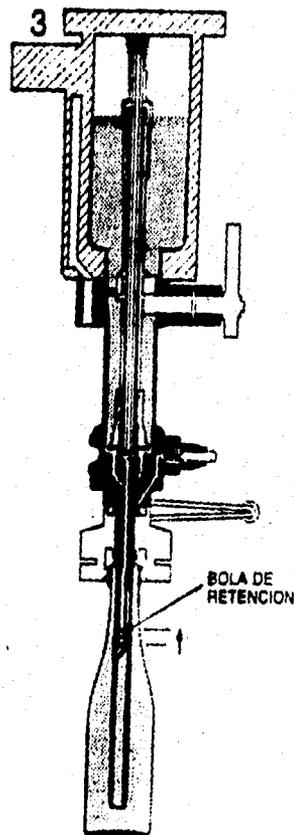


FIGURA 5

CIERRE DE LA VALVULA DE LLENADO

La figura 6 muestra que una leva fija (6) ubicada en el anillo soporte de la máquina chaca contra la palanca de control 1, haciendo que la horquilla cierre mecánicamente la válvula de aguja 2 y la válvula 4 que es la dispensadora del producto.

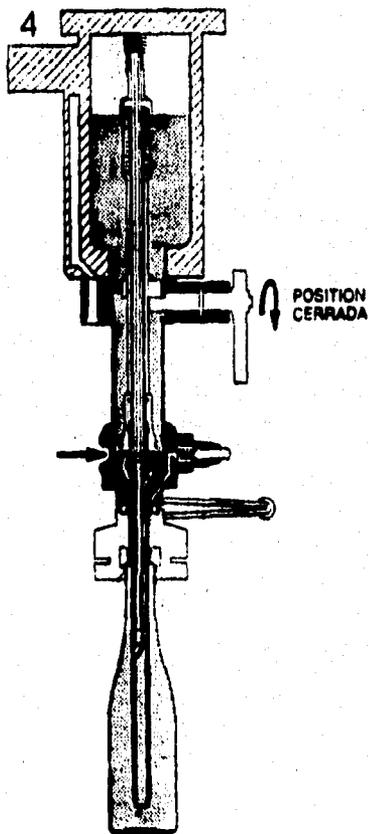


FIGURA 6

IGUALACION DE PRESION O VENTEO

El gas se queda atrapado en el cuello de la botella al terminarse la secuencia, como se muestra en la figura 7, se descomprime por medio de un proceso que se reconoce como igualación. Un carril fijo 7 sobre el soporte de la máquina, oprime el botón de igualación o snifi 8 de la válvula de llenado, abriendo paso a la atmósfera desde el cuello de la botella.

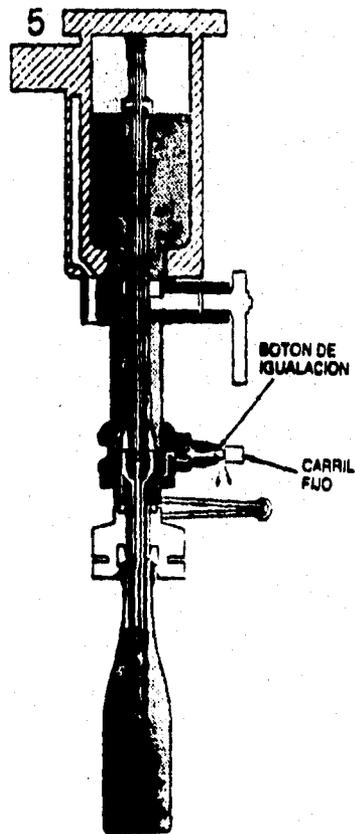


FIGURA 7

VALVULA DE LLENADO TIPO B

Este tipo de válvula se atornilla fuera del tazón y por medio de pequeños tubos se comunica con el interior de este para conducir el bióxido de carbono para la igualación de las presiones y el producto líquido.

Para este tipo de válvula la secuencia de llenado consta solamente de cuatro pasos:

PRIMER MOVIMIENTO DEL BRAZO: Contrapresión

SEGUNDO MOVIMIENTO DEL BRAZO: Llenado

TERCER MOVIMIENTO DEL BRAZO: Cerrado

CUARTO MOVIMIENTO DEL BRAZO: Purga

PRIMER MOVIMIENTO DEL BRAZO: CONTRAPRESION

Tan pronto como la botella es elevada y sellada contra la válvula de llenado, el brazo de la válvula es girado en la primera posición del ciclo de llenado tal y como lo muestra la figura numero 8. A tal movimiento se le conoce como posición de contrapresión.

La rotación del brazo es el resultado del movimiento ascendente que realiza la parte corta del brazo al hacer contacto con un pequeño pistón ubicado en el soporte de la máquina y que es operado por un selector on-off por el operador.

En esta posición un pequeño tubo proveniente del tazón de la máquina es alineado con el conducto de la contrapresión en el cuerpo de la válvula de llenado.

El alineamiento de estos conductos sirve para conducir el paso completo de la presión del tazón a la parte superior del adaptador de la válvula selladora por el centro

de la campana. Desde este punto la presión, viaja por las ranuras espirales de la campana al interior de la botella.

De esta manera se presuriza la botella igualando la presión con la del tazón. Una vez concluido, el brazo de la válvula gira a la posición de llenado permitiendo que por gravedad, la cerveza fluya del tazón al interior de la botella.

CONTRAPRESION

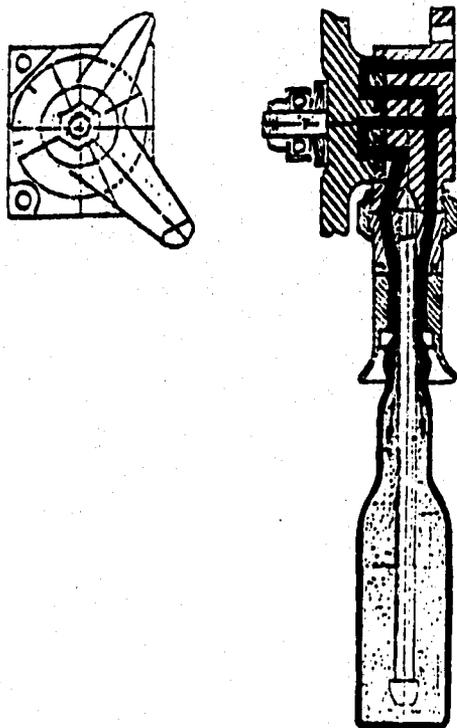


FIGURA 8

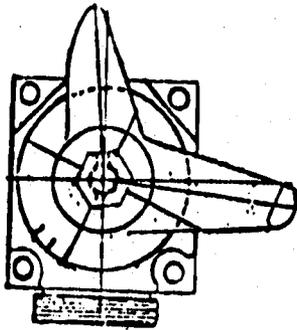
SEGUNDO MOVIMIENTO DEL BRAZO: LLENADO

El segundo movimiento del brazo de la válvula es la posición de llenado, esta rotación es realizada por el movimiento ascendente que realiza la parte corta del brazo al hacer contacto con la superficie de la leva de llenado ubicado en el soporte de la máquina.

En esta posición, dos conductos en el cuerpo de la válvula se alinean con un par de conductas interconectadas en el interior del brazo de la válvula como lo muestra la figura número 9. El pasaje con mayor diámetro conduce la cerveza a través de la válvula al interior de la botella.

El pasaje con diámetro menor desaloja el aire atrapado en la botella cuando ésta fué sellada, hasta la parte superior del tazón.

LLENADO



POSICION DE LLENADO

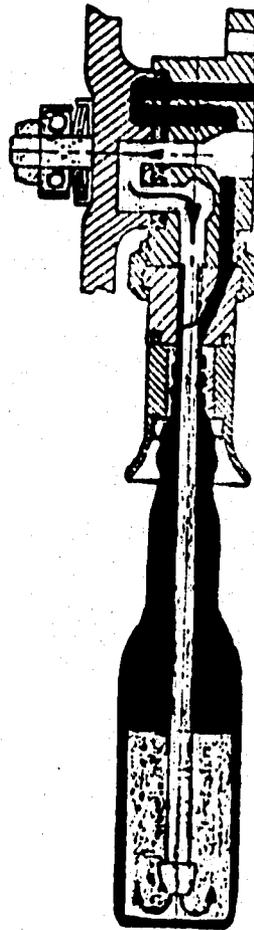


FIGURA 9

TERCER MOVIMIENTO DEL BRAZO: CERRADO

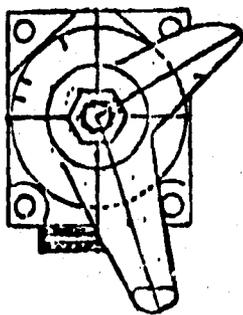
Es en este punto en donde localizamos la leva de cierre. Cuando el brazo superior de la válvula haga contacto con la leva, este girará a la posición de cierre. En esta posición las superficies planas del brazo se alinearán sobre todos los conductos del cuerpo de la válvula y ésta quedará completamente sellada.

El pistón elevador descenderá retirando la botella llena y el tubo de llenado será separado del líquido, es por esta razón que el nivel del líquido en la botella se reduce al mismo grado que el desplazamiento del tubo. Para obtener un llenado correcto, el largo y diámetro del tubo, deberá ser igual para la misma forma de las botellas.

Cuando la válvula es cerrada después del llenado, la cerveza permanece suspendida en el tubo de llenado hasta que la válvula vuelva a ser accionada en el próximo giro de llenado. A esto se le llama sostén principal el cual provee una línea sólida de cerveza desde la punta del tubo y a través de la válvula hasta el tazón. Por esta razón, cuando la válvula es accionada para llenar nuevamente, solo cerveza es depositada en el interior de la botella.

Este sostén es debido a la efectividad del sello durante entre la superficie anterior del brazo de la válvula y el conducto que conduce al tubo de llenado. Si existe fuga en este punto, el sostén se perderá parcial o totalmente causando que el aire entre al tubo provocando turbulencia cuando la válvula sea nuevamente accionada para llenar. Véase figura 10.

CERRADO



POSICION DE CIERRE

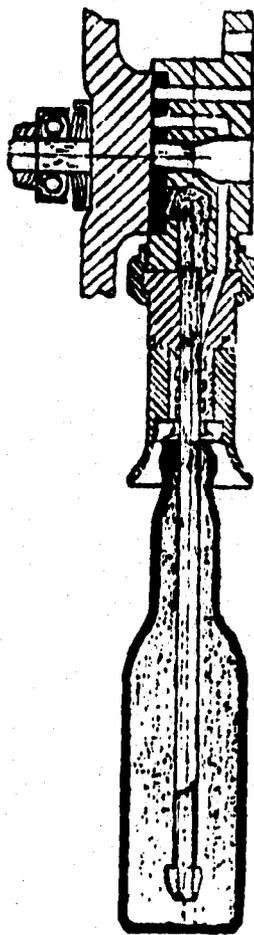


FIGURA 10

CUARTO MOVIMIENTO DEL BRAZO: PURGA

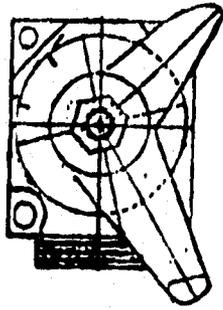
Después que la botella ha sido retirada de la válvula y esto viaja al frente sin botella alguna, el brazo de la válvula será girado por la acción de la leva de purga manteniéndose por un momento en esta posición.

Cuando este movimiento se realiza, la presión de la cámara de descargo y del tazón, puede desplazarse por los pasajes de ambos tubos en el interior del cuerpo y escapar a la atmósfera debido a que la campana no tiene botella que sellar como la muestra la figura 11.

La presión de salida deberá expulsar el excedente de cerveza u espuma que se encuentre en estas pasajes.

El tiempo que se requiere para una purga adecuada es controlado con la colocación apropiada de otra leva de cierre que acciona nuevamente el brazo de la válvula antes que esta acepte otra botella para un nuevo ciclo de llenado.

PURGA



POSICION DE PURGA

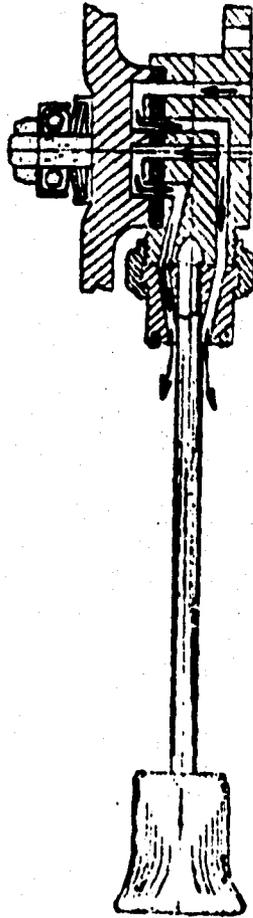


FIGURA 11

CAPITULO III

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

FILTRO DE ENTRADA DE AIRE

Aire libre de la atmósfera entra al compresor por un filtro que impide que polvo y contaminación entren al sistema.

INTERENFRIADOR

La producción de calor y la condensación de humedad cuando se comprime aire es de mayor interés. En las instalaciones de compresores más grandes el trabajo de compresión se separa en dos o más etapas, dependiendo de la presión final requerida. Se usa un interenfriador entre estas etapas para reducir la temperatura del aire comprimido entre cada etapa a la temperatura de entrada del aire.

RADIADOR DE SALIDA TIPO AGUA

Estos son intercambiadores de calor para el enfriamiento del aire o gas descargado del compresor. Proveen los medios más efectivos de remover humedad antes de que el aire entre en la arteria principal del sistema. El tipo aire-agua de radiador de salida es muy común en plantas industriales.

SECADOR DE AIRE TIPO AIRE

Después de salir el aire del radiador de agua, entra a un secador de aire. El secador de aire se usa para mantener el punto de rocío bajo la temperatura de operación del sistema. Calienta el aire y baja su punto de rocío.

RECEPTOR DE AIRE

Depósitos usados para el almacenaje del aire descargado de los compresores; por lo general, uno de estas depósitos es la última parada antes de pasar el aire al sistema

de distribución, y sirve como depósito de abastecimiento.

FILTRO

El filtro en un sistema de aire comprimido remueve suciedad y humedad del sistema, y por eso prolonga sustancialmente la duración de herramientas y componentes neumáticos.

Existen líneas de aire secundarias dentro de un sistema de distribución que comunican a diferentes circuitos.

Cada línea secundaria contiene por lo general un filtro, un regulador y una unidad lubricadora.

LUBRICADOR

Este componente se coloca generalmente al final del sistema, debido a la lubricación que este le aplica al aire comprimido, previamente acondicionado.

El filtro de aire comprimido puede incorporarse individualmente o formando una unidad completa junto con el lubricador y el regulador de presión.

ESQUEMA DE UN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

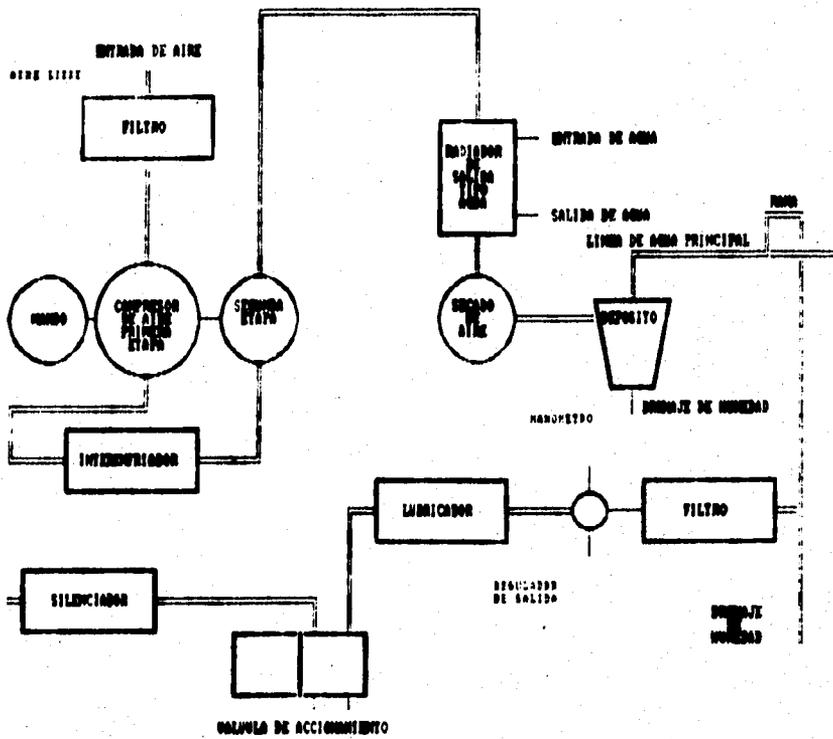


FIGURA 12

CILINDROS NEUMATICOS

Los cilindros (motores neumáticos lineales) son elementos de movimiento rectilíneo, que transforman la energía neumática en energía mecánica, definiéndose el tipo cilindro de pistón como aquel en que la fuerza mecánica se produce en virtud de la presión del fluido que actúa sobre la superficie del émbolo.

En este caso, la energía contenida en el aire comprimido se convierte en trabajo mecánico que realiza una acción.

Los cilindros realizan el máximo esfuerzo cuando empujan. O sea, cuando la presión del aire comprimido actúa sobre la cara del émbolo que no lleva vástago, ya que, entonces, es mayor la superficie útil del émbolo. Por consiguiente, cuando deseemos obtener el máximo rendimiento de un cilindro lo emplearemos de forma que realice el esfuerzo en el sentido de la carrera de avance, con salida del vástago.

Los dos volúmenes en que queda dividido el cilindro por el émbolo reciben el nombre de cámaras; la cámara positiva (C+) es la situada en la carrera de avance, y la cámara negativa (C-), es la que está en la carrera de retroceso.

TIPOS DE CILINDROS

Según la forma en que se lleva a cabo el retroceso del vástago, los cilindros se dividen en dos grupos:

a) CILINDROS DE SIMPLE EFECTO

b) CILINDROS DE DOBLE EFECTO

CILINDROS DE SIMPLE EFECTO

En este modelo de cilindros el desplazamiento del émbolo, por la presión del aire

comprimido, tiene lugar en un solo sentido, pues vuelve a su posición inicial por efecto de la acción de otra fuerza interna o externa.

El retroceso del émbolo se logra mediante:

- a) RESORTE DE RETORNO INCORPORADO**
- b) POR FUERZAS EXTERIORES**

CILINDROS DE DOBLE EFECTO

En este modelo de cilindro, las carreras de avance y retroceso se consiguen por medio de la presión del aire comprimido en cualquier lado del émbolo, es decir, el aire comprimido ejerce su acción en las dos cámaras del cilindro.

Como la superficie del émbolo en el retroceso es menor que en la de avance, debido al área de sección transversal del vástago; la fuerza de tracción es menor que la de empuje.

Los cilindros de doble efecto pueden ser con o sin amortiguación al final de la carrera.

Los cilindros sin amortiguación se fabrican con un orificio en el fondo delantero y otro en el fondo trasero para entrada y salida del aire.

Los cilindros con amortiguación, de igual manera, pero complementados con el dispositivo de amortiguación regulable.

Los cilindros de doble efecto presentan las siguientes ventajas sobre los cilindros de simple efecto:

Producen trabajo en los dos sentidos. No hay pérdida de fuerza para comprimir el muelle. El retorno es independiente de la carga. Se puede ajustar con precisión su

régimen de funcionamiento. Se aprovecha como carrera útil toda la longitud del cuerpo del cilindro. La carrera de retroceso no depende del factor carga ni de ningún otro elemento mecánico. Por contra, tienen el inconveniente de que constimen doble cantidad de aire comprimido.

CARRERA DEL CILINDRO

Se denomina carrera a la distancia recorrida por el émbolo entre sus dos posiciones extremas.

Cabe además distinguir:

Carrera de trabajo

Carrera de amortiguación

CARRERA DE TRABAJO

Es la distancia recorrida por el émbolo entre dos posiciones determinadas por las condiciones de servicio.

CARRERA DE AMORTIGUACION

Es la distancia entre el punto a partir del cual empieza la amortiguación y el fin de la carrera.

Los cilindros se construyen con distintas longitudes de carrera, lo que es posible resolver, prácticamente, todas las disposiciones que requieren movimientos a base de cilindros neumáticos; se aconseja redondear las longitudes de carrera adoptando la siguiente carrera normalizada que se fabrique, ya que, así, se tipifica el proceso de trabajo.

Sobre todo en los cilindros de carrera muy larga, hay que evitar que el vástago

esté sometido a esfuerzos transversales impropiedades, es decir, que la carga penda en el vástago o que el plano guía de desplazamiento esté desalineada respecto al cilindro, ya que pueden producirse pérdidas de aire por el efe guía, a pesar de que las juntas y el vástago se mantengan en buenas condiciones.

FACTORES ESENCIALES PARA LA ELECCION DE UN CILINDRO

Indudablemente cuando a un cilindro se le fija un trabajo a realizar, significa que quedan determinadas la carrera y la fuerza, así como la masa que debe mover y la velocidad a la que tiene que desplazarse.

Sin embargo, cuando requerimas datos de un fabricante de cilindros, y aún para nosotros mismos al intentar calcularlos, es preciso diseñar una tabla con las premisas imprescindibles para una consulta eficaz.

Se hace, necesario, pues, tener a la vista aquellos datos que nos permitan establecer las características mecánicas y neumáticas del cilindro que pretendemos.

Conviene hacer la distinción entre carga estática y carga dinámica de un cilindro. Para un trabajo estático (apriete de una pieza) no hay que tomar en consideración las pérdidas por rozamiento. Sin embargo, en el caso de una carga dinámica, es necesario tener presente tanto la aceleración como la velocidad a la que el cilindro debe trabajar.

Así mismo hay que hacer hincapié en el dato de la presión de trabajo, puesto que ella es la que nos va a proporcionar la fuerza necesaria para que el cilindro cumpla satisfactoriamente con su cometido; por esta razón, debemos diferenciar entre presión en la red de alimentación y presión de trabajo.

A manera de resumen los datos imprescindibles para la selección de un cilindro podrían ser los siguientes:

- *Diámetro interior del cilindro*
- *Diámetro del vástago*
- *Velocidad del émbolo*
- *Fuerza del émbolo*
- *Tipo de cilindro (doble o simple efecto)*
- *Con amortiguación o sin ella*
- *Forma de fijación*
- *Temperatura de trabajo*
- *Presión en la red de alimentación*
- *Presión de trabajo Forma de trabajo (carga estática o dinámica)*
- *Peso de la carga movida Posición del cilindro (vertical u horizontal)*

FORMAS DE FIJACION

Con el objeto de facilitar la instalación del cilindro y evitar los esfuerzos laterales sobre el mismo, se dispone de formas de fijación apropiadas y acomodadas a las necesidades más corrientes en la práctica, debiéndose hacer la salvedad de que, en principio, no todas son válidas para todos los tipos de cilindros, pues su elección va subordinada al tamaño del cilindro y a las prescripciones del fabricante.

En el montaje por el sistema de modalidad fija, el cilindro debe estar firmemente unido a la máquina y necesariamente, hay que centrarlo con respecto a la carga, a fin de que su esfuerzo se ejerza según un eje común. Por otra parte, debe procurarse que la

alineación del cilindro tenga lugar de tal manera que no existan momentos de flexión ni esfuerzos laterales, ya que la expansión y contracción debidas a la carga, presión y temperatura, deforman la posición estable de aquel concheyendo en un mal funcionamiento o en averías.

Las cilindros que actúan produciendo movimientos de cargas no lineales, han de proveerse de fijaciones oscilantes, ya que ellas, de por sí, compensan la desalineación del cilindro: teniendo en cuenta que el movimiento del cilindro no debe quedar obstaculizado por los elementos que le rodean o por las tuberías, es indicado, en este caso, montar tuberías flexibles para su unión.

CALCULO DE CILINDROS

Cada fabricante de cilindros muestra una variedad de diámetros y de carreras en su catálogo, para cada tipo de diámetro de cilindro, la fuerza teórica de empuje o de tracción a una presión determinada; cabe poner de manifiesto que, entre unos y otros fabricantes, se tienen discrepancias, en más o en menos, para una misma presión de alimentación. Estas diferencias suelen estar motivadas por el rozamiento, que condiciona la velocidad del émbolo, y también, por el espacio muerto en el cilindro.

Tomando en consideración lo anterior, en los cilindros habrá que identificar tres conceptos distintos de fuerza, que serán:

Fuerza teórica (F_t), la cual consideraremos como la resultante del producto de la presión por la superficie útil del émbolo, sin tener en cuenta las pérdidas por frotamiento.

Fuerza nominal (F_n), o sea, la disponible en el vástago teniendo en cuenta las pérdidas debidas al frotamiento.

Fuerza efectiva (Fe), es decir, la que realmente transmite el vástago del cilindro en determinadas condiciones de servicio.

CALCULO DE LA FUERZA TEORICA DE UN CILINDRO

El aire comprimido actúa sobre la superficie A del émbolo con una presión P . La fuerza teórica que puede proporcionar el vástago del émbolo en su movimiento de empuje o tracción será, según el principio de Pascal, igual al producto de la presión por la superficie.

$$F_t = AP \quad \text{ó} \quad F_t = (\pi D^2/4) P$$

En cilindros de doble efecto, para la fuerza de empuje se toma:

$$F_t = (\pi D^2/4)$$

la fuerza de retroceso será:

$$F_t = [(\pi D^2/4) - (\pi d^2/4)] P$$

donde:

D = Diámetro del émbolo

d = Diámetro del vástago

Si el cilindro lleva resorte para su retroceso, la fuerza a considerar será:

$$F_t = AP - E - f$$

siendo:

E = Fuerza del muelle o fuerza de retroceso

f = Fuerza de rozamiento (en la práctica puede despreciarse).

A partir de las formulas descritas, que dan fuerzas teóricas, hay que considerar que, en la práctica, no se alcanzan rigurosamente los valores encontrados, pues ningún

cilindro rinde el 100%, resultando por consiguiente, que habrá que contar con unos coeficientes de rendimiento, los cuáles dependen del estado de la superficie interior del cilindro, del rozamiento de las juntas, del tipo de engrase, de la presión del aire, de las condiciones de operación, de la fricción entre el cilindro y la carga, etc. Estos coeficientes de rendimiento varían desde 40-50% a 2 bars hasta 90-95% entre 8 y 10 bars. Por lo general puede aceptarse:

- *70%: Superficie en buen estado, presión entre 4 y 5 bars, tuberías muy largas, cilindros de diámetro muy grande.*
- *80-85%: Valor medio para una mecánica general en cilindros. 90%: En cilindros pequeños, con muy buen estado de la superficie de deslizamiento, presión ≥ 7 bars.*

REGLAJE DE LA FUERZA DEL CILINDRO

Si, en la puesta en marcha de la máquina, o de la unidad de accionamiento, se comprueba que la fuerza desarrollada por el cilindro es demasiado elevada, se puede recurrir, en cierta medida, a la disminución de esta fuerza.

Ello se consigue ajustando la presión del aire de alimentación por medio del regulador de presión. No obstante, hay que tener en cuenta que intervendrán los factores siguientes:

- *El margen de seguridad tomado en la estimación de la fuerza necesaria.*
- *El margen de seguridad previsto sobre la presión de aire*
- *El intervalo de presión o de funcionamiento*

MARGEN DE SEGURIDAD SOBRE LA FUERZA ESTIMADA

Además de la fuerza necesaria para mover una carga, debe admitirse cierta tolerancia para compensar:

Las pérdidas de presión debidas a fluctuaciones en el suministro de aire comprimido disponible y a las demandas propias del cilindro. Alguna pérdida friccional en el cilindro y en la carga.

El margen de seguridad debe ser grande, ya que, si se puede reducir fácilmente la fuerza del cilindro manipulando el regulador de presión, un aumento de presión que repercute en un aumento de fuerza, no será siempre posible si se está trabajando dentro del límite de la presión máxima de la red de aire comprimido. Pero la determinación de la fuerza necesaria se hace a menudo sobre factores empíricos, siendo muy aleatorio que se conozcan con precisión todos los antecedentes que intervienen en el cálculo de la fuerza.

En consecuencia, es aconsejable adoptar los siguientes márgenes de seguridad:

- *30%, cuando la fuerza está bien definida y para una velocidad de desplazamiento lenta.*
- *40 a 50%, para todos los accionamientos corrientes.*
- *60 a 80%, y a veces más, cuando la estimación de la fuerza es muy difícil, o cuando las velocidades son muy elevadas.*

MARGEN DE SEGURIDAD SOBRE LA PRESION

La presión de la red de aire comprimido puede variar continuamente. En efecto, en el grupo compresor la presión del aire oscila siempre entre los límites de su

regulación.

En su utilización, el aire puede gastarse en intervalos de tiempo cortos que coincidan con los periodos de trabajo de los elementos neumáticos.

No se podrá entonces, mantener constante la presión mínima de la regulación, ya que irá aumentando o disminuyendo conforme vaya acercándose o separándose de los límites de regulación. Esta situación, al descompensar la exactitud del trabajo a realizar por el cilindro, hace aconsejable regular el regulador de presión por debajo de la presión mínima de regulación de los compresores, siempre que en la tubería de servicio, de la cual se alimenta el cilindro, exista la misma presión.

CONSUMO DE AIRE EN UN CILINDRO

Otro factor de importancia es la cantidad de aire comprimido necesario para el funcionamiento de un cilindro, y que, una vez transformada en trabajo, se expulsa a la atmósfera por el escape durante la carrera de retroceso del émbolo.

Se entiende por consumo teórico de aire, al volumen de aire consumido en cada ciclo de trabajo; y por caudal de aire consumido, al cociente entre el volumen de aire consumido en una carrera de trabajo y el tiempo empleado.

Para calcular el consumo teórico de aire, es preciso conocer la carrera y el diámetro del cilindro, pudiendo establecerse:

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

Donde:

V = Volumen de aire en cm³.

L = Carrera del cilindro en cm.

D = Diámetro del émbolo en cm.

Ahora bien, además, intervienen en los cálculos otros factores denominados: ciclo, frecuencia de los ciclos y frecuencia máxima.

Ciclo de trabajo se refiere al desplazamiento del émbolo desde su posición inicial hasta el fin de su carrera de trabajo, más el retorno a su posición inicial. Los ciclos por minuto constituyen la expresión normal.

Frecuencia de ciclos se le llama al número de ciclos de trabajo realizados en la unidad de tiempo y en determinadas condiciones de servicio.

Frecuencia máxima corresponde la número máximo de ciclos de trabajo por unidad de tiempo y en determinadas condiciones de servicio.

Tenemos entonces la siguiente fórmula:

$$Q = fV/1000$$

donde:

Q = Consumo de aire en l/min

f = número de ciclos por minuto

Para concretar el consumo total de aire gastada por el cilindro, se aconseja añadir de un 20 a un 30% para compensar otros volúmenes de aire no identificados en los cálculos. Como en los cilindros neumáticos un ciclo comprende dos carreras, la fórmula encontrada concierne a los cilindros de simple efecto. Para cilindros de doble efecto, la ecuación se convertirá en:

$$V = 2HLD^2/4$$

si despreciamos el volumen del vástago en compensación con otros volúmenes no

evaluados en la carrera de tracción.

Resumiendo, el consumo total de aire de un cilindro viene dado por la expresión:

cilindro+tubería de interconexión+válvula distribuidora

la cuál puede convertirse en la relación siguiente:

$$Q = [(A_1 + A_2) C (p+1) + (V_M + V_T)] P$$

Donde:

Q = Caudal de aire libre en l/cm

A₁ = Area del émbolo en cm²

A₂ = Area del vástago en cm²

C = Carrera en cm

V_M = Volumen del espacio muerto en litros

V_T = Volumen de la tubería en litros

P = Presión de servicio en bars

VALVULAS DISTRIBUIDORAS

Las válvulas distribuidoras tienen la finalidad de dirigir el flujo de aire comprimido hacia los cilindros y motores neumáticos, haciendo ingresar en el momento oportuno y permitiendo el escape del aire comprimido cuando se deba invertir el movimiento del cilindro. El accionamiento de todas estas válvulas puede efectuarse por medios mecánicos, neumáticos o eléctricos.

La clasificación de las válvulas se realiza en base a los orificios de entrada y salida del aire llamados vías y al número de posiciones.

Estas válvulas se ilustran en el apéndice de este trabajo.

Con frecuencia ocurre que por alguna razón se interrumpe la alimentación de botellas hacia la máquina llenadora y el operador se encuentra un tanto alejado del tablero de control haciendo limpieza o barrido de vidrio en la máquina.

Como se mencionó con anterioridad en el capítulo II, las válvulas de llenado serán abiertas por el cilindro neumático que se encuentra colocado en el soporte de la máquina y que es controlado por el operador mediante un selector on-off.

Si se permitiera que las válvulas permanecieran abiertas, sin la presencia de botellas ocasionaría que:

VALVULA DE LLENADO TIPO A

La presión del tazón se escape.

Se inunde el tazón de cerveza

Las botellas siguientes tendrán un exceso de espuma.

VALVULA DE LLENADO TIPO B

Además de los puntos anteriores, y por el funcionamiento de esta válvula de llenado, habría derrame de cerveza, hasta que la leva de la tercera operación choque contra la palanca de control de la válvula.

Es posible que puedan explotar botellas débiles o irregulares durante la fase de presurización; para el caso de las máquinas que operan con válvulas de llenado tipo B se tendrá un derrame de cerveza aproximado de:

DATOS

Capacidad de la botella = 325ml.

Frecuencia de explosión promedio=2BPM. Calculando tenemos:

$2(325) \geq 650 \text{ ml/min}$

$60(650) \geq 39000 \text{ ml/hr}$

$8(39000/1000) \geq 312 \text{ l/turno}$

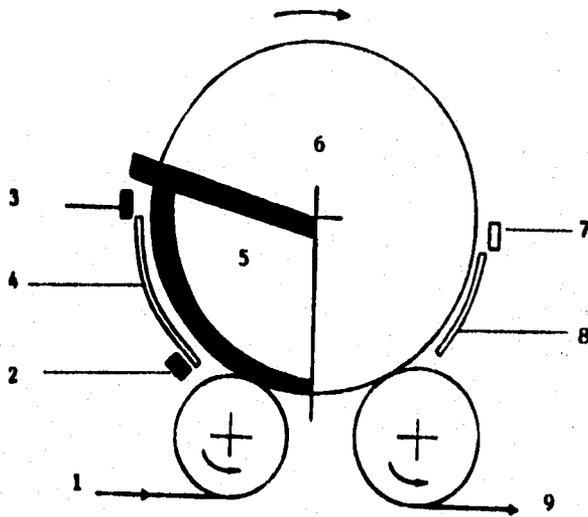
Si a estos 312 l/turno agregamos la cerveza derramada por:

- *Fallas mecánicas en las válvulas de llenado o en la máquina.*
- *Botellas rotas en la coronadora. Botellas rotas en el tren de producción. Cerveza derramada en otras máquinas.*
- *Botellas mermadas.*
- *Cerveza derramada por turno de trabajo etc.*

La cifra se vuelve aún mayor e incalculable ocasionando deficiencias en el proceso y aumentando las pérdidas económicas para la empresa por este concepto.

Debido a esto, se ha realizado un estudio para incrementar la vida útil de este equipo y minimizar los costos del envasado de cerveza mediante la automatización del proceso. Para alcanzar este objetivo, se propone la instalación de un par de cilindros neumáticos colocados en el arillo soporte de la máquina que permitan cerrar las válvulas de llenado en caso de ausencia de botellas a la entrada de la máquina y en caso de explosión en la zona de presurización como a continuación muestra la figura número 13.

DISPOSICION DE CILINDROS NEUMATICOS



- 1 ENTRADA DE BOTELLA**
- 2 CILINDRO NEUMATICO No.1**
- 3 CILINDRO NEUMATICO No.2**
- 4 ARILLO SOPORTE**
- 5 ZONA DE PRESURIZACION**
- 6 CARUSEL DE VÁLVULAS Y CILINDROS ELEVADORES**
- 7 LEVA DE CIERRE**
- 8 LEVA DE PURGA**
- 9 SALIDA DE BOTELLA**

FIGURA 13

DESCRIPCION

Como se ilustró en la figura anterior se fijarán un par de sensores de proximidad PRX1 Y PRX2 a la estructura de apoyo del carrusel en la parte posterior a los cilindros elevadores.

El sensor de proximidad PRX1 (ver figura 14), colocado a la entrada del carrusel, se excitará al detectar la posición más alta (x) de la saliente del cilindro elevador cuando estos lleven botella, de tal manera que enviará una señal eléctrica para energizar al relevador A cerrando el contacto A1 y que este a su vez cierra el circuito para energizar la electroválvula direccional 5/2 que acciona al cilindro de apertura de válvulas de llenado e iniciar así el proceso.

Lógicamente, si PRX1 no detecta la saliente de los pistones elevadores hará que se retraiga el vástago del cilindro de apertura de válvulas de llenado evitando que estas sean abiertas.

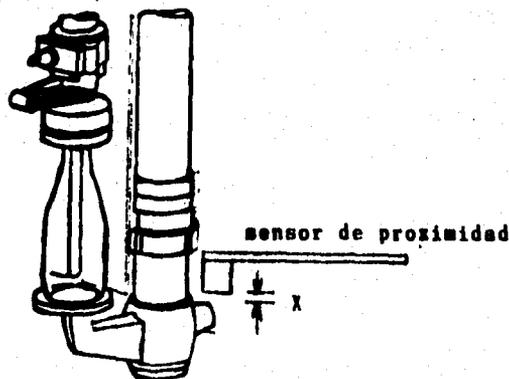


FIGURA 14

De igual manera, cuando exista una explosión de botella en la zona de presurización, el sensor PRX2 (FIGURA 15) detectará la posición más alta del cilindro elevador ($x+dx$), energizará al relevador C y cerrará el contacto C1 cerrando así el circuito para energizar la electroválvula direccional 5/2 que acciona el cilindro número dos para impedir que las válvulas sin botella sean abiertas. Es importante notar que el cilindro número uno está normalmente con el vástago hacia afuera y el cilindro número dos con el vástago hacia adentro.

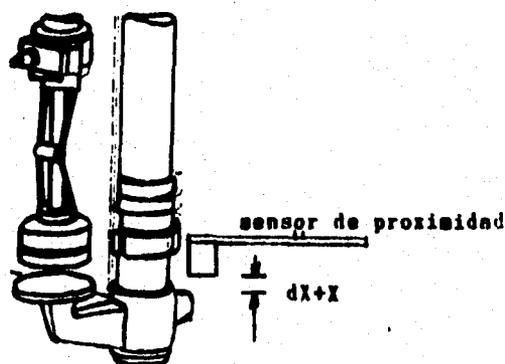


FIGURA 15

El circuito eléctrico será alimentado por una fuente de 24 v; controlado por un selector de tres posiciones Ant-off-man y su funcionamiento será indicado por luces piloto en el tablero de control del operador.

La simbología de los elementos eléctricos utilizados se representarán gráficamente en el apéndice.

CALCULO DE CILINDROS

Para hacer los cálculos con la fuerza efectiva consideraremos un margen de rendimiento del 80% sobre la fuerza teórica, debido a que ningún cilindro rinde el 100%.

DATOS

$$P_{trab} = 6 \text{Kg/cm}^2$$

$$F_{teor} = 5 \text{Kg}$$

$$F_{frc} = 9 \text{Kg}$$

$$A = ?$$

DESARROYO

$$F_{teor} = AP_{trab}$$

$$A = 9/6$$

$$A = 1.5 \text{cm}^2$$

$$A = \pi D^2/4$$

$$D_{cilindro} = (4A/\pi)^{1/2}$$

$$D_{cilindro} = (6/\pi)^{1/2}$$

$$D_{cilindro} = 1.38 \text{cm}$$

Además de la fuerza necesaria para abrir las válvulas o cerrarlas se tomará en cuenta otro margen de seguridad promedio (60-80%) de 70% sobre la fuerza efectiva debido a:

Pérdidas de presión debidas a fluctuaciones en el suministro de aire comprimido disponible y a las demandas propias de los cilindros.

Alguna pérdida friccional en los cilindros y en la carga.

RECALCULANDO:

$$P_{trab} = 6\text{Kg/cm}^2$$

$$F_{tor} = 5\text{Kg}$$

$$F_{civ} = 9\text{Kg}$$

$$F_{civ,real} = 9 \times 70\%$$

$$F_{cr} = 15.3\text{Kg}$$

$$HD^2/4 = F_{cr} / P_{trab}$$

$$D_{inbols} = (4F_{cr} / P_{trab})^{1/2}$$

$$D_{inbols} = (4 \times 15.3 / 6)^{1/2}$$

$$D_{inbols} = 1.80\text{cm}$$

En la mayoría de las ocasiones no se encontrarán en el mercado los cilindros calentados, por esta razón se seleccionarán los cilindros inmediatos superiores a los calculados y que se encuentran en los catálogos de proveedores.

En este caso en particular se seleccionarán dos cilindros de doble efecto de la marca FESTO que satisfagan nuestras necesidades y que se encuentran indicados en la tabla número 2A y 2B extraídas del programa de fabricación de FESTO PNEUMATIC.

TABLA II-1

Cilindros estandar

Escala num.	Tipo	Amor. (mm)	Presion de trabajo (bar)	Fuerza de empuje (N)	Fuerza de tracción (N)	Ac. p. empuje	Rosca del pisto	Carrera normales mm.										Carrera especial mm.				
								2	4	5	10	20	25	30	40	50	70		80	100		
8	EG	8	12	1.5	M5																de 1 a 25	
8	AV de Carrera Corsa	8	26	2	M5																	
12	AV AVLC Corsa	8	58	3	M5																	
	EG	8	48	6	G 1/4																	de 1 a 80
16	EG	8	80	15	G 1/2																	de 1 a 80
20	AV AVLC Corsa	8	170	6	G 1/2																	
25	AG	8	220	13	G 1/2																	
	AH	8	220	13	G 1/2																	
	AV	8	220	13	G 1/2																	
	EG	8	225	16	G 1/2																	de 1 a 80
	EGS	8	225	19.5	G 1/2																	de 1 a 80
32	AV AVLC Corsa	8	440	17	G 1/2																	
35	AV de membrana	8	420	-	G 1/2																	
	AG	8	480	27	G 1/2																	
	AH	8	480	27	G 1/2																	
	AV	8	480	27	G 1/2																	
	EC	12	430	62	G 1/2																	de 1 a 70
50	AV AVLC Corsa	8	1060	35	G 1/2																	
	AG	8	1020	27	G 1/2																	
	AH	8	1020	27	G 1/2																	
	AV	8	1020	27	G 1/2																	
	EC	12	1030	62	G 1/2																	de 1 a 70
60	AV de membrana	8	850	-	G 1/2																	
63	AV AVLC Corsa	8	1720	42	G 1/2																	
70	AG	8	1990	50	G 1/2																	
	AH	8	1990	50	G 1/2																	
	AV	8	1990	50	G 1/2																	
	EC	12	2060	96	G 1/2																	de 1 a 70
100	AG	8	4060	130	G 1/2																	
	AH	8	4060	130	G 1/2																	
	AV	8	4060	130	G 1/2																	
	EC	12	4080	162	G 1/2																	de 1 a 70

Cilindros normalizados según ISO

12	ESN	P	10	50	4.9	M5	M8															de 1 a 50
16	ESN	P	10	90	9.8	M5	M6															de 1 a 50
25	ESN	P	10	250	17.8	G 1/2	M10 x 1.25															de 1 a 50

Cilindros para finales de carrera magnéticos sin contacto

12	ESN-A	P	10	50	4.9	M5	M6															de 1 a 50
16	ESN-A	P	10	90	9.8	M5	M6															de 1 a 50
25	ESN-A	P	10	250	17.8	G 1/2	M10 x 1.25															de 1 a 50

CONSUMO DE AIRE

DATOS:

Carrera del vástago = 25mm

Diámetro del émbolo = 20mm

Volumen teórico del cilindro = V_{tc} = ?

Para calcular el consumo teórico de aire, despreciando el volumen del vástago en compensación con otros volúmenes no evaluados en la carrera de tracción podemos decir que:

$$V_{tc} = 2 (\pi L D^2 / 4)$$

$$V_{tc} = 25\pi (20)^2 / 4$$

$$V_{tc} = 15707.96 \text{mm}^3 = 15.7 \text{ml}$$

Para concretar el consumo total de aire gastado por cada cilindro se aconseja añadir de un 20 a un 30% para compensar otros volúmenes de aire no identificados en los cálculos. Entonces:

$$V_{tc} = 15.7 \times 0.25$$

$$V_{tc} = 19.62 \text{ml}$$

Además de este resultado es necesario sumar la cantidad de aire contenido en las tuberías de interconexión y multiplicarlo por el número de ciclos en unidad de tiempo.

Diámetro de la tubería = 0.125mm

Longitud = 1200mm

$$V_{\text{tubería}} = (\pi L D^2 / 4) L$$

$$V_{\text{tubería}} = \left[(0.125)^2 \pi / 4 \right] 1200$$

$$V_{\text{tubería}} = 14.72 \text{ mm}^3 = 0.014 \text{ ml}$$

Para encontrar el consumo de aire total se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q = f(V_{\text{tubería}} + V_{\text{cilindro}})$$

donde:

Q = Consumo de aire ml/min

f = ciclos por minuto

Como se mencionó con anterioridad, la frecuencia de explosión de botellas promedio es de 2BPM.

entonces:

$$Q = 2(19.62 + 0.014)$$

$$Q = 39.26 \text{ ml/min}$$

*Los componentes neumáticos serán seleccionados del programa de fabricación
FESTO-PNEUMATIC.*

- **1,2) UNIDAD DE FILTRAJE Y REGULACIÓN DE AIRE.**

Artículo/tipo 10578 LFR-1/8-s

Acoplamiento G-1/8

Caudal nominal 770l/min

Presión primaria máxima 14bar

Presión secundaria máxima 12bar

Capacidad de filtraje μm

Volumen de condensación 10cm³

Temperaturas máximas -10 a 60°C

- **3) UNIDAD LUBRICADORA.**

Artículo/tipo 10586 LO-1/8-s

Acoplamiento G 1/8

Caudal nominal 690l/min

Presión máxima de funcionamiento 14bar

Funcionamiento lubricador a partir de 2.4l/min

Temperaturas máximas de -10 a 60°C

Cantidad una pieza

- **4,5) ELECTROVALVULA 5/2**

Artículo/tipo 9982 MFH-5-1/8

Cantidad dos piezas

Acoplamiento G 1/8

Presión de funcionamiento 1,8 a 8 bar

Diámetro de paso equivalente 5mm

Caudal nominal 500l/min

Tiempo conexión/desconexión 10/40ms

- **6,7) CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO**

Fijación por pies Tipo ADVC HC

Cantidad dos piezas

Diámetro del émbolo 20mm

Carrera 10mm

Presión máxima de trabajo 8bar

Fuerza teórica de empuje a 6bar: 175N

Fuerza teórica de retorno a 6bar: 128N

Acoplamiento g 1/8

ACCESORIOS

- **MANGUERA FLEXIBLE DE PLÁSTICO**

tipo pk4

Longitud 5m

Diámetro interior 4mm

Diámetro exterior 6mm

Material polietileno

Presión de funcionamiento 7bar

Temperatura máxima -10 a 35 °C

- **CONEXION DE MONTAJE RAPIDO**

Tipo CK-1/8-PK4

Cantidad 16 Pz.

Acoplamiento G1/8

Material aluminio anodizado azul

- **HORQUILLA PARA VÁSTAGO CON ROSCA**

Tipo SG-M6

Cantidad dos piezas

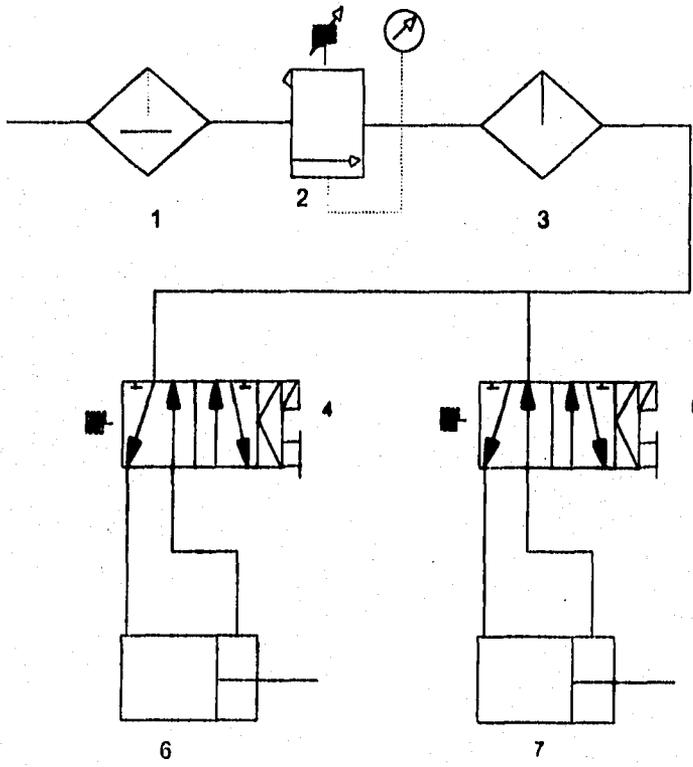
- **BRIDA PARA TUBO PARA CONducIR RAMALES DE MANGUERAS**

Tipo PB-140

Material poliamida

Cantidad 5 piezas

CIRCUITO NEUMATICO



*Los componentes eléctricos serán seleccionados del catálogo de fabricación de
TELEMECANIQUE.*

- **1) PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA**

Cantidad una pieza

Modelo GV1-M

Tensión de alimentación 220V

Intensidad nominal térmica 25A

- **2) FUENTE O CONVERTIDOR DE CORRIENTE DE 24V**

Cantidad una pieza

- **3) FUSIBLE CILINDRICO 2A CON PORTADOR DE**

Cantidad una pieza

Modelo DF2-BA00200

Clase aM

Intensidad máxima permanente 10A

Tensión nominal de empleo 400V

- **4) DETECTORES DE PROXIMIDAD**

Cantidad dos piezas

Modelo XSA-C10713

Diámetro 30mm

Alcance nominal 10mm

Límites de tensión 10 a 58V

Tipo de contacto NA y NC

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Intensidad máxima 100mA

Intensidad mínima 1.5mA

- **5) CONTACTORES DE BOBINA**

Cantidad cuatro piezas

Modelo LP4-EC

Tensión del circuito de mando 24 ó 48V

Consumo medio 0.5W

Tiempo de funcionamiento 4ms

- **6) LUZ PILOTO**

Modelo ZB-BV191

Cantidad cuatro piezas

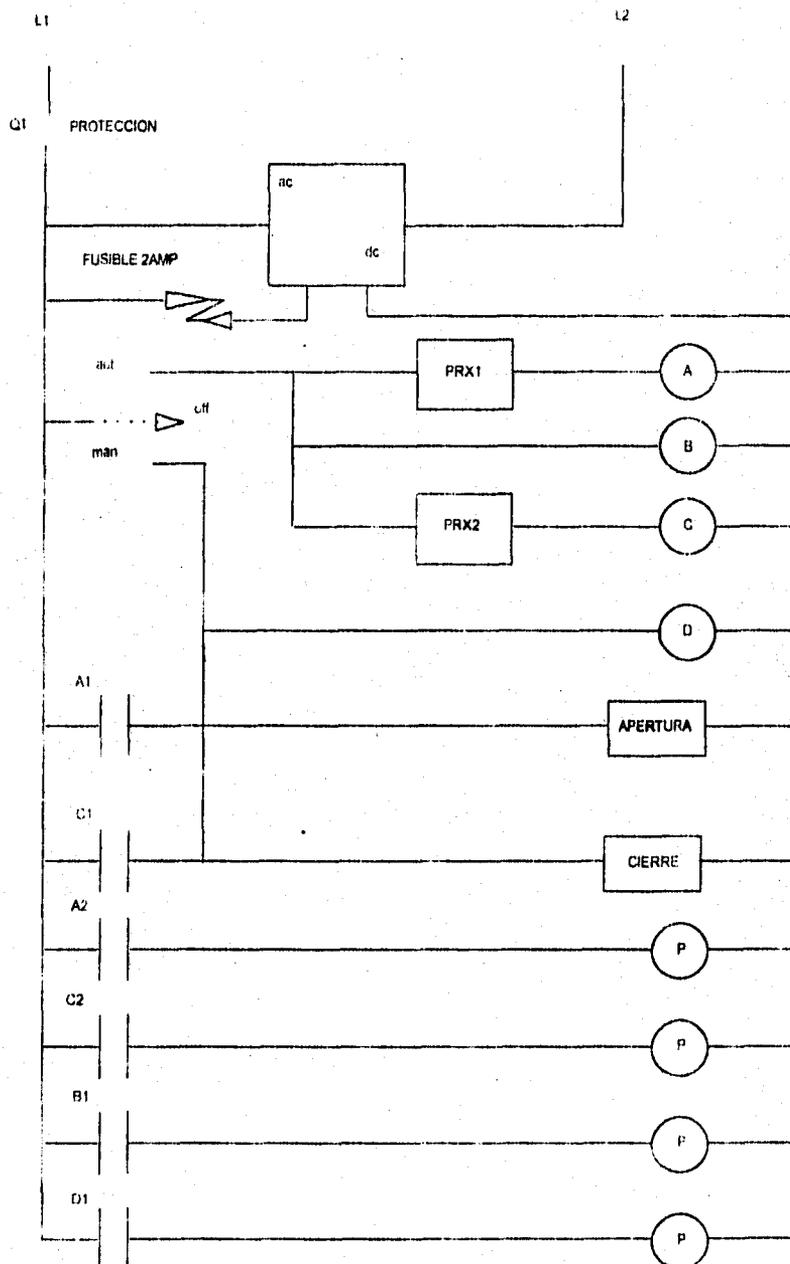
Colores verde, amarillo, rojo y azul

Tensión de alimentación 24V

- **7) SELECTOR DE TRES POSICIONES AUT-OFF-MAN**

Modelo ZB2-BJ5

DIAGRAMA ELECTRICO

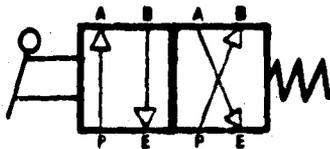


CAPITULO V

APENDICE

SIMBOLOGIA DE EQUIPO NEUMATICO

SECCIONES DE UNA VALVULA

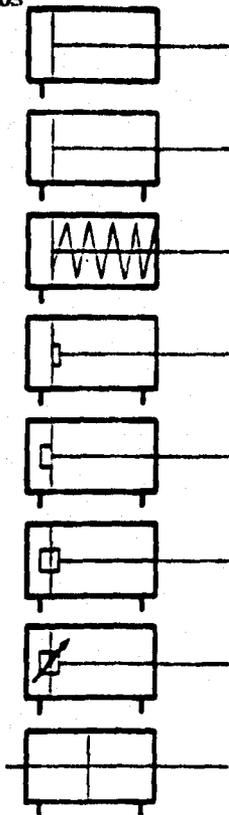


P ————— **PRESTION**
E ————— **ESCAPE**
A B ————— **PUERTOS DE TRABAJO**

ACTUADOR CILINDROS

CUERPO

RETORNO



SIMPLE ACCION REGRESO POR PESO

DOBLE ACCION

SIMPLE ACCION REGRESO POR RESORTE

AMORTIGUADO FIJO (cabeza delantera)

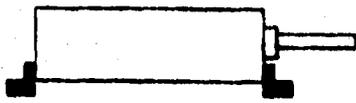
AMORTIGUADO FIJO (cabeza trasera)

AMORTIGUADO FIJO (ambas cabezas)

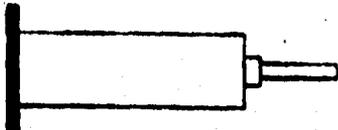
AMORTIGUADO REGULADO (ambas cabezas)

DOBLE VASTAGO

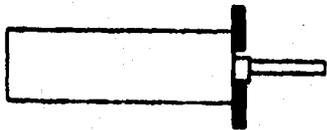
ALGUNAS FORMAS DE FIJACION DE CILINDROS



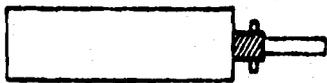
DE PIE



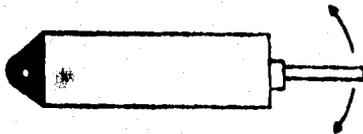
BRIDA POSTERIOR



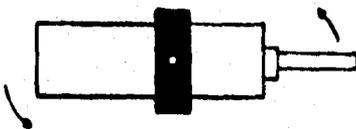
BRIDA ANTERIOR



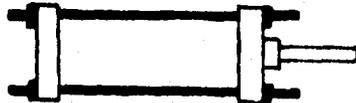
CON ROSCA



OSCILANTE POSTERIOR



OSCILANTE CENTRAL

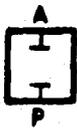


CON VARILLAS PASANTES

VALVULAS DIRECCIONALES



DOS VIAS NORMALMENTE ABIERTA



DOS VIAS NORMALMENTE CERRADA



DOS VIAS DOS POSICIONES



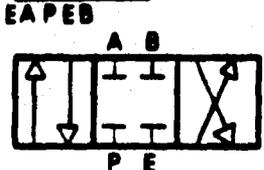
TRES VIAS DOS POSICIONES



CUATRO VIAS DOS POSICIONES



CINCO VIAS DOS POSICIONES

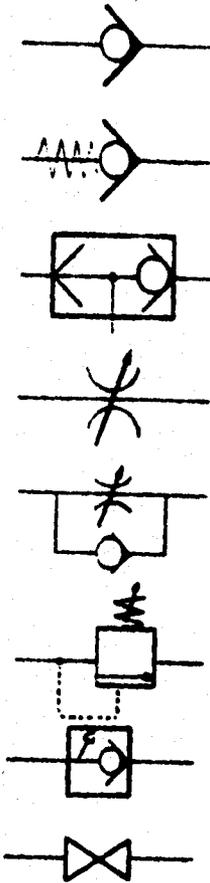


CUATRO VIAS TRES POSICIONES



CINCO VIAS TRES POSICIONES 63

VALVULAS



CHECK

ANTIRRETORNO

**DOBLE CHECK O
SELECTORA**

**REGULADORA DE FLUJO
(ambas direcciones)**

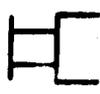
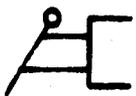
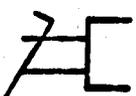
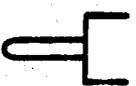
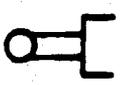
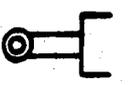
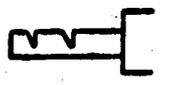
**REGULADORA DE FLUJO
(una sola dirección)**

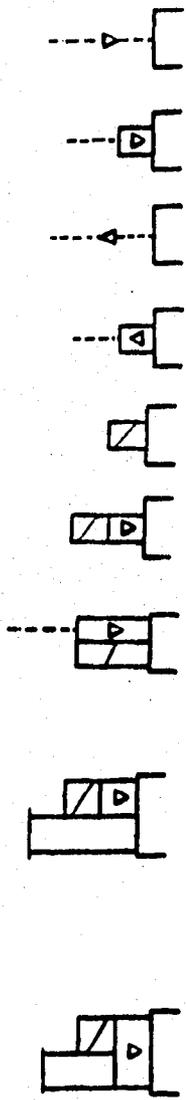
DE ALIVIO

DE RAPIDO ESCAPE

DE PASO

ACTUADORES PARA VALVULAS DIRECCIONALES

	MANUAL
	BOTON
	PALANCA
	PEDAL
	EMBOLLO
	RESORTE
	LEVA
	RODILLO
	RETENCION
	PILOTO DIFERENCIAL



PILOTO DE CARGA

PILOTO DE PURGA

SOLENOIDE

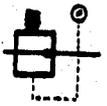
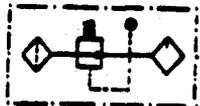
SOLENOIDE PILOTO

**PILOTO DE CARGA Y
SOLENOIDE**

**SOLENOIDE CON PILOTO
INTERNO Y OPERADOR
MANUAL**

**SOLENOIDE Y OPERADOR
MANUAL CON PILOTO
INTERNO**

SIMBOLOGIA DE EQUIPO NEUMATICO

	COMPRESOR
	MOTOR DIRECCIONAL
	MOTOR BIDIRECCIONAL
	MOTOR DIRECCIONAL DE CAPACIDAD VARIABLE
	MOTOR BIDIRECCIONAL DE CAPACIDAD VARIABLE
	ACTUADOR ROTATORIO
	FILTRO
	REGULADOR C/MANOMETRO
	LUBRICADOR
	FILTRO - REGULADOR - LUBRICADOR (FRL)
	F-R-L SIMPLIFICADO



LINEA DE DIRECCION



LINEA PILOTO



LINEA DE DESCARGA



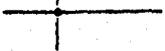
PILOTO INTERNO



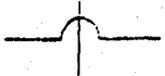
DIRECCION DE FLUIDO



LINEA FLEXIBLE



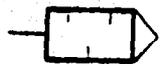
CONEXION FIJA



CRUCE DE CONEXIONES
NO UNIDAS



DESCARGA



SILENCIADOR



MANOMETRO



SECADOR

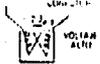
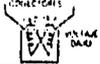
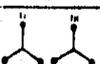
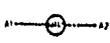


ENFRIADOR

SIMBOLOGIA DE EQUIPO ELECTRICO

RELEVADOR DE CONTROL		INTERRUPTOR DE PIE N.A.	
RELEVADOR TERMICO DE SOBRECARGA		INTERRUPTOR DE PIE N.C.	
RELEVADOR MAGNETICO		INTERRUPTOR DE PRESION N.A.	
RELEVADOR DE TIEMPO		INTERRUPTOR DE PRESION N.C.	
RESISTENCIA ESTANDAR		INTERRUPTOR DE FLOTADOR N.A.	
INTERRUPTOR DE SEGURIDAD		INTERRUPTOR DE FLOTADOR N.C.	
INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO		INTERRUPTOR ACTUADO POR TEMPERATURA N.A.	
INTERRUPTOR DE LIMITE N.A.		INTERRUPTOR ACTUADO POR TEMPERATURA N.C.	
INTERRUPTOR DE LIMITE RETENIDO ABIERTO		INTERRUPTOR DE FLUJO N.A.	
INTERRUPTOR DE LIMITE N.C.		INTERRUPTOR DE FLUJO N.C.	
INTERRUPTOR DE LIMITE RETENIDO CERRADO		INTERRUPTOR MANUAL DE PALANCA	

SIMBOLOGIA DE EQUIPO ELECTRICO

BOBINAS MAGNETICAS UN VOLTAJE		CAMPO SERIE DE MOTOR DE C.D.	
BOBINAS MAGNETICAS DE VOLTAJE DUAL		MOTOR C.A. MONOFASICO	
		MOTOR C.A. MONOFASICO DE DOS VELOCIDADES	
CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO		MOTOR C.A. TRIFASICO	
CONTACTO NORMALMENTE CERRADO		MOTOR C.A. BIFASICO CUATRO HILOS	
CONTACTO ABRE CON TIEMPO		MOTOR C.A. DEVANADO BIPARTIDO DOS VELOCIDADES	
CONTACTO CIERRA CON TIEMPO		MOTOR C.A. PAR CONSTANTE DOS VELOCIDADES	
FUSIBLE ESTANDAR		MOTOR C.A. PAR VARIABLE DOS VELOCIDADES	
LUZ INDICADORA ESTANDAR	 A - AMARRILLO R - ROJO G - VERDE B - AZUL	MOTOR C.A. POTENCIA CONSTANTE DOS VELOCIDADES	
ARMADURA DE MOTOR DE C.D.		MOTOR C.A. ESTRELLA DELTA	
CAMPO DERIVADO DE MOTOR DE C.O.		MOTOR C.A. CONEXION ESTRELLA EMBOBINADO DIVIDIDO	

SIMBOLOGIA DE EQUIPO ELECTRICO

CONTROL LOCAL EN CUBIERTA	ARRANCAR 	BOTON TRABAJO PESADO DOS CIRCUITOS 			
	PARAR 	SELECTOR DOS POSICIONES 	ADELANTE 	ATRAS 	
INTERRUPTOR DE ENCHUFE 		SELECTOR TRES POSICIONES 	MANUAL 	FUERA 	AUTO 
BOTON ESTANDAR 	NORMALMENTE ABIERTO	SELECTOR MECANICAMENTE ACOPLADO TRES POSICIONES 			
BOTON ESTANDAR 	NORMALMENTE CERRADO	DOS HILOS DISPOSITIVOS PILOTO 			
"SELECTOR DE PRESION" ROTATIVO BOTON CON ANILLO SELECTOR DE DOS POSICIONES	PULSADOR 	MARCHA 	TRANSFORMADOR DE CONTROL BAJO VOLTAJE 		
			AUTO TRANSFORMADOR PARA ARRANQUE A VOLTAJE REDUCIDO 		



ELECTROVALVULA



SENSOR DE PROXIMIDAD



CONVERTIDOR

BIBLIOGRAFIA

PROGRAMA DE FABRICACION FESTO PNEUMATIC

Tecnología Técnica Industrial

Shrader Bellows Parker

1a Edición

Editorial grupo idea S.A.

MANUAL PARA EL INSTRUCTOR Y EL ALUMNO

Degem Systems

1a Edición

NEUMATICA

Iniciación al personal de montaje y mantenimiento

Manual de FESTO DIDACTIC

Berkheim

Septiembre 1976

MANUAL DE PRACTICAS CON DISPOSITIVOS NEUMATICOS

Gerardo Contreras

Xalapa, Veracruz

Tesis 437

NEUMÁTICA INTRODUCTORIA

Technical System Inc.

Minneapolis; Minesota

BIBLIOTECA PROFESIONAL

Konrrad Siesling

Circuitos neumáticos, regulación y mando de maquinaria

CONCLUSIONES

Finalmente podemos concluir que invirtiendo unos miles de pesos en tratar de modernizar los equipos viejos se logran dos objetivos esenciales:

- *Alargar la vida útil de la maquinaria, ya que por la crisis económica por la que cruza el país, difícilmente se puede adquirir equipo nuevo con una tecnología mucho mayor.*
- *Mejorar los procesos haciendolos cada día más eficientes, logrando una mayor productividad reduciendo costos de producción, mano de obra y materia prima entre otros.*

Así pues, de esta manera se finaliza este trabajo de tesis esperando sea de utilidad a las personas interesadas en el tema y recordando que una de las funciones del ingeniero dentro de la industria es mejorar los procesos de trabajo haciendolos más eficientes y productivos.

Una vez más agradezco a la universidad que me acogió en su regazo para ser un profesionalista y una persona útil a la sociedad...

... "Por mi raza hablará el espíritu"