

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

‘ ‘ A R A G O N ’ ’

DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN
PROGRAMA DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA EL
COMPRESOR AIRTEK MODELO 20 COMO
PARTE INTEGRANTE DEL SISTEMA
NEUMATICO DE LOS TROLEBUSES DEL
SERVICIO DE TRANSPORTES
ELECTRICOS DEL D. F.

T E S I S
S E M I N A R I O

Que para obtener el Titulo de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Presenta:

EDUARDO HELGUEROS PASTOR
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F. 1994



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 está 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.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
POR SER LA ESCUELA QUE PERMITIO MIS LOGROS
PROFESIONALES

A MIS PROFESORES Y A MI

ASESOR DE TESIS

ING. ARQUIMEDES SOLIS TELLEZ
POR SER LOS QUE GUIARON MIS
PASOS HASTA LLEGAR A LA
CULMINACION DE MI CARRERA
PROFESIONAL Y LA REALIZACION
DE ESTE TRABAJO.

A MIS PADRES:
ALFREDO Y REBECA
Y A MI HERMANA:
SILVIA
POR SU APOYO Y
CARIÑO, QUE ME
IMPULSAN HACIA
DELANTE.

POR SUS CONSEJOS Y SU APOYO

A: ALFREDO
MARIA EUGENIA
ALFREDO

INDICE

Introducción	1
CAPITULO 1.- Características y Componentes del Sistema Neumático	
1.1 El Sistema Neumático	5
1.2. El Sistema de Frenado	6
1.2.1 El Sistema de Circuito Simple	7
1.2.2 El Sistema Dual	13
1.3 El Sistema de Puertas	24
CAPITULO 2.- El Compresor Air-Tek	
2.1. Características Generales	27
2.2. Elementos Principales que Forman un Compresor Air-Tek	29
2.3. Aditamentos Adicionales Reguladores de su Operación	
2.3.1 Gobernador	36
2.3.2 Motor Eléctrico	44
2.3.3 Lubricantes	49
2.4. Función del Compresor Air-Tek	57
CAPITULO 3.-Lineamientos del Mantenimiento	
3.1 Definición de Mantenimiento	60
3.2 Fases del Mantenimiento	60
3.3 Factores del Mantenimiento	64
CAPITULO 4.-Programa de Mantenimiento Preventivo	
4.1 Función del Mantenimiento Preventivo	69
4.2 Plan de Mantenimiento Preventivo	70
CAPITULO 5.-Programa de Mantenimiento Correctivo	
5.1 --Plan de Mantenimiento Correctivo	76
5.2.- Instalación de los Componentes del Compresor Air-Tek	82

5.3 Prueba que debe Cumplir un Compresor después de un Mantenimiento Correctivo	99
CAPITULO 6.- Analisis de Costos	109
6.-1 Pronóstico y Costos	112
Conclusiones	133
Bibliografía	135

INTRODUCCION

La utilidad que representa el uso del aire en nuestro tiempo, es cada vez más variada; Las ventajas que representa al trabajar con él, son significativas: es económico su proceso al abundar en el medio ambiente y no necesita algún tratamiento especial para su utilización. Un inconveniente representaría la aparición de agua al ser trabajado o conducido en ductos y/o depósitos y al acumularse en ellos, presentandose la corrosión en los materiales, más sin embargo, con un óptimo mantenimiento éste problema quedaria eliminado.

Para obtener mayor presión por parte del aire, se han manufacturado equipos y/o máquinas, que aumentan su presión por arriba de la presión atmosférica, uno de ellos, se denomina COMPRESOR, y cuando vá acompañado de un motor eléctrico recibe el nombre de MOTOCOMPRESOR.

Estas máquinas operan en forma similar a las máquinas de combustión interna y ámbas máquinas cuentan con algunos componentes similares; aunque el compresor no realiza ningún tipo de combustión, sino que, aspira, comprime y desaloja con mayor presión al aire.

Su capacidad varia según el trabajo a realizar, aunque por lo general la compresión que logre desarrollar un COMPRESOR, también tendra relación directa además de los factores propios del mismo, con el tipo de lubricación con que cuenta.

En lo que se refiere al objetivo de ésta tesis para compresores que operan en el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, se trata de COMPRESORES AIR-TEK modelo 20, para trabajo pesado, o bién, para transporte masivo.

Existen diversos tipos de compresores instalados en unidades de autotransportes y muchos de ellos aunque por el tipo de sistema neumático que es diferente, su principio de funcionamiento es similar; Debido a la capacidad del autotransporte y sus requerimientos.

El motocompresor es el elemento principal del sistema neumático, ya que gracias a éste equipo, el autotransporte realiza operaciones de frenado principal, de estacionamiento y apertura y cierre de puertas.

El cambio de tipo de trolebus del Marmon Herrington al MASA 500T carrocería SOMEX, implicó el cambio de motocompresor Bendix Tu-Flo 500 Autolubricado al AIR-TEK modelo 20, que es el compresor objetivo de ésta tesis.

Cabe hacer mención que éste tipo de compresor tiene similares características con los utilizados en camiones de transporte de RUTA 100, aunque lo que difiere es la marca que es: Tu-Flo 500. La similitud se debe a que aunque la empresa RUTA 100 utiliza el mismo tipo de autotransporte, éstas unidades cuentan con máquinas diesel y su compresor va directamente instalado a las poleas de ventilación de la máquina.

Por otro lado, un trolebus al tener como fuente de poder la energía eléctrica y contar con un motor principal de corriente directa, su capacidad es menor a la capacidad que puede

desarrollar una máquina de combustión interna diesel, por tal motivo, el peso del trolebus en bruto es menor para dar pie a poder tener excedente para la carga que representan los usuarios, y de ahí que el compresor sea de menores características técnicas.

Mediante este trabajo se intenta formular un Programa de Mantenimiento para el Compresor Air-Tek, observandolo cuidadosamente. desde su función dentro del sistema neumático, sus componentes y piezas de que consta, su correcto ensamble y sus adecuados parámetros para obtener de él su óptimo funcionamiento, hasta la correcta disposición de los mecanismos que intervienen en su operación dentro de un trolebus, como son: tubería, Gobernador, motor, y lugar de operación. para llegar a un óptimo plan de mantenimiento preventivo y correctivo adecuados, pasando por las pruebas que debe cumplir el compresor en el banco de pruebas para ser aceptado y poder ser instalado en un trolebus.

Para la realización de un programa de Mantenimiento tanto Preventivo como Correctivo, el Ingeniero en Mantenimiento debe seguir las bases preestablecidas internacionalmente para realizar un mantenimiento en general y analizar el desempeño de la empresa para poder formular el programa más idóneo del cual, se obtengan los mejores resultados y así mismo cuente con la aceptación del personal encargado de dar el Mantenimiento directamente.

Debido a que las empresas generalmente buscan el mayor rendimiento posible de sus equipos con la mínima inversión en ellas; el Ingeniero teniendo presente lo anterior debe combinar

conocimientos de administración con conocimientos técnicos para conseguir el objetivo de las empresas; y crear un programa de Mantenimiento en el que se obtengan beneficios mediatos e inmediatos, respecto al presupuesto destinado a los equipos, en este caso el Compresor Air-Tek modelo 20.

El ingeniero debe fundar su programa en un estudio profundo tanto de los pasos a seguir, la difusión de la Técnica a emplear, como, de la forma de realización del Mantenimiento, y de la observancia de los resultados mediante un Analisis de Costos que nos marcará, además, del alargamiento de la vida útil de nuestro Compresor, el grado de efectividad de los programas de Mantenimiento elaborados para el mismo.

CAPITULO 1.- CARACTERISTICAS Y COMPONENTES DEL SISTEMA NEUMATICO

1.1 EL SISTEMA NEUMATICO

Esta conformado por cuatro sistemas que son:

Sistema de Frenado

Sistema de Puertas

Sistema de Limpiaparabrisas

Sistema de Dirección.

El sistema Neumático tiene como finalidad la de proveer aire comprimido a los diferentes mecanismos con que cuentan los sistemas que lo conforman.

Los elementos principales del sistema Neumático son; El Motocompresor, depósitos de almacenamiento de aire y la red de tuberías encargadas de conducir el aire comprimido a donde se requiera, así como también, de las válvulas que lo accionan.

El Compresor de aire es el elemento principal en el sistema Neumático de un trolebus, ya que es el encargado de proporcionar el elemento de trabajo (aire comprimido), através de este sistema, el aire llega a los puntos de empleo.

Para obtener un Sistema Neumático adecuado y que satisfaga las necesidades de operación en este caso de un trolebus; se debe cuidar la relación presión de descarga del Compresor-Diámetro Nominal de la Tubería, para obtener de los mecanismos un funcionamiento que responda a nuestras necesidades. Esto es, en el momento de accionar por medio de una válvula obtener una respuesta inmediata del sistema que accionamos y esto se logrará si tenemos la presión adecuada dentro del sistema Neumático, satisfaciendo

las características de los elementos o mecanismos alternos, entendiéndose por elementos alternos, aquellos que operan por la acción del aire comprimido y quienes son los que realizan la última fase del sistema, como: Actuador de Puertas, Camaras de frenado, Actuadores de Limpiaparabrisas, etc.

Debido a que el enfoque de esta tesis es hacia el Mantenimiento del Compresor de aire como elemento y no al diseño del mismo, no se tratará el estudio de presiones y unicamente se enfocará a los sistemas de mayor frecuencia de uso, como son: El Sistema de Frenado y el sistema de Puerta, las que por su demanda constante de aire comprimido regulan el funcionamiento Del Compresor. Por tal motivo, es necesario tener un control de las funciones de estos sistemas para evitar un exceso de la demanda y con ello un número mayor de arranques del Motocompresor.

1.2 EL SISTEMA DE FRENADO

Es el encargado de detener lenta o rápidamente al trolebus, el accionamiento se hace en las cuatro ruedas, por tal motivo, el requerimiento de aire comprimido es grande, así como también, el número de veces que se acciona este sistema, debido a las situaciones que se presentan en una ciudad como la nuestra.

Dentro del sistema de frenado se han empleado diferentes marcas de mecanismos y por tal motivo, encontraremos que en el mecanismo seguido es el mismo, cada proveedor tiene distinta manera de clasificar sus modelos.

Todo empieza al momento en que se pisa el pedal del freno que no es más que una válvula, la cual regula la presión con que saldrá del depósito el aire comprimido hacia las rotocámaras que accionarán unos resortes que harán que las balatas se adhieran al tambor y disco y así detener su giro. Concretamente esto es lo que sucede en el sistema de frenado, pero es necesario conocer más de cerca estas válvulas para tener una perspectiva más amplia de lo que sucede con el aire que provee nuestro Motocompresor,

1.2.1 EL SISTEMA DE CIRCUITO SIMPLE

Es el más usado dentro de la operación de frenado de los trolebuses y se usa en unidades de peso bruto liviano. Cuenta únicamente con un circuito primario que realiza las dos funciones: Suministro y entrega en la misma cámara (figura 1).

La Válvula WAGNER de pedal tipo FG (figura 2), que cuenta con una operación provista de un control de precisión del sistema de aire para medir la aplicación de la presión en proporción a la fuerza con la cual opera la válvula básicamente opera por un pedal; o por medio de un eslabón de cilindro el cual está provisto con presión hidráulica controlado por un cilindro maestro; o por acción de una vara que opera al eslabón. Para controlar la fuerza de aplicación contra el resorte retenedor (figura 3), se transfiere al resorte de medición la cual cambia, a golpe, la reacción del pistón contra su resorte de retorno. Durante este golpeteo el pistón hace contacto con un resorte de carga en la válvula entrada-vacío. El vacío de la cámara está sellado como el pistón se encuentra a la válvula y entonces el continuo golpeteo decrece en la válvula permitiendo que el

aire se comprima dentro del flujo de descarga (figura 4), portado en la Camara. Bajo la presión de frenado, la fuerza de la reacción del pistón esta balanceada. La reacción del pistón, y la compresión del resorte de medición hasta el equilibrio entre las fuerzas, así se asume la posición, la cual permite al resorte hacer cargar a la válvula entrada-vacio (figura 5) para sentar y sellar la entrada teniendo al mismo tiempo al conducto de vacio cerrado. La reacción del pistón ahora posee restos en una posición hasta un cambio en el control de fuerza desbalanceada, una para admitir incrementos en la presión del aire y otra para el sistema de vacio.

La marca BENDIX proporciona la válvula E-1 que es una válvula de los frenos de circuito sencillo montada en el piso y que puede ser operada mediante palanca o mediante pedal.

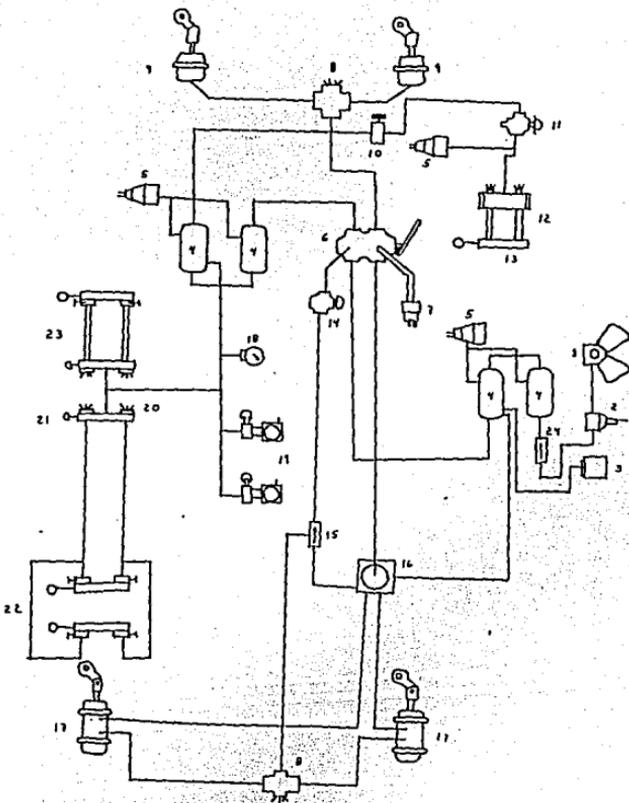


Figura I.- SISTEMA DE CIRCUITO SIMPLE

COMPONENTES DEL CIRCUITO SIMPLE

- 1.- Compresor
- 2.- Válvula de seguridad
- 3.- Gobernador
- 4.- Depósitos de aire
- 5.- Purgador
- 6.- Válvula de pie
- 7.- Interruptor señal de alta
- 8.- Válvula de escape rápido
- 9.- Camara de freno
- 10.- Válvula estranguladora ajustable
- 11.- Válvula de dirección de potencia
- 12.- Válvula sensora
- 13.- Cilindro de dirección
- 14.- Válvula de freno de estacionamiento
- 15.- Válvula Check dos pasos
- 16.- Válvula de relé
- 17.- Camara de freno (Rotocamaras)
- 18.- Manómetro
- 19.- Actuadores de limpiaparabrisas
- 20.- Válvula de puerta trasera
- 21.- Válvula de puerta delantera
- 22.- Cilindro de puerta trasera
- 23.- Cilindro de puerta delantera
- 24.- Válvula Check un paso

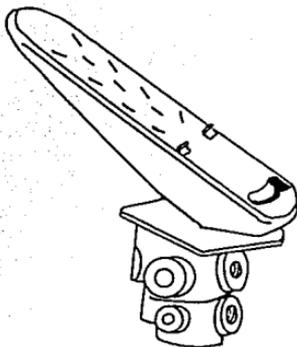


Figura 2.- VALVULA DE PEDAL
WAGNER TIPO FG

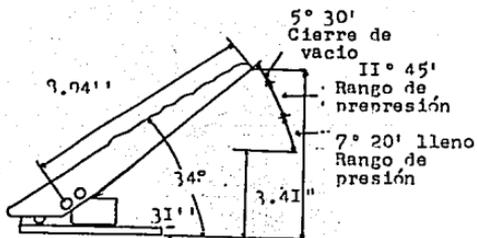


Figura 2a.- RANGOS DE APLICACION
DEL PEDAL TIPO FG WAGNER

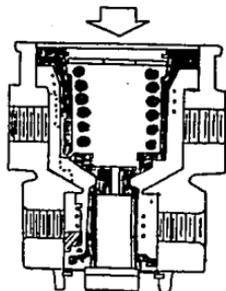


Figura 3.- POSICION
DE RETENSION

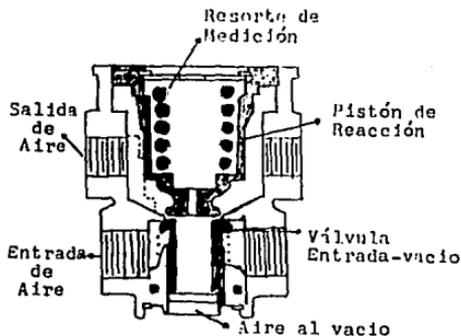


Figura 4.- POSICION DE
ESCAPE

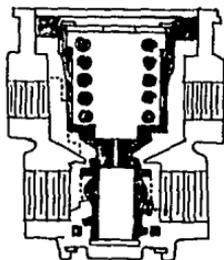
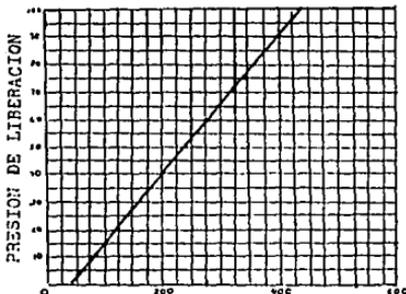


Figura 5.- POSICION DE
APLICACION

APLICACION DE LA VALVULA TIPO FG
FUERZA DE SUMERSION VS PRESION DE LIBERACION



FUERZA DE SUMERSION

Las válvulas de los frenos de circuito sencillo BENDIX E-2 y E-3 están montadas en el piso y son parecidas a la WAGNER. Las características operativas de estas válvulas producen una sensación especial de frenado. Son idénticas entre sí, a excepción que la E-3 proporciona una carrera de pistón un poco más larga una sensación de suavidad que la E-2. Las dos válvulas se caracterizan por la inserción de cartucho, la cual permite la retirada de la válvula de entrada y de escape sin tener que quitarse la línea.

La válvula de seguridad protege al sistema de frenos de aire contra una acumulación excesiva de la presión del aire. Se deberá instalar en el mismo tanque al que está conectada la línea de descarga del compresor.

Las válvulas de seguridad se pueden conseguir en los estilos ajustable, que es la que utiliza normalmente un trolebus (ST-1); y no ajustable (ST-3), en varios rangos de presión y con M.P.T. de 1/4" ó 3/8".

1.2.2.- EL SISTEMA DUAL

Se usa en unidades provistas de equipamiento adicional eléctrico reostático y en trolebuses articulados.

Cuenta con dos circuitos, uno primario y otro secundario, en uno se realiza el suministro de aire comprimido y en el otro la entrada de aire hacia mecanismos alternos que realizan la última etapa de la función neumática.

Este sistema requiere de válvulas adicionales y de un depósito de aire adicional por tal motivo su empleo no es muy frecuente (figura 6).

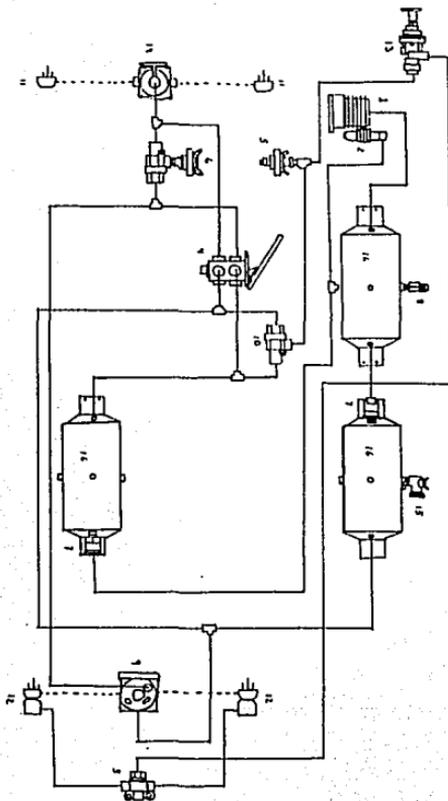


Figura 6.- SISTEMA "DUAL" DE FREIOS DE AIRE

El sistema Dual brinda un frenado más seguro para unidades más pesadas con las características de suavidad que nos proporciona el sistema de circuito simple.

COMPONENTES DEL SISTEMA DUAL

- 1.- Compresor
- 2.- Gobernador
- 3.- Válvula de escape rápido (trasero)
- 4.- Válvula de pedal
- 5.- Switch indicador de presión baja
- 6.- Switch indicador de alta tensión
- 7.- Válvula Check un paso
- 8.- Válvula de emergencia de relé
- 9.- Válvula relay
- 10.- Válvula Check dos pasos
- 11.- Camara de freno
- 12.- Camara de freno (Rotocamaras)
- 13.- Válvula de control
- 14.- Válvula de escape rápido (delantera)
- 15.- Válvula de seguridad (actuador de seguridad)
- 16.- Depósitos de aire.

Las Válvulas De Los frenos de circuito dual (figura 7) utilizan dos suministros separados y circuitos de entrega para el frenado secundario y de servicio. El número uno, o porción del circuito primario, está operado mecánicamente mediante la acción del pedal y del pistón. El número dos, o el circuito secundario, opera

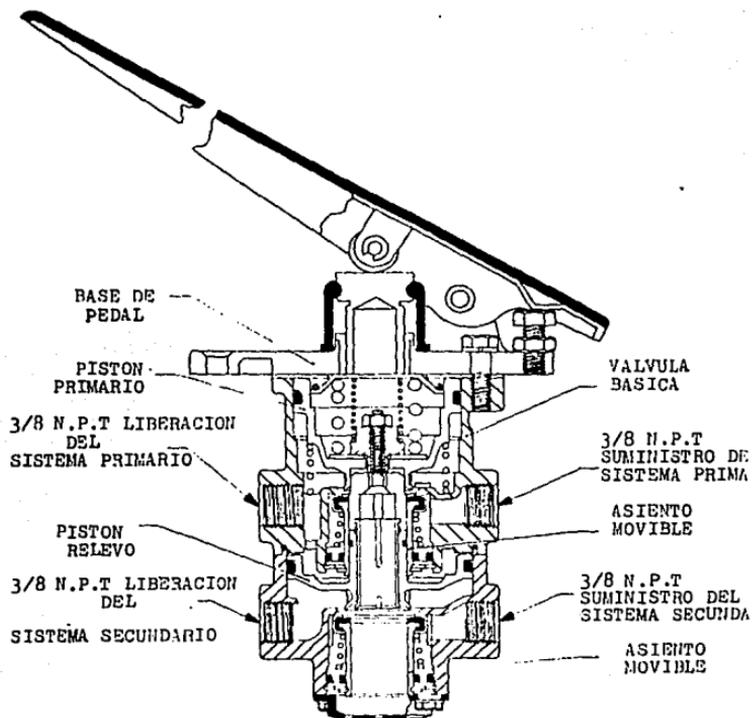


Figura 7.- VALVULA DE PEDAL DE CIRCUITO DUAL

normalmente como una válvula de relé, con aire de control entregado desde el circuito primario número uno. En el modo de emergencia (cuando el suministro primario está averiado), la válvula de entrada secundaria es abierta mecánicamente mediante un empujón a través de la fuerza mecánica que viene del pie del conductor desde el pedal, del pistón o del pistón primario. Estas válvulas cuentan con circuitos separados de suministro y de entrega.

La Válvula de Emergencia de Relé es una válvula de función dual. Bajo condiciones normales de frenado, sirve al sistema como una válvula de relé, aplicando y soltando los frenos de servicio. La parte de emergencia de la válvula siente la presión de la línea de suministro y presiona la caída del suministro por debajo de un mínimo predeterminado, la válvula automáticamente aplicará los frenos de servicio del vehículo desde su depósito protegido.

El Actuador de Seguridad DD-3 es un actuador del freno de diafragma doble con tres funciones: freno de servicio, freno de emergencia y de estacionamiento. Cuenta con un mecanismo de cigre de rodillo mecánico para estacionar. Debido a este mecanismo único de cierre, es necesaria una válvula de control de inversión.

El tipo 24 es la que se encuentra operando generalmente en los trolebuses.

Válvula de Escape Rápido (figura 8), su función es dejar salir al aire rápidamente desde el dispositivo controlado a través de está, la cual está colocada normalmente junto al

dispositivo controlado, lo que es preferible a que el aire expulsado regrese y salga a través de las válvulas de control. Esto hace que disminuya el tiempo de desenganche, que es la acción en la cual el trolebus se encuentra estacionado con los frenos aplicados, se dice que se encuentra amarrado.

Generalmente estas válvulas están diseñadas para funcionar dentro de una presión de control de 1.P.S.I.

Válvula de Control de Empujar-tirar, esta válvula no es automática y permanecerá en la posición aplicada (botón dentro) sin importar la presión de suministro o de entrega.

Válvula Check, es una válvula que se utiliza para evitar que el aire regrese, en zonas donde no debe existir contra flujos ya que esto ocasionaría anomalías de funcionamiento; se coloca después del compresor para que en éste exista un vacío para que pueda aspirar más aire nuevo. También evita que los diafragmas permanezcan en una sola posición por la existencia del aire sin desalojar, esto principalmente ocurriría en las rotocámaras después de haber sido accionadas.

La válvula check doble también tiene la misma función, solo que tiene dos pasos.

Cámaras de Freno (figura 9), Tiene la función de convertir la energía del aire comprimido en fuerza mecánica y movimiento. Esto actúa el eje de levas que a su vez opera el mecanismo fundamental del freno forzando las zapatas o patines de freno contra el tambor del freno.

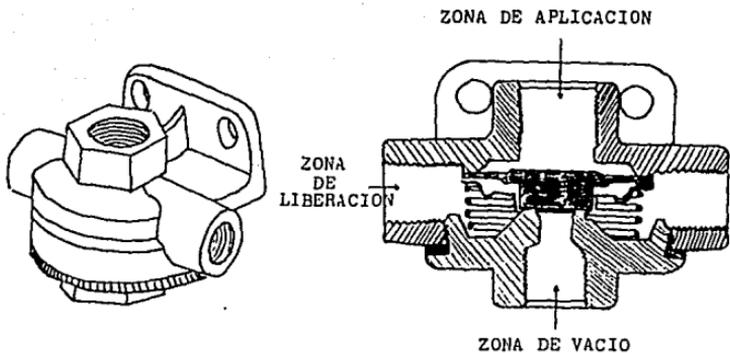


Figura 9.- VALVULA DE ESCAPE RAPIDO

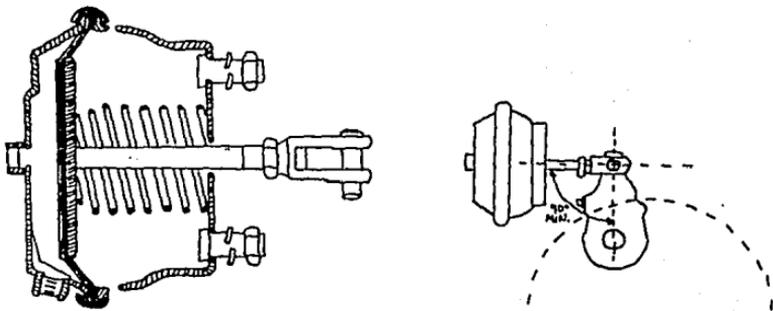


Figura 9.- CAMARA DE FRENADO

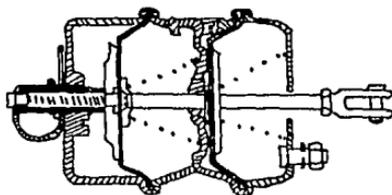
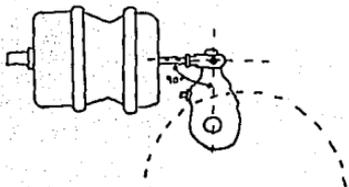


Figura 10.- CAMARA DE FRENADO (ROTOCAMARA)

Cuando el aire entra a la camara fuerza al diafragma contra el resorte, esto provoca que la barra guia salga de golpe accionando al sistema de freno. Cuando la fuerza del aire es suspendida, el resorte regresa a su posición original y con él la barra guia y el diafragma.

El diafragma es de nylon y neopreno tipo estandar. El neopreno tiene incrustaciones de caucho de alta tensión y el nylon es resistente al aceite, y combinados ofrecen alta resistencia y flexibilidad.

Todas las partes de la Camara de freno son resistentes a la corrosión o son niqueladas para evitar la oxidación.

El área efectiva de la Camara y consecuentemente el rendimiento es calculado en relación uno por mitad de golpe aproximadamente.

La Típica presión de aire usada para determinar los requerimientos de frenado es la de 60 P.S.I.

$$\begin{array}{l}
 \text{libra-pulgada} \\
 \text{torque de la} \\
 \text{flecha - leva}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 \text{Sq. pulgadas} \\
 \hline
 \text{Area de} \\
 \hline
 \text{la Camara} \\
 \hline
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 \text{P.S.I.} \\
 \hline
 \text{presión} \\
 \hline
 \text{del aire} \\
 \hline
 \end{array}
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 \text{pulgadas} \\
 \hline
 \text{Longitud de} \\
 \hline
 \text{la barra} \\
 \hline
 \end{array}$$

El tipo de camara usado en un trolebus es el 36, y sus características son:

Area Efectiva_____36 pulgadas cuadradas
Diámetro Exterior_____9 pulgadas
Carrera Máxima_____3 pulgadas
Carrera Máxima cuando se deberán reajustar los frenos 1 1 /4"
Golpe_____3 pulgadas
Diámetro del diafragma_____8 13/16 pulgadas
Peso_____15.50 libras
Proporción de Volumen_____115 pulgadas cubicas

Las Rotocamaras (figura 10), son similares a las Camaras de frenado, sólo que son más grandes ya que en estas se realizan dos funciones; una de ellas, es el frenado de servicio y otra es el frenado de estacionamiento. Las Rotocamaras se localizan en las ruedas traseras, por tal motivo el frenado de estacionamiento si es aplicado, únicamente son las llantas traseras las que quedan accionadas.

Las Rotocamaras cuentan con dos diafragmas, uno para el accionamiento del freno de servicio y otra para el frenado de estacionamiento. Su función es similar a lo que sucede dentro de la camara de frenado, cuando entra la presión del aire a la camara el diafragma se flexiona haciendo que el resorte se contraiga y la barra guia se desliza hacia fuera. Cuando el aire es liberado el diafragma regresa junto con la barra a su posición normal debido a la acción del resorte.

Para reajustar las Rotocamaras es necesario quitar el tornillo que se encuentra en la parte trasera de la misma, para dejar escapar totalmente el aire y poder así tener a los diafragmas en su zona inicial de trabajo. El tornillo se gira posteriormente en sentido antihorario hasta tener una saliente de 1 3/8 de pulgada y de esta manera queda calibrado el sistema de la rotocamara; esta operación se hace en cada rotocamara.

La Rotocamara es del tipo 36 para tener una relación de 1 a 1 con respecto a las camaras de frenado delanteras y tener así un frenado suave del trolebus.

Las características son las siguientes:

Area Efectiva_____36 pulgadas cuadradas

Diámetro Exterior_____7 5/8 pulgadas

Carrera Máxima_____3 1/2 Pulgadas

Carrera Máxima cuando se deberán reajustar los frenos 2 5/8 pulgadas.

El diafragma es del tipo rodante que proporciona una larga vida útil y da una fuerza constante de salida a través de toda la carrera.

Por lo general unos frenos bien ajustados liberan o requieren de ocho libras de presión de aire, mientras que unos frenos mal ajustados requieren de doce libras de presión de aire.

Lo anterior nos denota que un factor que nos disminuiría el funcionamiento de nuestro compresor Air-Tek sería tratar de mantener ajustados los mecanismos (válvulas, camaras de frenado, etc.)

para evitar el desalojo constante de aire comprimido. Ya que la acción de frenar no se puede limitar por ser una acción de prioridad dentro de la función de un trolebus y de cualquier otro auto motor; es necesario dar un ajuste confiable y oportuno que nos daría una menor demanda para nuestro Compresor Air-Tek.

1.3 EL SISTEMA DE PUERTAS

Este sistema utiliza unos actuadores que son los que operan o requieren del aire comprimido.

Consta de una válvula de empujar-tirar (figura 11), que permite el paso del aire comprimido hacia un cilindro metálico llamado boster (figura 12), que tiene en su interior un pistón sumergido en sus 3/4 partes en aceite. En cada extremo del boster recibe el aire, esto es, por un extremo el aire comprimido hace que el pistón entre al boster; con esta acción la puerta se abre, mediante una pequeña válvula de escape rápido o purgador el aire que se concentro en el boster es expulsado al medio ambiente para que al cambiar de guía en la válvula de empujar-tirar entre el aire comprimido por el otro extremo del boster y su pistón salga cerrando las puertas y nuevamente éste aire es expulsado al medio ambiente por una válvula de escape rápido o purgador .

En este sistema existen muchas posibilidades de que existan fugas de aire ya que posee dos tipos de tubería. Una tradicional metálica que conduce al aire comprimido por debajo del trolebus y otra de tipo manguera (encordado de hule), que es la que conecta a la tubería metálica con la válvula empujar-tirar y con los bosters. Para cada puerta (trasera y delantera) existen un conjunto de válvula empujar-tirar con sus respectivos bosters.

Para unir a los dos tipos de tuberías entre sí se utilizan abrazaderas de tornillo y por tal motivo es necesario revisar estas abrazaderas en su ajuste para evitar la fuga de aire. Otro factor que puede provocar fugas e incluso fallas en la válvula empujar-tirar es el desajuste o desnivelación de las puertas; ya que esto puede provocar una mayor fuerza en el pistón quien al recibir una fuerza en su otro extremo provocará que la varilla del pistón regrese, levemente y con esto el cuerpo del pistón creará una contrapresión que afectará a la válvula empujar-tirar que a cada acción la ira menguando en su funcionamiento.

Debido a que la acción de abrir y cerrar de puertas es una función que se realiza muy continuamente y principalmente en la puerta trasera; las pequeñas válvulas de escape rápido o purgadores, son mecanismos que tienden a sufrir desgastes más continuamente. Generalmente este desgaste hace que al realizar alguna función, ya sea abrir o cerrar la puerta, está válvula deje salir indiscriminadamente el aire comprimido.

Por tal motivo aunque el sistema de puertas es muy simple y consta de pocos elementos, estos deben ser revisados por lo menos cada 160 horas de trabajo, en su perfecta ejecución, además que esta revisión es muy simple ya que únicamente puede ser visual y de nivelación.

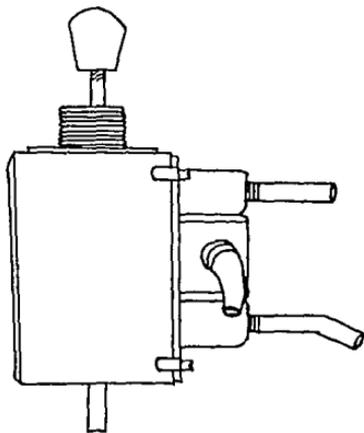


Figura II.- VALVULA ESPUMAR-TIRAR

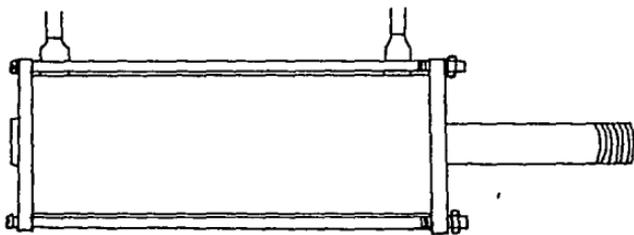


Figura I2.- CILINDRO DE PISTON (ROSTER)

CAPITULO 2.- EL COMPRESOR AIR-TEK

2.1.-CARACTERISTICAS GENERALES

El compresor de aire es del tipo para trabajo pesado; se denomina como: Máquina de Desplazamiento positivo recíprocante de simple efecto o de una etapa. Consta de dos cilindros enfriado por aire, la válvula de disco es removible para poderse inspeccionar sin remover la cabeza del cilindro. Bomba con desplazamiento positivo de aceite que provee lubricación y previene de arranque sin carga al compresor previniendo fallas catastróficas del compresor debido a la falta de aceite lubricante. El carter totalmente integrado para prevenir la contaminación por polvo o agua del aceite lubricante. La capacidad del compresor es de 11.75 SC FM. ó II PSI GAGE.

El compresor y el motor están montados en una base metálica provista de medios para el ajuste de las dos secciones "A" de las bandas "V" de transmisión.

La línea de descarga del compresor está provista de un depósito agitador (camara de pulsación), para remover las pulsaciones de control del aire al entrecruzarse con el aceite a baja presión el cual está provisto con una válvula de seguridad para prevenir fallas por probables bloqueos, desarrollándose en la línea de conducción.

El nivel de ruido del compresor no deberá exceder de 73 DBA a 5 mts.

Un switch de presión, una resistencia de campo y una resistencia de inducción, cuatro tacones de hule para absorber el impacto, suministrados opsionalmente si es instalado en planta. La resistencia limitadora del arco del conmutador que permite una mayor vida de los carbones del conmutador.

El compresor esta equipado con tapón magnético en la descarga del aceite. Y para su óptimo desempeño se recomienda un motor eléctrico especial para compresores de aire montados en vehículos de transportación rápida.

ESPECIFICACIONES:

Número de Cilindros _____ 2 pzas.
Diámetro de Cilindro _____ 3 1/2 "
Carrera del Pistón _____ 2 "
Velocidad Nominal _____ 1000 rpm.
Autolubricado
peso _____ 52 kg.
Ancho _____ 12.9 cm.
Largo _____ 21 cm.
Altura _____ 37.5 cm.
Portafiltro _____ Interno 10 micras reemplazable
Depósito de aceite _____ cárter totalmente integrado
Polea _____ # 740-2-UG Ranurada
Banda _____ Trapezoidal Gate HI Power II
a 64 EN "V"

CARACTERISTICAS TECNICAS

Gasto _____ 11.75 a 120 PSI
Presión de succión _____ 14.7 PSI 1.03 Kg/cm²
Presión de descarga mínima _____ 40 PSI 2.80 Kg/cm²
Normal _____ 100 PSI 7.03. Kg./cm²
máxima _____ 125 PSI 8.78 Kg/cm²

Bomba de Aceite Marca Dresser

Tipo ___Desplazamiento positivo
Gasto _____ 7/8 Litros
Presión _____ 2.109 Kg cm.

Válvula de Seguridad Tipo Prefija

Calibración _____ 135 PSI 9.490 KG/cm²

Motor Eléctrico Modelo _____ 1860 N

Tipo _____ 186 AT
Potencia _____ 3.5 CF
Volts _____ 600 DC Nominal

Devanado tipo Compacto

Clase _____ F
Armadura _____ 5.5
Rotación _____ 2 500 rpm (horario)
Servicio _____ Vehículo Transportación Masiva

2.2 ELEMENTOS PRINCIPALES QUE FORMAN UN COMPRESOR AIR-TEK

- 1.- Armazón ó Monoblock.- Es la parte del compresor que soporta, aloja y protege todos los componentes del mismo, suele fabricarse de materiales como: fundición gris y de fundición de aluminio.

2.- Cilindros.- Es la parte del compresor que guía al pistón y al mismo fluido, suele fabricarse de fierro gris hierro fundido y aleaciones de Aluminio dentro de estos cilindros se encuentran otros cilindros llamados camisas por donde originalmente se desliza el pistón, siendo éste reemplazable.

3.- Pistones .- Son elementos del compresor que estan en contacto con el fluido, ya que estos elementos son los que realizan la compresión al aire. Suelen fabricarse de hierro fundido, aleaciones de silicio y aluminio.

Un pistón debe tener características tales como:

- a) Ser ligeros
- b) Resistir altas temperaturas
- c) Tener buen acabado
- d) Tener buenas propiedades de fricción
- e) Tener un buen sellado con respecto al cilindro
- f) Debe resistir altas presiones

4.- Anillos del pistón.- Los anillos de compresión son presionados contra la pared del cilindro debido a su elasticidad y en esta forma se llena el espacio entre el pistón y el cilindro previniendose la fuga del aire de un lado del pistón a otro, estan fabricados hierro fundido y para alta resistencia con aleaciones de cromo y molibdeno.

El compresor Air-Tek requiere dos anillos de compresión y uno de aceite.

- 5.- Sellos de Flecha.- Son elementos que deben proporcionar una eficiente hermeticidad del fluido manejado, estan hechos de grafito y algodón trenzado.
- 6.- Vastago del Pistón.- Es el elemento que transmite la fuerza de la cruceta al pistón o inversamente transmite la fuerza del pistón a la cruceta. El vastago del pistón, esta hecho de acero forjado o por una aleación de acero tratado en caliente.
- 7.- Cruceta.-Es el elemento que guía al vastago del pistón al mismo tiempo que transmite la fuerza axial del vastago del pistón a la biela.
- 8.- Biela.- Es el elemento que conecta al pistón con el cigüeñal ó al cigüeñal con la cruceta. Normalmente son hechas de acero endurecido en aceite o acero forjado
- 9.- Cigüeñal.- Son usualmente de acero al carbón forjado después de la forja es sometido a un tratamiento térmico de normalización y finalmente es maquinado. Es

el

elemento en donde se concentran todos los esfuerzos a que se vé sometido el compresor. En él se colocan las bielas de los pistones (sobre su cuerpo) y sobre su eje delantero el volante.

10.-Válvula.- Son mecanismos que dirigen el momento y la duración así como también, la entrada del gas (aire) al cilindro y su descarga del mismo cilindro. Todas las válvulas que se usan en la actualidad son automáticas en su operación abre y cierra solamente por la presión diferencial del aire entre la parte inferior del cilindro y el conducto del aire del cilindro con la ayuda de un resorte para regresar a su posición original (o de cerrado). Las válvulas se dividen en dos clases:

Válvula de Succión.- Qué al contar con orificios más grandes en su base conducen al aire hacia el interior del cilindro.

Válvulas de descarga.- Esta a su vez tiene los orificios más pequeños y únicamente permite la salida del aire del cilindro hacia el exterior.

Existen además dentro de las dos clases de válvulas varios tipos de las mismas como son:

- a) Válvula de placa ó disco (figura 13)
- b) Válvula de canal (figura 14)
- c) Válvula de lengüeta o listón (figura 15)
- d) Válvulas de bolas (figura 16)

El servicio que se pide a una válvula de compresor es extraordinariamente pesado, cada válvula debe de abrir y cerrar cerca de un millón de veces en 24 hrs. por esta razón, las fallas en las válvulas se pueden atribuir a tres causas: Desgaste y fatiga, Materias extrañas y Acción mecánica anormal.

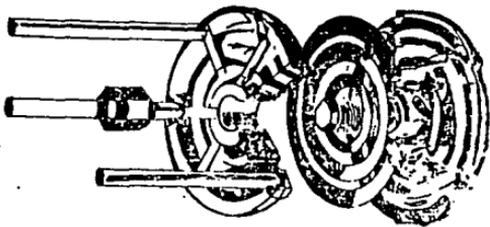


Figura 13.- VALVULA DE
PLACA CON RESORTE DE
VOLETA

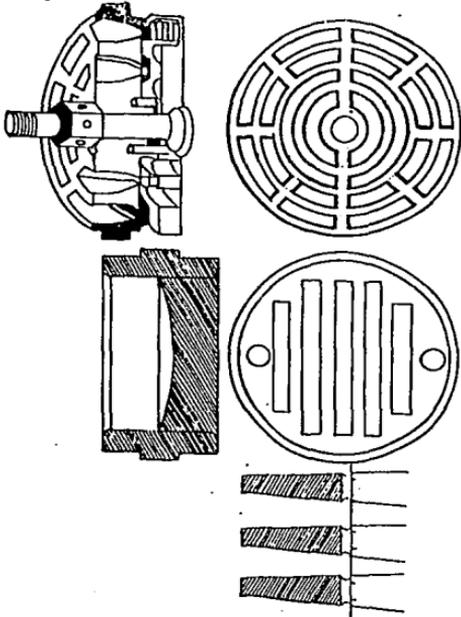


Figura 15.- VALVULA DE LISTON
ABRIENDO POR LA DIRECCION DE
LA LAMINILLA

Figura 13a.- VALVULA
DE DISCO

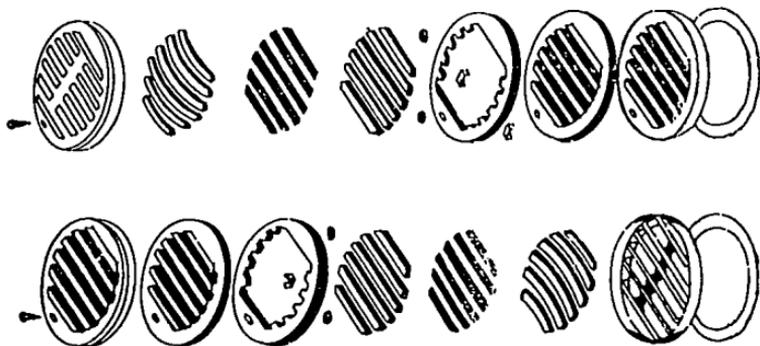


Figura 14.- VALVULAS DE CANAL

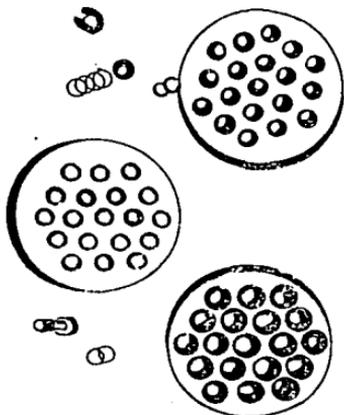


Figura 16.- VALVULAS DE BOLAS

- 11.- Bomba de Aceite.- Una bomba rotativa de aceite de aletas deslizantes, acoplada directamente al cigüeñal y localizada en el retén posterior en el extremo del compresor opuesta al volante, brinda lubricación de presión positiva. El rotor tiene cuatro ranuras radiales colocadas a 90 grados de distancia que llevan cuatro álabes metálicas longitudinales, cargadas por resortes. Su diámetro es un poco menor que el diámetro interior del cilindro de la bomba de aceite con el eje descentrado para que al girar el rotor, las aletas se mantengan extendidas durante el trayecto de la succión a la descarga y se retiren entre la descarga y la succión.
- 12.- Válvula de control.- Es un mecanismo de seguridad para el compresor cuando la bomba de aceite no proporciona adecuadamente la presión de lubricación; lo que ocurre en los tiempos de arranque y paro del compresor únicamente.
- 13.- Volante.- Es un elemento circular ranurado y balanceado el cual se encarga de transmitir el par (movimiento) del motor eléctrico al cigüeñal. De la relación entre la polea del motor y el volante dependerá la carrera de los pistones. El balance es de suma importancia ya que de su óptimo desempeño dependerá la vida útil tanto del cigüeñal como de los baleros que tienen una vida de diseño de 100 000 hrs.
- 14.- Cámara de Compensaciones.- Es un depósito cilíndrico ubicado a la salida del múltiple del Compresor que tiene la función de almacenar un poco de aire que se ocupará en los momentos de arranque únicamente, para evitar daños al Compresor por arranque sin carga.

15.- Múltiple.- Es un ducto que comunica la salida del aire descargado, originado por medio de las cabezas del Compresor. Es hecho generalmente de fundición gris.

2.3 ADITAMENTOS ADICIONALES REGULADORES DE SU OPERACION

2.3.1 GOBERNADOR

Un compresor no está diseñado para trabajar por largos períodos, y de hecho esto no sería posible porque el aire que va almacenado en los depósitos del trolebus, no es requerido en forma constante, esto es, que una vez llenos los depósitos bajo las acciones de frenado, apertura y cierre de puertas, ni aún accionándolas todas al mismo tiempo, los depósitos se descargan hasta las 90 libras sobre pulgadas cubica (psi), esto ocurre después de una serie de repeticiones de las anteriores operaciones del trolebus (frenado, apertura y cierre de puertas).

Por tal motivo es necesario un sistema que se encargue de accionar y detener las funciones del motocompresor.

Este mecanismo es llamado GOBERNADOR que es un switch, o un contactor en el circuito de poder del motocompresor, el cual controla la presión de aire en el depósito. El Gobernador detecta la presión reinante en el interior del depósito por la acción de un diafragma, abre cuando la presión alcanza su límite máximo y cierra cuando cae la presión al límite inferior, de esta forma el compresor automáticamente empieza a funcionar, o bien, se interrumpe su funcionamiento para mantener la presión del depósito en medio de los límites de calibración establecidos previamente.

Todos los Gobernadores utilizados en los trolebuses desde el modelo Flyer hasta el MASA son de diafragma.

Las variaciones más significativas han correspondido al tamaño de los Gobernadores y al desplazamiento de los mecanismos (de platino accionado por muelle) por pequeños circuitoselectrónicos corta corriente.

El Gobernador tipo MJ-A General Eléctric es un ejemplo de un Gobernador mecánico, que por la acción del diafragma sobre un pistón dentro de un cilindro determina el funcionamiento de unos resortes que accionan unas palancas que permiten o no el contacto de los contactores para seguir dando paso a la corriente eléctrica, o bien, interrumpirla.

El Gobernador puede ser ajustado a alguna presión en medio de los límites que están indicados por los primeros dos números de la placa quintar punto de especificaciones técnicas. Para incrementar los rangos de presión, es necesario darle vuelta a la derecha a los dos tornillos reguladores de presión localizados en la base del mecanismo, y para reducir el rango se debe dar vuelta a estos mismos tornillos a la izquierda. Es necesario que los dos tornillos giren al mismo tiempo de lo contrario el resorte puede atorarse.

El rango normal o la diferencia entre los valores extremos y los valores internos están indicados por los siguientes tres números de la placa, la cual muestra la clasificación del Gobernador, siendo éste el rango con que sale de fábrica a menos que de otro modo se especifique. El rango puede ser cambiado moviendo

el perno graduador a otro agujero de la barra guía, el agujero más alto dá un rango más amplio y el agujero más corto dá un menor rango.

INSPECCION Y MANTENIMIENTO

Para renovar al diafragma es necesario quitar los cuatro tornillos que unen al armazón con la cabeza del cilindro. Cuando se ha colocado un nuevo diafragma se emplea una delgada capa de aceite o papel parafinado en cada uno de los lados, para prevenir que el diafragma se pegue con el metal. Cuando un diafragma es reemplazado las cuatro tuercas las cuales lo aseguran con la cabeza del cilindro y con el armazón no deben estar demasiado apretadas, de otro modo, el rango de operación del Gobernador puede variar respecto con el cual fue calibrado originalmente. Esta presión de apriete del diafragma debe ser únicamente la suficiente para permitir el cierre y/o la abertura, evitando así que con el apriete se rompa o se dañe.

Para cambiar el resorte de operación, es necesario tomar por fuera al mecanismo y al mecanismo base. Para evitar que esté resorte salga disparado cuando se va a desarmar es necesario quitar la tuerca del tornillo que detiene al mecanismo base con el armazón. Cuando se reemplaza el resorte de operación se debe tener cuidado que no toque la parte interna del armazón. La parte del arco chute circundante a los extremos de contacto puede ser desconectado para poder limpiar y reparar los contactos. Esto se hace aflojando el perno el cual mantiene juntos al poste con las piezas y moviendo los dos tornillos en la parte superior del armazón.

La inspección de los extremos de los contactos del gobernador se realiza a intervalos regulares, se lijan los extremos para asegurar buen contacto cuando se juzga necesario. Para reemplazar el extremo de un contacto facilmente, unicamente se quita el tornillo que tiene en la base. El resorte que lleva el movimiento del extremo del contacto debe ser inspeccionado para ver si el contacto tiene una holgura propia de acción. La proporción de la holgura debe ser aproximadamente de 1/8 de pulgada. La presión en medio de los contactos debe ser checada cuando el Gobernador sea reparado. Esta presión no debe ser menor de 3 libras, o más de 5 libras midiendo 1/2 de pulgada desde el centro del perno, el cual une al resorte a la junta aisladora.

La presión de los extremos de contacto puede ser cambiada girando al resorte retenedor hasta el fin de los resortes de tensión. Para incrementar la presión en los extremos de contacto, se debe dar vuelta reteniendolos más adentro a los resortes; para disminuir la presión, dar vuelta hacia afuera. Como esto es sumamente importante, la tensión en los dos resortes debe ser igual, algún ajuste hecho a uno de ellos debe ser dado en el otro.

Sí por alguna razón la rosca se rompe, es necesario reemplazarla y conectarla posteriormente de la misma forma como fué removida. Sí las conexiones se realizan en forma invertida, el arco formado en los extremos de contacto puede golpear contra el reverso del arco chute y no podran ser extinguidos apropiadamente.

La limpieza es un factor importante en la propia operación y vida de un Gobernador de un compresor de aire; por tal motivo es necesario limpiar con un poco de petróleo las piezas móviles periódicamente, así como también inspeccionarlo, para conocer el estado físico de sus elementos.

Los diferentes componentes del Gobernador General Eléctric se muestran en la figura 17, que nos da una perspectiva más amplia de este tipo de Gobernador al momento de abrirlo; mientras que la figura 18 nos lo muestra en forma real con su tapa separada de él. La figura 17 a su vez servirá de marco de referencia para dictaminar la correcta posición de sus elementos y establecer un adecuado ensamblaje del mismo.

El Gobernador SQUARED (Figura no.19) es el arquetipo de los gobernadores eléctricos, su tamaño es más reducido que un gobernador mecánico y aunque su función es la misma su forma de actuar es diferente.

Cuenta con dos reguladores de presión, uno de alta presión y otro de baja presión. El de alta presión es el que primeramente recibe el aire de los depósitos. Consta de un cuerpo donde es alojado el diafragma que moverá al pistón comprimiendo al resorte según sea la fuerza que presente éste, ya que con el tornillo graduador se determina la fuerza que hay que vencer del resorte de tensión; mediante la lamina graduada y con el indicador de presión.

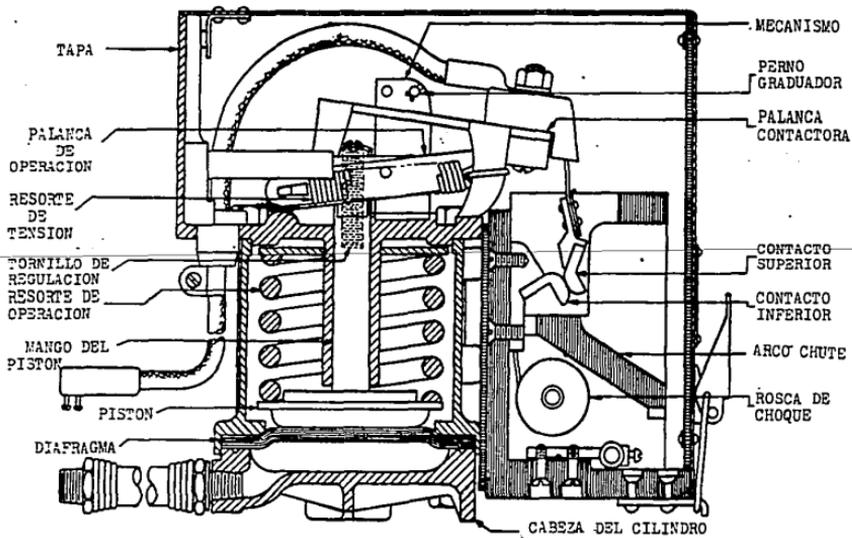


Figura 17.- GOBERNADOR TIPO MJ MARCA GENERAL ELECTRIC

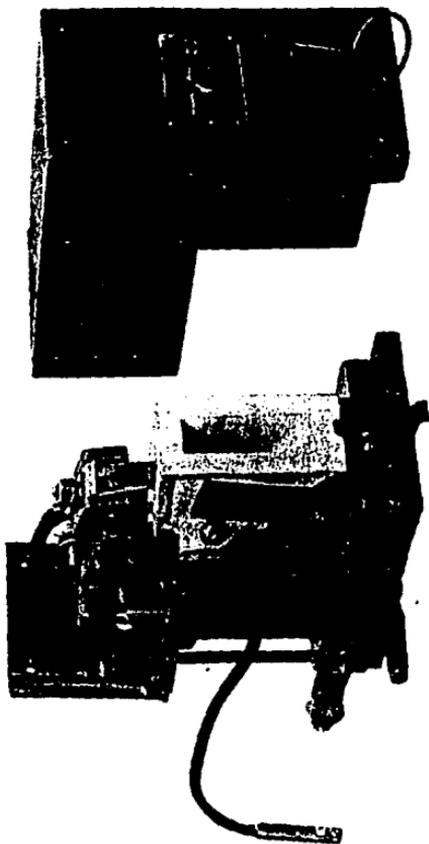


Figura 19.- GOBERNADOR DE VOICION MECANICA GENERAL ELECTRIC

La presión del aire comprimido al vencer la fuerza del resorte de tensión el vastago del pistón mueve a un platino que se encuentra accionando al contactor de doble acción (encendido y apagado), cuando se encuentre bajo la acción del platino se estará en acción de encendido, que implicará que permita el libre paso de la corriente eléctrica hacia el motor eléctrico; y cuando no este accionado no habrá paso de energía al motor eléctrico.

El contactor de doble acción se encuentra conectado en serie con el motor eléctrico y, en el actuarán otros dos platinos que cumplen con la función del contactor.

El regulador de baja presión actúa por la relación de distancias entre su pistón y el platino principal.

El regulador de alta presión nos da valores extremos de 150 a 75 PSI y la calibración normal de los gobernadores en los trollebuses es de 120 a 90 PSI, por lo tanto se coloca a la mitad de 150 y 75 PSI y con una vuelta y media al tornillo graduador de baja presión obtendremos el parámetro correcto de calibración de 90 a 120 PSI.

Esta calibración nos indica que el compresor Air-Tek estará operando dentro de estos rangos.

Cuando la presión en los depósitos baje a 90 PSI el platino principal presionará al actuador del contactor de doble acción para que al platino de encendido tenga contacto entre sus dos extremos dejando así cerrado el circuito eléctrico. Cuando se alcanza la presión de 120 PSI el vastago empuja al platino

principal para dejar de oprimir al actuador del contactor de doble acción separándose los extremos del platino de encendido y poniéndose en contacto los extremos del platino de apagado para absorber la caída de tensión, y abrir el circuito eléctrico.

El pistón del regulador de baja presión determinará la presión (distancia) que el platino principal ejerza sobre el actuador del contactor de doble acción.

Los Gobernadores de acción eléctrica como lo es el SQUARED, tiene una disposición como lo muestra la figura 19, que además de indicarnos la disposición de sus elementos nos ilustra gráficamente el elemento primordial del Gobernador SQUARED; que es el mecanismo donde recibe la presión del aire de los depósitos. Donde se aprecia la disposición del diafragma, del pistón, del vástago, etc., para que el Gobernador detecte la presión que existe dentro de los depósitos y, poder así regular el funcionamiento del Compresor Air-Tek para que este no sobretrabaje.

2.3.2 MOTOR ELECTRICICO

Es el elemento encargado de proporcionar el par (movimiento) necesario por medio de dos bandas que los transmiten de polea a polea es decir, del motor eléctrico al Compresor.

Se trata de un motor de inducción con un rotor devanado, que tiene un arrollamiento trifásico completo. Las tres fases del arrollamiento del rotor, usualmente se conectan en Y y sus extremos se conectan a unos anillos rozantes montados en el eje. Los devanados del rotor se ponen en corto circuito a través de un conjunto de escobillas que están en contacto con los anillos rozantes y se insertan resistencias exteriores en el circuito del

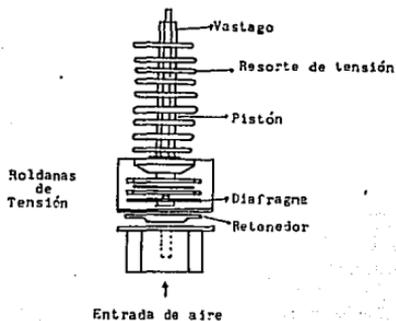
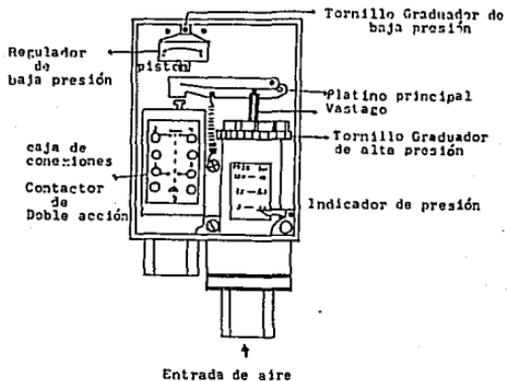


Figura I9.- GOBERNADOR ELECTRICO SQUARED

rotor para tener acceso a las corrientes del mismo a través de las escobillas; con esto se obtienen ventajas considerables para poder modificar las características del par-velocidad del motor.

Durante su operación se someten a interrupciones muy significativas en el suministro del voltaje, algunas veces hasta 2 ó 3 veces del suministro normal en la línea del voltaje. Además el flujo normal de voltaje puede fluctuar en un rango de 400 a 750 volts. del flujo normal que debe ser de 600 volts.

Una característica mecánica que debe cumplir el motor es la de estar construido para ser sometido a severos golpes y vibraciones debido a las condiciones del movimiento por la superficie de las calles, así como también, a enumeradas y variados elementos de contaminación tales como: polvo de balatas de freno, polvos de carbón, arena, humedad y salpicadura de las ruedas.

Por todo lo anterior es necesario que al motor reúna ciertas condiciones para que su operación sea larga y confiable, estas condiciones son:

- 1.- Contar con un ensamble que sujete a los baleros para prevenir daños por impacto o vibraciones.
- 2.- Contar con roldana de seguridad en todos los tornillos.
- 3.- Contar con un diseño eléctrico adecuado para optimizar la conmutación bajo los fenómenos transitorios (interrupciones, altos voltajes, etc.)
- 4.- Contar con una resistencia en serie para suavizar los efectos transitorios.

- 5.- Contar con campos de bobina compactos, para mejorar la regulación y aumentar la resistencia a las variaciones de la operación.
- 6.- Estar totalmente cubierto para minimizar la infiltración de contaminantes.
- 7.- Tener un fácil acceso a los carbones para ser inspeccionados y cambiarlos o poder dar limpieza al motor.
- 8.- Que la armadura sea resistente a alta temperatura y alta resistencia mecánica y que el conductor de campo se encuentre perfectamente aislado.
- 9.- Contar con un sistema de armadura totalmente aislado y sellado, para optimizar resistencia y contaminación.
- 10.- Tener tratamiento múltiple de barniz para adquirir penetración extra e impregnación del barniz en el embobinado de la armadura.
- 11.- Tener un tratamiento de barniz del bastidor del ensamble del campo de la bobina por medio de agregados de barniz para protección y sellado.

El rotor clase F se caracteriza por contar con unas barras profundas que proporciona una reactancia de dispersión bastante grande que hace que el par y la corriente de arranque se reduzca; este diseño se llama de arranque suave.

La figura 20 ilustra al motor eléctrico mostrándonos su parte interior, este es el prototipo a emplear para hacer funcionar al Compresor Air-Tek.

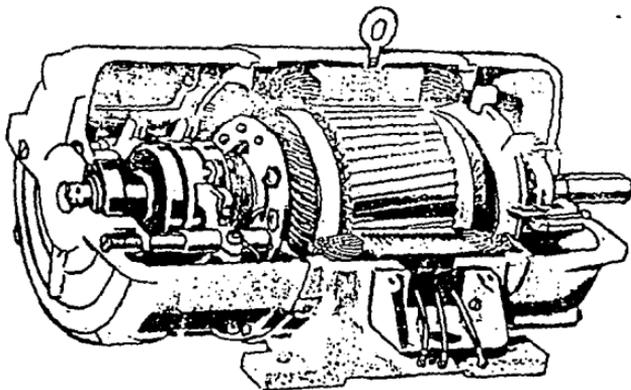


Figura 20.- MOTOR ELECTRICO

2.3.3 LUBRICANTES

La lubricación es un procedimiento empleado para reducir el desgaste por rozamiento, por tal motivo es un factor importantísimo para el óptimo desempeño de las funciones del Compresor Air-Tek. De hecho la lubricación determina en gran medida la comprensión que realiza el Compresor; ya que si no hay presión de aceite no habrá flujo de aire del compresor a los depósitos.

Otra función de la lubricación es la de evitar el rozamiento que es la resistencia al movimiento que se produce cuando una superficie es deslizada sobre otra. Por la constante tendencia al rozamiento de las piezas sujetas a deslizamiento sin una buena lubricación, las piezas presentarán desgaste.

Tres conceptos pueden mencionarse como causantes del rozamiento: Adhesión, Corte y Socavado.

Adhesión.- Es la tendencia a la unión produciendo una resistencia al deslizamiento, lo que ocasiona desgaste.

Corte.- Las superficies de los materiales nunca son perfectamente parejas aún las que aparecen muy tersas y pulidas, mirando a través de un microscopio se ve que están formados de diminutas depresiones y elevaciones, las que al interferirse al deslizarse un material sobre otro, ocasionan el corte de dichas elevaciones, provocando una resistencia al movimiento, y por ende un considerable rozamiento.

Socavado.- Otro factor que contribuye al rozamiento es el efecto Socavador producido cuando una protuberancia de metal penetra y excava en una superficie de metal menos dura.

Después de conocer lo anterior que tiene un alto porcentaje que se presenta en el Compresor Air-Tek, se llega a la conclusión que la función primordial del lubricante es la de evitar que las superficies se mantengan en contacto directo.

Se realizan diferentes métodos de lubricación dentro del Compresor que son:

Lubricación a película Delgada, que es la formación de una delgadísima capa entre los metales donde existe el deslizamiento.

Lubricación por salpique.- Escapa de los extremos de los muñones de biela y se esparce alrededor por la acción centrifuga de las manivelas del cigüeñal, formando una densa niebla de aceite lubricante dentro del carter y de esa manera se lubrican las paredes de los cilindros.

Existen características de velocidad, carga y temperatura que determinarán el aceite a emplear:

PARA:	USE:
Alta Velocidad	Aceite Ligero
Baja Velocidad	Aceite Pesado
Carga Ligera	Aceite Ligero
Carga Pesada	Aceite pesado
Baja Temperatura	Aceite Ligero
Alta Temperatura	Aceite pesado

Para poder elegir el aceite a emplear en nuestro Compresor Air-Tek después de conocer los métodos de lubricación, es necesario tener conocimiento de las características técnicas que rigen un aceite para un Compresor de aire recíprocante, así como también, algunas características generales de los aceites.

Viscosidad.- Esfuerzo tangencial o rasante que hay que vencer para separar dos porciones juntas de un fluido.

Índice de Viscosidad.- Cambio relativo de viscosidad con las variaciones de temperatura.

Punto Mínimo de Fluidéz.- Temperatura mínima a la que fluye el aceite por gravedad.

Residuo de Carbón.- Residuo sólido resultante de una destilación destructiva.

Aceite Mineral Puro.- Aceite derivado del petróleo libre de aditivos o de cualquier otro producto que modifique sus características.

Aceite Mineral sin tratar.- Aceite mineral puro sin tratamiento posterior a su destilación.

Aceite Mineral Tratado.- Aceite mineral puro que después de destilado se somete a tratamientos especiales para mejorar algunas de sus características.

Detergente.- En lubricación es un aditivo o un aceite con aditivo que tiene la propiedad de conservar la formación de depósitos dañinos. Un detergente puede también remover los depósitos recién formados.

Inhibidor.- Cualquier sustancia que retrasa o evita reacciones químicas como corrosión y oxidación.

Grados API.- Es una escala arbitraria relacionada al peso específico. La prueba se hace midiendo con un hidrómetro especialmente calibrado el desplazamiento del líquido a cualquier temperatura. Por medio de tablas se determina el valor corregido de 15.5° C. Los valores API se expresan en grados y se refieren a la densidad del aceite estudiado a 15.5° C.

En el método API la densidad del agua es de 10. Un número más alto que 10 significa que el producto es más ligero que el agua.

Demulsibilidad.- Es la habilidad de un fluido que es insoluble en agua para separarse de aquella con la que se ha mezclado en forma de emulsión. Entre más elevados son los índices de demulsibilidad, más rápidamente se separa el fluido del agua. La demulsibilidad se expresa algunas veces como la relación en centímetros cúbicos por hora durante los cuales el fluido se separa de la emulsión.

Una vez observado todos los puntos anteriormente expuesto se llega a la conclusión que el aceite ha utilizar en el Compresor Air-Tek debe cumplir con las siguientes características:

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ACEITE PARA EQUIPO NUEVO

TIPO: Mineral

Grado: SAE-30

No detergente

Anti-oxidante

Inhibidor de la corrosión

Composición que minimice la formación de Carbón

ANÁLISIS TÍPICO

Viscosidad de 210 ° F. SSU	64/70
Viscosidad de 1000 ° F. SSU	550/600
Índice de Velocidad	95/100
Punto d Fluidez	5 ° F
Temperatura de Inflación	480 ° F 248.88 ° C
Demulsibilidad a 130 ° F	30 minutos máximo

Todo lo anterior debido a que un aceite SAE-30 formará una ligera capa, pero a la vez suficiente para soportar el calentamiento propio de un equipo que no ha sufrido desgaste como lo es un Compresor Air-Tek nuevo. Ya que el juego existente entre sus componentes es muy mínimo, por tal motivo se dice que un equipo nuevo esta más apretado que uno usado.

Con estas características el aceite permite que los pistones vayan formando en las camisas de los cilindros un ligero desgaste que permita un desplazamiento más libre y con menor fricción para ir reduciendo paulatinamente el calentamiento propio de un equipo nuevo.

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL ACEITE PARA UN EQUIPO USADO

Tipo Mineral

Grado SAE-32

No detegente

Anti-oxidante

Inhibidor de la corrosión

Composición que minimice la formación de Carbón

ANALISIS TIPICO

Gravedad	32 ° API
Viscosidad Cinemática cSt (1) a 40 ° C.	32
Viscosidad SSU (2) A 1000° F	150
Indice de Viscosidad	95
Temperatura de Inflamación COC (3) F.	390° F 199 °C
Color ASTM	1.5
Temperatura mínima de Fluides	20.° F 7°C
Cenizas %	0.003
Prueba de Espuma en ml.	10

(1) Centímetros

(2) Segundos saybolt Universal

(3) Claveland Open Cup.

Debido al uso el juego entre componentes es mayor por la constante fricción existente entre ellos, haciendo necesario un aceite más denso como lo es el SAE-32; que aminorará el desgaste al formar una capa más gruesa. Así mismo, es capaz de eliminar lodos y/o obstrucciones en los ductos y componentes del Compresor, formados por los calentamientos y aspiraciones de impurezas que se van almacenando dentro del Compresor.

La lubricación de presión es instantánea en cuanto se pone en marcha el Compresor, eliminando así arranques en seco. Cuando se echa a andar el compresor, la bomba de aceite aspira aceite del colector, a través de un tamiz de malla angosta y del montaje de tubos y lo descarga a través de un paso perforado en el cigüeñal hacia los machos de la bielas. Los pistones, las paredes del cilindro y los cojinetes principales se lubrican por rociado o salpique con aceite lanzado de las bielas. El exceso de presión en el aceite se desvía al colector de aceite del Compresor por medio de una válvula de desfogue de bola con carga de resorte. Cuando el Compresor tiene intervalos muy cortos de alto total, es decir, cuando el Compresor trabaja continuamente, por muy alto que sea la calidad de aceite, el sobrecalentamiento provocará que el aceite se oxide volviéndose más viscoso y formará lodos y lacas que afectarán al Compresor; generalmente estos contaminantes se alojan en las válvulas de Seguridad provocando una compresión muy baja, lo que se conoce como: el Compresor no carga.

El esquema de la figura 21 nos muestra los elementos con que cuentan la bomba de aceite para tomar el lubricante del cárter del Compresor y hacerlo llegar a aquellos sitios donde exista fricción de metal con metal para evitar desgaste en los componentes del Compresor, y así brindar un buen desempeño de sus funciones.

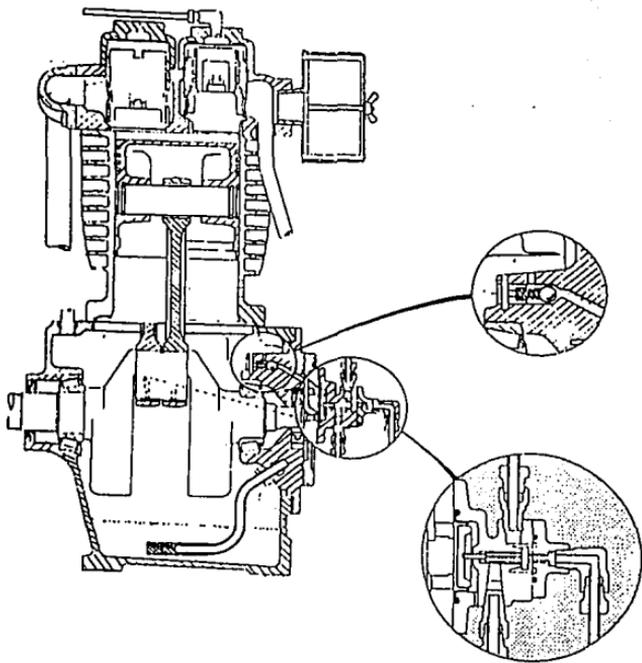


Figura 21.- MECANISMO DE LUBRICACION DEL COMPRESOR

2.4 FUNCION DEL COMPRESOR AIR-TEK

El compresor Airt-Tek tiene como función primordial, el suministro de aire comprimido al sistema de frenado, siendo este sistema el que más operación tiene junto al sistema de tracción. La ejecución de las camaras de frenado y/o rotocamaras que accionan las balatas contra el tambor o disco requiere de un constante flujo de aire durante la operación de un trolebus como miembro de un parque vehicular de transportación masiva.

El mecanismo de accionamiento de las camaras de frenado requieren de una rápida acción del aire comprimido, así como también, la rápida evacuación de ésté, para desactivar los frenos; la evacuación se realiza al medio ambiente, por tal motivo los depósitos se van vaciando haciendo necesario que se provea según el requerimiento de aire comprimido por parte del Compresor.

Otra función del Compresor es la de proveer aire comprimido al mecanismo de abrir y cerrar de puertas que funciona por medio de unos boster que al igual que las camaras de frenado evacuan el aire comprimido por medio de válvulas de descarga al medio ambiente. Esta función es la segunda en importancia respecto al número de veces en que se opera.

También los limpiaparabrisas funcionan con aire comprimido y la dirección es neumática para hacerla más suave, complementando así todas las funciones que realiza al Compresor Air-Tek dentro de un trolebus.

Para realizar estas operaciones es necesario estar proporcionando el aire comprimido a los depósitos según las necesidades y, esto ocasionará que el Compresor Air-Tek funcione y deje de funcionar en repetidas ocasiones, por tal motivo es necesario conocer el funcionamiento interno del Compresor y con esto tener un panorama más completo del mismo, y así poder determinar un Mantenimiento según sean las necesidades de operación de los componentes.

Al llegar la presión a 90 lb/pulg² el gobernador deja pasar corriente eléctrica hacia el motor, que empieza a girar por medio de la unión de su polea con el volante del Compresor bajo la ayuda de las bandas. Debido a que todo el aceite del compresor se encuentra en la parte baja del cárter y para evitar la fricción metal con metal existe un depósito llamado cámara de Compensación la cual provee aire por la acción de las válvulas de seguridad (cuenta con un pequeño pistón) A la válvula de control para la realización de la compresión. Hasta que por medio de las paletas del cigüeñal y por la acción de la bomba de aceite, son lubricadas las paredes del cilindro para evitar la fricción con el pistón; y el cuerpo del cigüeñal.

Es importante que el volante gire a razón de 1000 rpm para que el pistón pueda recorrer todo el cilindro y así aspirar el mayor volumen de aire y comprimirlo correctamente cumpliendo sus características originales de operación. Y salir con la presión adecuada por la válvula de descarga rumbo al depósito de aire.

Cuando ya existe lubricación la función de la válvula de control cambia para evitar que el aire comprimido regrese al compresor.

La correcta instalación de la bomba de aceite nos proporcionará la presión de aceite requerida para la descarga del aire Comprimido.

El volante cuenta con unas aspas diseñadas para aspirar el aire del medio ambiente y proyectarlo hacia los cilindros y cabezas del Compresor para evitar un calentamiento excesivo (los enfria).

Cuando se llega a las 120 lb/pug2 el gobernador interrumpe la corriente eléctrica parando al motor y con el Compresor y una vez más la válvula de control funciona cerrando la entrada del aire y abriendo para la salida del aire que se había aspirado hasta ese momento hacia el medio ambiente, lo que se conoce con la acción de "corte".

CAPITULO 3.- LINEAMIENTOS DEL MANTENIMIENTO

3.1 DEFINICION DEL MANTENIMIENTO.- El mantenimiento es la función que provee todos los medios necesarios para la conservación de los elementos físicos de la empresa en condiciones que permitan una operación continua con el máximo de eficiencia, seguridad y economía.

3.2 FASES DEL MANTENIMIENTO.- El mantenimiento tiene dos fases que son:

Fase de la administración Mecánica	}	Previsión
		Planeación
		Organización
Fase de la administración Dinámica	}	Integración
		Dirección
		Control

Todos los lineamientos de las dos fases responden a preguntas:

Previsión.- Qué se puede hacer ?

Planeación.- Qué se va hacer ?

Organización.- como se va hacer ?

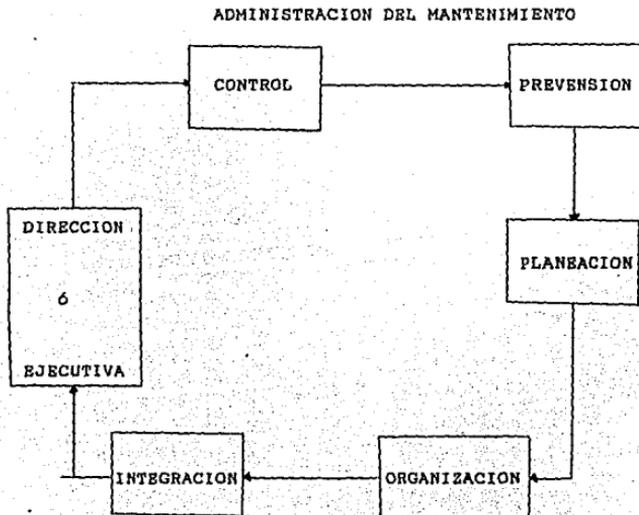
Integración.- Con quien o con qué se va hacer ?

Dirección.- ver que se haga?

Control.- Como se ha realizado ?

El mantenimiento tiene dos objetivos principales que son:
OBJETIVO TECNICO.- tiene la finalidad de conservar el funcionamiento de la empresa en condiciones seguras y eficientes para no interrumpir los servicios de la misma.

OBJETIVO ECONOMICO.- Se basa en utilizar los medios de que se dispone para sostener lo más bajo posible los costos de Mantenimiento del equipo e instalaciones.



PTO. DE PARTIDA

Es imposible tener un 100% de Mantenimiento Correctivo ó un 100% de mantenimiento Preventivo, ya que un trabajo involucra en ciertas ocasiones pasos de uno o de otro de los Mantenimientos.

Tiene mayor peso el Mantenimiento Preventivo porque de él se desprenden muchos factores importantes para conocer el desempeño del equipo y/o maquinaria.

El Mantenimiento se clasifica en Mantenimiento Correctivo y Mantenimiento preventivo.

El primero es el tipo de Mantenimiento que va corrigiendo las fallas imprevistas a medida que se van presentando y que en la mayor parte de las veces implica el paro de las máquinas, equipos, instalaciones, etc.

El Mantenimiento Preventivo será aquél que trata de anticiparse a las fallas y evitarlas al máximo, mediante la aplicación de sistemas rutinarios de trabajo (programas) que permitan controlar los períodos de producción en condiciones de máxima eficiencia y economía; para la aplicación de este tipo de Mantenimiento se necesita un alto grado de conocimientos técnicos y una organización eficiente.

La determinación del tiempo necesario para la implantación del Mantenimiento Preventivo está en función del tamaño de la planta, del tipo de producto que fabrica, de las condiciones de la máquina y el equipo, de los recursos disponibles y del grado de aceptación y convencimiento que se tenga del programa.

El objetivo del Mantenimiento Preventivo es el conocer mejor el estado físico y las condiciones de funcionamiento del equipo en general.

La ventaja del Mantenimiento Preventivo es que disminuye el tiempo en que una máquina o equipo queda fuera de operación.

BENEFICIOS

- Reducción de tiempos muertos por fallas imprevistas.
- Menor cantidad de desperdicios y piezas rechazadas.
- Aumento en la cantidad de producción.
- Mayor seguridad para los trabajadores.
- Eliminación de fallas repetitivas.
- Reducción del tiempo extra en Mantenimiento.
- Menor costo de las reparaciones.
- Mayor vida útil al equipo y/o maquinaria.
- Uniformidad de trabajo en todos los sistemas.
- Confiabilidad en la programación y costos estimados para el Personal de Mantenimiento.
- Mejor control de refacciones e inventario óptimo
- Reducción de activos innecesarios en la planta.
- Menor costo de fabricación.
- Identificación de los elementos con más elevado costo de Mantenimiento para su investigación y corrección.

3.3 FACTORES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO: El encargado del Mantenimiento preventivo deberá procurar seguir los pasos siguientes:

Conocer y analizar los objetivos de la fabrica para poder definir el objetivo del Mantenimiento.

Conocer a fondo el equipo que se maneja y tener conocimiento de las necesidades, planes, períodos y ritmos de la producción.

Estudiar y tomar en cuenta la capacidad y las habilidades del personal de Mantenimiento y del personal de producción que tenga que operar el equipo.

Establecer programas de adiestramiento en caso de que sea necesario.

Estudiar los diferentes planes de Mantenimiento aplicables a la planta en general y a cada uno de los equipo en particular.

Establecer los controles necesarios e indispensables para que el plan prefijado se cumpla.

Estudiar cada 3, 6 ó 12 meses beneficios, dificultades y fracasos del período próximo pasado.

Tomando en cuenta las conclusiones obtenidas en el punto anterior; iniciar una nueva acción que a fine, corrija o modifique el plan inicial.

PLANEACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.- Se elabora un plan a desarrollar para la implantación del mismo, que es observar que tipo de operaciones deben realizarse y con que frecuencia deben efectuarse. Para elaborar esta programación debemos tener en cuenta lo siguiente:

- a) Qué debe inspeccionarse?
- b) Con que frecuencia debe inspeccionarse?
- c) A que debe darsele servicio?
- d) Con que frecuencia debe darsele servicio?
- e) A que componentes debemos asignarles vida útil?
- f) De cuánto tiempo debe ser esta vida útil?

Para determinar los puntos anteriores debemos basarnos en los siguientes recursos técnicos:

- a) Recomendaciones del fabricante
- b) Experiencia propia
- c) Experiencia del trabajador
- d) Analisis de Ingenieria

PLANEACION DE LA FRECUENCIA DE INSPECCION

FRECUENCIA.- Es el período o intervalo ideal que existe entre la ejecución de las actividades o servicios de mantenimiento.

PROGRAMA.- Es la fijación de las fechas escogidas para llevar a cabo las actividades de Mantenimiento.

Para establecer la frecuencia debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- 1.- Antigüedad de la maquinaria o equipo (condición y valor del equipo).
- 2.- La carga o seguridad del servicio del equipo.
- 3.- Registro de seguridad del equipo.
- 4.- Susceptibilidad de siniestros (abusos del equipo, desajustes, etc.).

5.- Diferentes formas de desgaste de los componentes del equipo.

TIEMPO DE OPERACION.- Es el lapso comprendido en que la máquina es instalada, hasta que ésta es suspendida para su reparación general.

TIEMPO CALENDARIO.- Es el tiempo preestablecido de acuerdo al programa y condiciones de operación.

OPERACIONES SIMPLES.- Dentro de esta clasificación se señalan los equipos que no operan constantemente tomando unicamente el lapso de operación.

INSPECCION DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.- Ejecutada por los supervisores y el jefe de departamento y debe realizarse diariamente. Se debe inspeccionar:

- 1.- Partes expuestas a fallas mecánicas progresivas (desgaste de partes, corrosión, vibraciones, etc.)
- 2.- Partes expuestas a fallas por acumulación de cuerpos o materias extrañas (sistema de filtro y lubricantes, válvulas, tuberías, etc.)
- 3.- Partes expuestas a fallas por fuga (tuberías en general, sistema de aire comprimido, sistemas hidráulicos etc.)
- 4.- Donde existen indicadores (niveles de aceite, marcadores de presión, temperatura, etc.)
- 5.- Elementos que se inspeccionan funcionando (arrancadores, switches, etc.)

CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.- Se enfoca sobre los siguientes puntos:

El Control de Actividades Programadas.- Son las que han sido elaboradas por el departamento para proporcionar Mantenimiento Preventivo a los elementos físicos (programas anuales, mensuales, de inspección, de servicios, etc.)

El Control sobre Actividades Realizadas.-Se llevará a cabo por medio de la supervisión directa del jefe de departamento, supervisores y en ocasiones por el coordinador; sobre los trabajos que estén ejecutando los trabajadores del departamento de Mantenimiento.

TALLERES DE MANTENIMIENTO

MELCO (Mishubishi Eléctric Corporation).- Tiene a su cargo la inspección de tuberías y conexiones del Compresor Air-Tek, así como también, la limpieza y la verificación del nivel de aceite. En caso de que el gobernador este descalibrado también lo calibra.

Si el Compresor no se encuentra funcionando adecuadamente (no carga, vibra mucho, etc.), MELCO simplemente lo desmonta y lo manda al departamento de producción, quien por conducto del jefe de producción lo manda ya sea a MACOMSA (empresa externa al organismo), o bien, el personal del sindicato de tranviarios (ALIANZA) que da el Mantenimiento que sea necesario.

ATSA (Automatización y Tracción S.A. de C.V.) Tiene a su cargo el Mantenimiento Preventivo de los Compresores Air-Tek que se encuentran instalados en los trolebuses Somex número de serie 70. También verifica tuberías y conexiones del mismo.

MACOMSA (Máquinaria y Compresores S.A.).- Es la empresa encargada de realizar Mantenimiento Correctivo a los Compresores Air-Tek que manda al Departamento de Producción.

En caso de que el motor eléctrico sea el averiado, en todos los casos son reparados unicamente por trabajadores del sindicato de tranviarios (ALIANZA).

CAPITULO 4.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1 FUNCION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se entiende por Mantenimiento Preventivo, la función de proveer los servicios y medios necesarios para la conservación de los elementos físicos de un equipo en condiciones tales que permitan la operación del mismo con el máximo de eficiencia, seguridad y economía.

Un Mantenimiento Preventivo correctamente elaborado nos permite obtener un menor costo en las reparaciones, un alargamiento en la vida útil del equipo, un mejor control de refacciones e inventario óptimo y una identificación de los elementos con más tendencia a fallar para su investigación y corrección.

Existen ciertas actividades que certifican al Mantenimiento Preventivo como tal, es decir, de prevención; de llevar a efecto estas actividades se logrará obtener plenamente las ventajas antes descritas, estas actividades son:

Inspección.- Se realiza para verificar el funcionamiento seguro y eficiente del equipo.

Servicio.- Se realiza con el fin de conservar en óptimas condiciones el funcionamiento del equipo; los más comunes son:

Lubricación

Limpieza

Ajuste y

Pintura

Reparación.- Se realiza para corregir algunos detalles de los componentes del equipo, esta operación de carácter mayor o menor; puede ser el embobinado del motor, rectificación de poletas, etc.

Cambio.- Se realiza obedeciendo parámetros de duración, estado físico, recomendación de fabricantes, etc.

4.2 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Es importante realizar que antes de iniciar cualquier trabajo, se limpie totalmente el motocompresor externamente, para eliminar polvo y grasa con una pequeña brocha y/o trapo.

I.-SEMANAL

1.- Nivel de aceite: Checar que el nivel de aceite esté al margen del indicador del cárter, de no ser así, agregar.

A).- INSPECCION.- Después de haber quitado el tapón y de comprobar el nivel del aceite, introducir un dedo para poder obtener una prueba de aceite: verificando el estado del mismo; Si el aceite presenta residuos de metal o esta muy quemado o en el mejor de los casos si se encuentra bién. Para los dos primeros síntomas es necesario someterlo a otro tipo de Mantenimiento o inspección (determinación de fallas).

B).-LUBRICACION.- Si el aceite no se encuentra muy adelgazado simplemente añadir el faltante, si se trata de un Compresor de poco tiempo de vida (menos de un año) usar un aceite SAE 30 y si se trata de un compresor de mucho tiempo de vida (más de un año) usar un aceite SAE 32. Por el contrario si el aceite esta muy adelgazado y no hay otros sintomas que presupongan fallas, reemplazarlo totalmente por un aceite nuevo y del grado adecuado.

2.- Filtro de Aire: Es necesario desmontarlos del portafiltro para sopletearlos con aire a presión, ya que el polvo acumulado en éstos podria traer graves consecuencias en los componetes internos del Compresor.

A).- INSPECCION.- Verificar que los filtros sean los originales y que no se encuentren muy sucios y de ser así reemplazarlos por unos nuevos. Los filtros no deben estar golpeados ni humedos. Si el portafiltro presenta cejas de colocación es necesario cerciorarse que el filtro quede perfectamente embonado en las cejas, de lo contrario las cejas romperan el cuerpo del filtro por donde se colarán las impurezas del aire (polvo).

3.- Control de Paro y Arranque: Se refiere al Gobernador, que al ser un elemento eléctrico debe tener sus miembros libres de polvo, esto se realiza quitando la tapa para que con una brocha se elimine el polvo ahí acumulado.

A).- INSPECCION.- Se debe revisar que el Gobernador se encuentre dentro los parámetros establecidos de operación (de 90 a 120 PSI) esto se puede hacer con la ayuda del accionamiento de los frenos pisando frecuentemente el pedal de frenado hasta tener en el manómetro 90 PSI y en ese momento debe arrancar el Compresor y al llegar a 120 PSI debe detenerse, de no ser así es necesario mover los tornillos graduadores de alta y baja presión y repetir la prueba hasta obtener los parámetros establecidos; si no se logra tener los rangos sintomáticos de que el gobernador ya no sirve y de seguir operando mantendrá trabajando al compresor en condiciones irregulares riesgosas.

También es necesario revisar las conexiones que en el Gobernador se tienen para evitar falsos contactos que puedan dañar al motor eléctrico.

4.- Tanque de Almacenamiento de Aire: Escurrir el condensado del tanque.

A).-LIMPIEZA * Para una buena inspección del tanque de almacenamiento se deberá realizar una limpieza general del tanque, tanto exterior como interiormente. Esta operación se realiza para eliminar grasa y/o polvo.

B).-INSPECCION.- Se revisará que el tanque no este golpeado, que la pintura este en buen estado para evitar la oxidación y la penetración de la humedad al sistema. La válvula o llave del vacío no debe estar floja o dañada, el apriete no deberá ser excesivo y la fijación del tanque deberá ser la correcta (el tanque no debe moverse).

5.- Poleas, Bandas y Volantes: Se debe revisar su ajuste y tensión.

A).- INSPECCION.- El volante debe estar siempre limpio y proyectar el aire hacia el monoblock y cuerpo de cilindros para enfriarlos correctamente. Si existe polvo en éste el aire que proyecta hacia el compresor tendrá pequeñas partículas que se pueden introducir provocando fallas principalmente en la válvula de control y en las válvulas de seguridad creando paredes obstruyentes. El volante debe estar perfectamente alineado con la polea y no debe presentar juego.

Las bandas no deben estar muy tensas ya que esto provoca mayor carga al motor eléctrico; debe contar con una tensión al recargar el dedo de 2.5 cm. No deben estar resacas o quebradizas y presentar mucha fatiga, de ser así reemplazar las por unas nuevas.

Las poleas no deben estar muy desgastadas en sus ranuras que puedan permitir que las bandas se patinen ya que esto provocará sobre calentamiento en el motor eléctrico. No deben presentar juego y es necesario verificar que los baleros estén lubricados.

II.-MENSUALMENTE O 300 HORAS DE SERVICIO

1.- Aceite: Es necesario cambiar de aceite por uno nuevo pero es necesario primero limpiar perfectamente el carter con algún solvente preferentemente con gasolina o aceite diesel combustible para eliminar residuos acumulados en la base del

carter, teniendo la precaución de no mover el volante cuando todavía exista solvente dentro del carter.

2.-Fugas: Es necesario verificar que no existan fugas tanto en las conexiones como en la tubería y/o depósito de aire, con ayuda de aire y espuma de jabón. También a veces es necesario dar un pequeño apriete a las uniones, coples u conexiones.

3.-Realizar el mantenimiento semanal: Es necesario realizar los lineamientos del mantenimiento semanal para verificar el estado funcional de los elementos del motocompresor.

III.- SERVICIO CADA SEIS MESES

1.-Desconectar la fuente de poder: para verificar todas las conexiones eléctricas y el estado físico de las terminales así como, también de los alambres que conducen la corriente.

2.- Remover, limpiar e inspeccionar las válvulas del compresor. Reemplazar las válvulas si los discos muestran grietas, desgaste o si los resortes están rotos o muestran indicaciones de fatiga.

3.- Reemplazar los empaques de válvula, anillos "O", sellos de fieltro junto con las tapas de las válvulas, y los sellos de fijación.

4.- Antes de reinstalar los cargadores, aplicar una pequeña capa de grasa de silicón por la parte interior del buje de fijación y los sellos.

5.- Realización del mantenimiento mensual.

CAPITULO 5.- PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento Correctivo se dá cuando se presenta anomalías mayores en nuestro equipo y es necesario una inspección mas profunda. Generalmente las fallas se presentan en elementos que no tienen un fácil reemplazo, esto es, es necesario desarmar todo el equipo para llegar a ellas.

La presencia de estas fallas hacen que nuestro equipo no brinde ni en un mínimo necesario sus características técnicas de funcionamiento.

Del mantenimiento Correctivo también se logra recopilar mucha información en cuanto a periodos de vida de los componentes de nuestro Compresor Air-Tek, así como también de las posibles causas que provocan el deterioro de las mismas.

Aunque lo más apropiado en la realización de un Mantenimiento Correctivo es la sustitución de las piezas que presenten deficiencias, se debe recurrir al recurso de reacondicionamiento, para volver a usar esa pieza y obtener de ella el máximo rendimiento; Para ello es necesario que cuando se tome esta desición se este completamente seguro que de la reparación de la misma obtendremos el mismo desempeño de una pieza nueva y por consiguiente no afectará a ninguna otra pieza o piezas. Con el adecuado empleo del recurso de reacondicionamiento, también estaremos disminuyendo el costo del Mantenimiento en sí, y estaremos aprovechando correctamente nuestro inventario de piezas nuevas, ya que se utilizarán unicamente en casos en que la pieza se encuentre con desgaste severo.

El resultado inmediato de un plan de Mantenimiento Correctivo es, la obtención de un Compresor listo para volver a brindar las mismas condiciones técnicas con que fue dotado para satisfacer las necesidades del sistema. Además del seguimiento del plan de Mantenimiento Correctivo es importante proporcionar observaciones para realizar un adecuado ensamble de los componentes más complejos con que consta el Compresor Air-Tek.

5.1 PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Es importante revisar todas las conexiones tanto eléctricas como de las tuberías, antes de proceder a desmontar el Compresor para ver si la razón por la cual el Compresor necesita un Mantenimiento Correctivo viene dada de alguna anomalía externa para corregirla de ser necesario.

De no presentar algo anormal los componentes externos se procede a:

- 1.- Quitar todo el Polvo, Mugre etc., de las partes internas del compresor antes de proceder a remover sus partes interiores, con el objeto de evitar la entrada de partículas contaminantes que posteriormente ocasionaran daños más severos.

Para el Mantenimiento Correctivo hay que tomar en cuenta aspectos muy importantes para el desmontaje del compresor.

Se deberá eliminar polvo, grasa, residuos sólidos o líquidos esto se deberá hacer con una manta o lienzo que no deje pelusa u otros residuos similares.

En esta operación se seleccionarán las partes no dañadas que puedan volverse a utilizar, Se considera que las piezas utilizadas cumplen con las especificaciones del fabricante.

Tomaremos en cuenta que el mal funcionamiento de un Compresor se debe a algún tipo de falla que no se haya corregido inmediatamente o por partículas extrañas en el interior.

Si algún Compresor falla se deberá buscar el problema y resolverlo lo mejor posible para evitar que ese mal funcionamiento se vuelva a presentar posteriormente, Tendremos en consideración algunos puntos importantes.

A).- Limpiar perfectamente el Compresor, con una manta que no deje residuos, auxiliandonos de sustancias no inflamables, (querosen o aceite diesel combustible).

B).- Desmontar parte por parte para averiguar las causas de la falla.

C).- Enumerar las piezas deterioradas y en buen estado.

Las piezas dañadas se anotaran en una lista para posteriormente reemplazarlas por refacciones nuevas originales, a estas piezas se les hara un pequeño estudio para tratar de indentificar la causa de la falla.

Las piezas se analizaran tomando en consideración las partes moviles y las partes fijas más importantes, que cumplan con su buen funcionamiento.

1).- Pieza de rodamiento: En estas partes tales como baleros es necesario revisar su giro el cual debe realizarse con facilidad, que el ruido sea nulo y las pistas se encuentren sin desgaste, en caso de encontrar desgaste o fisuras utilizar baleros nuevos.

2).- Partes de contacto o fricción: Tanto los anillos como metales de biela o cojinetes del cigüeñal deberán de reemplazarse pues estas partes se expusieron a fatiga.

3).- Pistones y bielas: Estas piezas se pueden reutilizar siempre que no esten dañadas. Los pistones no deberán estar muy carbonizados ni desgastados. Las bielas no deberán tener fisuras o estar torcidas.

4).-Cigüeñal: El cigüeñal como parte principal deberá tomarse como referencia para poder encontrar alguna falla.

5).- Elementos Lubricantes: Bomba de aceite. Esta parte fundamentalmente para su buen funcionamiento deberá revisarse minuciosamente ya que si falla puede causar un gran daño al compresor.

2.- INSPECCIONAR PARTES INTERNAS TALES COMO:

Válvula de succión y descarga, cilindros, pistones, anillos, bielas, cojinetes de bancada, cigüeñal juntas, bombas de aceite, filtros de aire, etc., para determinar el estado del compresor

las partes inspeccionadas deberán cumplir con las especificaciones establecidas por el fabricante.

VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA

Válvula de succión. Examinar las válvulas y muelles para comprobar que no existen grietas ni roturas. Descargadores de las válvulas de succión. Lubrique los descargadores con grasa de silicón.

En caso de existir carbón en los discos se tienen que descarbonizar .

VALVULA DE DESCARGA

Examine válvulas y muelles para comprobar que no existen grietas ni roturas.

CILINDROS. PISTONES Y ANILLOS

Un alto consumo de aceite generalmente esta asociado con el desgaste o rayado de los pistones, los anillos o el cilindro, también provocarán un alto consumo de lubricante los cilindros que esten demasiado pulidos o espejeados y anillos rotos o mal instalados. Los cilindros demasiado pulidos solo pueden corregirse rascando sus paredes, esto puede hacerse rectificando las paredes del cilindro para obtener un acabado de 25 a 40 micrones.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Los cilindros "espejeados" generalmente son el resultado de operaciones en donde se utilizan aceites detergentes. En muchos casos la protección contra el desgaste que otorgan los aceites detergentes es tan grande que los anillos nunca llegan a asentarse.

El estriado generalmente es provocado por falta de lubricación, o en algunas veces por mala instalación de los retenedores del perno del pistón de articulación que se aflojan y permiten que el perno toque la pared del cilindro. Cuando esto sucede, el único remedio es volver a rectificar el cilindro si es posible, o cambiarlo instalando también pistón y anillos nuevos.

Al sustituir los anillos, de aceite se colocan en las ranuras interiores del pistón. Los anillos de compresión deben instalarse con la parte usada colocada correctamente. La cara superior de los anillos de compresión tiene la marca grabada "top" (arriba) o un punto negro.

BIELAS.

Cambie los cojinetes gastados para evitar daños en el cigüeñal, además de un ajuste adecuado del perno del pistón y de los cojinetes de biela, deben revisarse para comprobar que no tengan grietas o si existe fatiga. Cuando se instale el pistón en la biela, debe comprobarse que este recto y que la biela y el pistón estén paralelos.

Se recomienda el uso de un calibrador para revisar el juego de los cojinetes.

COJINETES DE BANCADA Y CIGÜEÑAL.

Los cojinetes principales deben revisarse para comprobar que no tengan picaduras, rayaduras o desgaste excesivo. Compruebe especialmente que el collar del cojinete de bolas no este girando dentro de su alojamiento o sobre el cigüeñal, en caso de ser así reemplazarlo por un nuevo. El volante debe mantenerse apretado en el cigüeñal mediante su tornillo de reten.

JUNTAS

Las juntas o empaques deben ser originales evitando las adaptaciones, limpiar perfectamente quitando polvo y grasa, para que al colocarla se evite que la junta al ser pegada o adherida no se despegue y provoque fuga.

BOMBA DE ACEITE.

Seleccionar la rotación correcta, la flecha en la superficie expuesta de la inserción debe señalar en la dirección en que operará el compresor, deslizar la inserción sobre la aguja guía dentro del ensanchamiento del reten. Después probar cada aleta sin resorte en las ranuras del rotor. todas las aletas deben deslizarse libremente. Colocar el rotor sobre el cigüeñal dentro de la inserción de la bomba de aceite, el juego entre la superficie del rotor y la cubierta debe revisarse, el juego debe de ser .0035 " a .0055", ya que demasiado juego provocará resbalamiento y la bomba fallará al funcionar el compresor, instalar un resorte y una aleta en la ranura del rotor en la

abertura más ancha entre el rotor y la inserción. el desfogue de un lado de la aleta debe de estar en el borde de entrada o en la misma dirección. girar el cigüeñal 90 grados e instalar un segundo resorte y una aleta, repetir la operación hasta que los cuatro resortes y las cuatro aletas hayan quedado instaladas.

FILTRO.

Los filtros deberan cambiarse frecuentemente debido a que estan expuestos a llenarse de residuos y liquidos, deben colocarse en correcta posición, y ser originales.

5.2 INSTALACION DE LOS COMPONENTES DEL COMPRESOR AIR-TEK

Una vez acatado los lineamientos del plan de Mantenimiento Correctivo el siguiente paso es el ensamble del compresor, para ello es necesario tener completamente desarmado al Compresor, así como también, contar con las piezas que presentan desgaste, ruptura y/o mal funcionamiento. Y completamente limpias tanto las piezas que no van a aser reemplazadas, como las nuevas.

El siguiente paso a seguir es la instalación de los diferentes componentes que integran el Compresor Air-Tek, de la adecuada instalación dependera el buen funcionamiento del compresor, por tal motivo a continuación se describe los pasos que asegura un buen Mantenimiento Correctivo: el cárter debe ser limpiado con algun tipo de solvente para eliminar los residuos de aceite, polvo ó rebaba de metal. Es recomendable secarlo preferentemente con aire comprimido para no dejar residuos que puedan adherirse al cárter y aspirarse hacia el tamíz de la línea de succión del aceite provocando una baja presión de aceite al momento de estar instalado en el trolebus.

Los agujeros para tornillos de sujeción, tanto del cilindro como del retén, están roscados de abajo en protuberancias fundidas para evitar la posibilidad de filtración de aceite alrededor de las roscas. El forzar un tornillo demasiado largo en el agujero roscado podría provocar una ruptura del lomo y filtración de aceite alrededor del tornillo. La taza del cojinete debe asentarse con firmeza contra la parte inferior del diámetro interior, de esto depende el empuje del cárter.

El desviador de tubo del respiradero del cárter debe mantenerse con firmeza contra el lado inferior de la superficie de montaje del cilindro. De existir una abertura provocará que el aceite se aspire por el tubo hacia el cilindro provocando un elevado consumo de aceite.

CIGÜEÑAL Y COJINETES

El cigüeñal está sostenido en cada extremo por cojinetes de rodillo ahusados. Estos cojinetes pueden prensarse a los machos en frío, o calentándolos en aceite de 95°C aproximadamente, y luego dejándolos contraerse. Al apretar los cojinetes en los machos, el cigüeñal debe apoyarse en el contrapeso que está junto al macho. Nunca tratar de prensar el cojinete con el cigüeñal apoyado en el extremo, ya que esto puede causar desviación y posible rotura del cigüeñal. Debe ejercerse presión sobre el anillo interno únicamente y no sobre la caja de acero que contiene los rodillos del cojinete. Los cojinetes deben prensarse firmemente contra las caras torneadas de los contrapesos. Los relevos del cigüeñal están provistos para permitir el uso de

extractores para sacar los cojinetes a reponerse. Debe tenerse extremo cuidado en el manejo para evitar cualquier rayadura, mella o daño del macho del cojinete o de las caras laterales. Una quemadura o mella en el macho principal del cojinete o en la cara podría provocar un cojinete mal ubicado e interferir posteriormente con el ajuste del extremo del cojinete. Una mella o rebaba en la cara del macho de la biela podría ocupar el espacio destinado al juego lateral de las bielas, y echar a perder al cojinete así como las bielas. El polvo, así como las rayaduras y las rebabas en los machos de las bielas pueden provocar fallas en los cojinetes o en el cigüeñal. Un pequeño cepillo de cerdas en espiral y aire comprimido deben usarse para limpiar el conducto lubricante longitudinal del cigüeñal, ya que el aceite fluye por estos pasos bajo presión hacia los cascos de los cojinetes de las bielas y pueden llevar suciedad. Hay tapones de latón colocados a presión en los extremos abiertos del contrapeso, en el extremo del cigüeñal donde se encuentra la bomba de aceite. Estos tapones deben insertarse en el cigüeñal antes de montarse en el cárter. Los cojinetes deben bañarse ligeramente de aceite teniendo cuidado al poner el cigüeñal en el carter para evitar daños a los machos o áreas de sellado.

MONTAJE DEL RETEN POSTERIOR

Se necesita subensamblar el retén posterior antes de instalarlo con el carter y de hacer el ajuste del cigüeñal. Para subensamblar el retén posterior, es necesario apretar la taza del cojinete del cigüeñal en cuadro y asentándola en la parte inferior del ensanchamiento del retén.

El pasador que actua como guía para la inserción de la bomba de aceite, debe probarse en el agujero de la inserción para asegurar un ajuste sin deslizamiento entre el pasador y la inserción. El pasador debe entonces apretarse en el agujero provisto en el diámetro interior del retén hasta que llegue al fondo. El pasador no debe sobresalir más del espesor de la inserción. El tubo de recuperación de succión de aceite y el tamiz deben instalarse entonces en el agujero provisto en el lado interno inferior del retén. Este montaje consiste de un tamiz, un tubo, un accesorio y una camisa de hule. El tamiz está soldado en un extremo del tubo, el otro extremo está fijado al retén mediante el accesorio y la camisa de hule. Es necesario colocar siempre el tubo de tal manera que la camisa quede horizontal en relación al piso del cárter. Se empuja el tubo dentro del agujero taladrado hasta que llegue al fondo, y se mantiene en esta posición mientras se aprieta firmemente el accesorio. La válvula de desfogue de presión del aceite debe montarse en ese momento ahora. Primero se coloca el pasador en el agujero provisto dentro del diámetro interior de la válvula de desfogue, pero no se debe permitir que sobresalga hacia el diámetro interior. Se coloca la esfera de nylon, el resorte y el retén del resorte en el diámetro interior de la válvula de desfogue, en este orden. Se empuja el resorte del retén dentro del diámetro interno hasta que pase al agujero del pasador, y se empuja el pasador; a través del diámetro interno de la válvula de desfogue, entrando el agujero del lado opuesto, hasta que quede atrás con la superficie iundida. El montaje del retén está ahora listo para ensamblar el cárter.

INSTALACION DEL RETEN POSTERIOR

Existen soleras del diámetro exterior del retén y las soleras de las calzas que deben estar siempre alineadas con las superficies de montaje del cilindro. Hay calzas de plástico colocadas entre el retén y el cárter para ajustar el juego correcto del extremo del cigüeñal. Estas calzas tienen un código de color para identificar el espesor. El azul es .005", el transparente 0.0075" y el amarillo 0.020". El Requerimiento nominal para el procedimiento de ajuste debe ser de 0.060" o tres calzas amarillas. Se instalan todos los tornillos sujetando el retén al cárter, para apretarlo con torsión en forma pareja de acuerdo con la tabla de torsión.

JUEGO DE EXTREMO DEL CIGÜEÑAL

Se debe usar un indicador de dial (micrómetro) para verificar el juego longitudinal del cigüeñal. Se deben agregar o quitar calzas entre el retén y el cárter hasta obtener un juego longitudinal de 0.003" a 0.005". Debe hacerse una revisión completa del cigüeñal para determinar si todas las partes han sido montadas correctamente, si se encuentra con la cantidad de calzas necesarias para obtener el juego de 0.003" a 0.005" es mayor o menor que lo mostrado en la tabla siguiente:

Espesor de Calza	Model
	20
Mínimo	0.008"
Máximo	0.063"

INSTALACION DEL SELLO DE ACEITE

Con objeto de evitar daños al sello y las resultantes fugas de aceite, se deben cumplir los siguientes pasos:

Voltear el cigüeñal de tal manera que el cuñero quede hacia arriba. Desbastar los bordes del cuñero para eliminar orillas afiladas que puedan cortar. Bañar toda la superficie expuesta del cigüeñal con aceite del mismo grado del que se usará en el cárter (SAE 32). Colocar el sello sobre el extremo del cigüeñal con el reborde del sello volteado hacia el compresor, levantar el sello contra el lado inferior del cigüeñal opuesto al cuñero y deslizarlo longitudinalmente más allá del cuñero hacia el diámetro interior del cárter. Cubrir el diámetro externo del sello con permatex # 2 o equivalente, luego presionar el sello en su alojamiento en el cárter, cuidando de mantenerlo en escuadra hasta que quede atrás con el exterior del cárter. Es necesario contar con una herramienta especial para instalar los sellos.

BOMBA DE ACEITE

La inserción de la bomba de aceite determina la dirección de la rotación, de acuerdo a su instalación. Existe una flecha grabada en la superficie de inserción que indica la rotación necesaria para la operación de la bomba de aceite. La flecha debe señalar en la dirección de las manecillas del reloj y, por lo tanto, el compresor debe girar en esta dirección para incrementar la presión del aceite. Se nota que el rotor es ligeramente más pequeño en diámetro que la inserción y que su eje está colocado

descentrado en relación al diámetro interior de la inserción. Durante la rotación las aletas son accionadas hacia afuera en las ranuras radiales contra el diámetro interior de la inserción, manteniendo un contacto sellador y aspirando aceite del cárter a través del orificio interior y descargándolo por el orificio superior. Para invertir la rotación es necesario invertir también el aditamento para que el eje quede hacia el lado opuesto.

El montaje de la bomba de aceite debe hacerse con la secuencia siguiente:

Seleccionar la rotación correcta, la flecha en la superficie expuesta de la inserción debe señalar en la dirección en que operará el compresor.

Deslizar la inserción sobre la aguja guía dentro del ensanchamiento del retén. Después probar cada aleta sin resorte en las ranuras del rotor. Todas las aletas deben deslizarse libremente. Colocar el rotor sobre el cigüeñal dentro de la inserción de la bomba de aceite. El juego entre la superficie del rotor y la cubierta debe revisarse ahora. El juego es de 0.0035" a 0.0055". Demasiado juego provocará resbalamiento y la bomba fallará al echarse a andar. Se debe instalar un resorte y una aleta en la ranura del rotor en la abertura más ancha entre el rotor y la inserción. El desfogue de un lado de la aleta debe estar en el borde de entrada o en la misma dirección de la rotación. Se debe girar el cigüeñal 90 grados para instalar un segundo resorte y una aleta y, repetir la operación hasta que los cuatro resortes y las cuatro aletas hayan quedado instalados.

MONTAJE DE LA VALVULA DE CONTROL DE AIRE

La válvula de control de aire debe ser subensamblada de acuerdo a la secuencia siguiente:

Colocar la cara grande del cuerpo de la válvula en una superficie plana y limpia. Lubricar el anillo "o" del sello de la aguja y colocarlo en el diámetro interior del alojamiento de la aguja; posteriormente se debe usar el extremo cuadrado de la aguja para empujar el anillo "o" hasta el fondo del diámetro interior.

Colocar la válvula retenedora de teflon en el diámetro interior más grande, encima de la aguja. Después, engrasar el anillo "o" de la cubierta ligeramente y colocarlo en la ranura de la cubierta de la válvula; engrasar ligeramente también uno de los extremos del resorte retractor y colocar este extremo dentro del ensanchamiento provisto en la cubierta de la válvula. Fijar esta cubierta ensamblada al cuerpo de la válvula de control, usando los tornillos de cabeza ranurados provistos. Lubricar ambos lados del "bellofram" y colocarlo con el lado que tiene el número de parte mirando hacia arriba, sobre una superficie plana. Colocar la superficie plana del pistón sobre el "bellofram". Colocar el subensamble de la válvula de control de aire sobre el pistón y el "bellofram" y oscilarlo varias veces para dejar que la pestaña de hule duro del "bellofram" enganche en la ranura del cuerpo de la válvula retenedora. Instalar esta válvula completa y el montaje "bellofram" a la cubierta de la bomba de aceite; colocar la abertura en el diámetro externo del cuerpo de la válvula sobre el agujero enroscado de 1/8" en la cubierta de la bomba de aceite. Este agujero roscado de 1/8" está provisto para la instalación del manómetro (indicador de presión de aceite). Es necesario tener cuidado al instalar los accesorios en los agujeros roscadores de 1/8" ya que se trata de fundición de aluminio y se puede dañar fácilmente. Finalmente, se debe engrasar ligeramente el anillo "o" grande y colocarlo en la ranura del retén, fijar la cubierta de la bomba de aceite y el

subensamble de la válvula de control de aire sobre el anillo "o" y dar torsión apropiada a los tornillos de sujeción (respecto a cuadro de tolerancias y torsión de la pagina 84)

BIELAS, PISTONES, ANILLOS DE PISTONES

El juego entre pistón y cilindro debe revisarse antes de montar el pistón a la biela o de instalar los anillos del pistón. Esto puede hacerse invirtiendo el pistón o insertándolo en el diámetro interior del cilindro con un calibrador colocado entre el faldón del pistón y el diámetro interior del cilindro (respecto a la tabla de torsión y holguras).

Una vez hecho lo anterior se puede montar el pistón a la biela. Los pernos del pistón son de flotación completa, es decir, que tanto el pistón como la biela quedan libres para oscilar en el perno. Para quitar el perno de los pistones de aluminio, es necesario quitar los aros de resorte y calentar los pistones en agua entre 70Q y 80Q C. Esto expandirá los pistones y permitirá que el perno pueda empujarse hacia afuera manualmente. No se debe intentar sacar el perno de un pistón en frío ni usar una llave abierta para calentar los pistones.

Para quitar el perno del pistón de hierro fundido, se debe quitar los aros del retén, colocando al pistón sobre bloques de madera blanda y golpear ligeramente al perno para sacarlo del pistón, nunca se deberá usar punzones de acero que puedan dañar al perno.

Los anillos del pistón deben revisarse encuánto el juego de la ranura y de la abertura antes de instalarse en los cilindros (respecto a la tabla de tolerancias). La abertura del anillo debe revisarse colocando cada anillo encuadro sobre el diámetro interior del cilindro en el que se usará, y midiendo así la abertura con un calibrador. Si la abertura es inferior a lo especificado (0.010"/0.020"), se debe quitar el anillo y limar en cuadro los extremos hasta obtener el juego adecuado. Los anillos de compresión son ahusados y deben instalarse correctamente. Una marca de identificación (top o un punto negro), se usa para saber que ese lado va hacia arriba (hacia la parte superior del pistón), y se alternan las aberturas de los anillos preferentemente con 90 grados de distancia entre ellos. Es necesario verificar que el cilindro no tenga pestaña debido al desgaste y de ser así limarse para quitarla completamente.

Las bielas son de aluminio fundido. Es necesario revisar la rectitud de estas, así como también, su paralelismo con los pistones. Las tapas de las bielas se fijan a las bielas con tornillos especiales, rondanas y tuercas. Las tuercas son autoblocantes y no deben sustituirse por tuercas normales. Para quitar la tapa se debe ajustar las superficies del extremo mayor de la biela y quitar las tuercas autoblocantes. La biela tiene cojinetes en cada extremo. El extremo superior es una boquilla fresada de precisión para cargar el pistón. El extremo inferior o del cigüeñal esta previsto con cojinetes de precisión insertados en dos mitades que ajustan alrededor de los machos del cigüeñal y

quedan fijos por la tapa de la biela. Los insertos de los cojinetes son de precisión con lomo de acero, forrados de metal antifricción y ambas mitades son idénticas.

Al instalar los cojinetes, se debe asegurar que las superficies de los lomos de los cojinetes y los diámetros interiores de las bielas estén absolutamente limpias y sin aceite.

Las puntas en la superficie del lomo de los cascos del cojinete se enganchan en muescas estriadas de la biela y en el diámetro interno de la tapa para ubicar los cojinetes. El cojinete usados en los compresores Air-tek no es ajustable. En el caso de que el juego llegue a ser excesivo, es necesario reemplazar los aditamentos (juego del cojinete de biela 0.0025/0.0044 pulgs.).

Se debe tener cuidado cuando se aprieta las bielas al cigüeñal para que no se distorsione a la biela. Las soleras en la cabeza de los pernos de la biela deben enganchar con las soleras estriadas de las tapas de la biela y las tuercas deben atornillarse adecuadamente. Las superficies del cojinete deben estar libres de polvo, rebabas y rayaduras.

Se debe lubricar los machos del cigüeñal y las superficies de los cojinetes con el mismo aceite que se va a usar en el cigüeñal.

INSTALACION DE LOS CILINDROS

Antes de intentar la instalación de los cilindros sobre los pistones y los anillos, se necesita apoyar los pistones de tal manera que la biela no se doble o se tuerza accidentalmente. Se deben colocar bloques de madera entre la parte de abajo de los pistones y las superficies de montaje de los cilindros en el cigüeñal. Los bloques deben ser pistones aproximadamente de 1/4" mas cortos que la distancia entre el fondo del pistón y la superficie de montaje del cilindro en el cigüeñal cuando el pistón está en el extremo superior de su carrera; una vez instalado los pistones en los cilindros se retirará los bloques.

La costilla fundida que va verticalmente a lo largo de las aletas de enfriamiento deben colocarse en el mismo plano que el cigüeñal para asegurar un enfriamiento constante durante la operación del compresor, así como también, la ubicación correcta de los relevos fundidos en la parte superior del cilindro. El paso siguiente después de haber colocado los cilindros sobre el cárter, es atornillar las cuatro tornillos en los agujeros provistos en la base de los cilindros (respecto a tabla de torsión).

Una vez que se han apretado adecuadamente los tornillos de la pestaña del cilindro, se gira el cigüeñal para llevar cualquiera de los pistones a la parte superior de su trayectoria para poder verificar el juego "pistón al cilindro": este juego se verifica con un vernier o como un micrómetro. Esta distancia debe

verificarse teniendo el pistón en la parte superior de la carrera (respecto a la tabla de tolerancias). Girar el cigüeñal para verificar el juego del otro pistón con el cilindro.

Un juego inadecuado puede provocar que las bielas se doblen.

VALVULAS Y DESCARGADORES

Se debe consultar la tabla de torsiones en el momento que que se atornillen las válvulas y descargadores del compresor en la cabeza del cilindro.

Antes de montar la cabeza del cilindro al cilindro, debe colocarse los anillos "o" del tamaño adecuado en cada extremo del tubo del respiradero del cárter e instalar un extremo del tubo en el agujero del respiratorio provisto en el cárter. Posteriormente se coloca la junta de la cabeza correctamete sobre la pestaña superior del cilindro a fin de que los relevos de la junta coincidan con los relevos de la parte superior del cilindro. Y se coloca la cabeza del cilindro sobre el cilindro para que las lumbreras de entrada y descarga estén en posición correcta. Existen letras realzadas que dicen "inlet" (entrada) y "discharge" (descarga) grabadas.

Una vez atornilladas las cabezas del cilindro se colocan las juntas del asiento de la válvula y las válvulas en sus respectivas camaras y se giran las válvulas sobre las juntas y los asientos para asegurar una ubicación correcta. Posteriormente se ensambla las camisas retenedoras de las válvulas de succión instalando los anillos "o" y fieltros en las tres ranuras provistas en el diámetro interior de la camisa. El tornillo "o"

se coloca en la ranura central para brindar un sellado entre el émbolo buzo del descargador y la camisa mientras que se colocan los fieltros en las ranuras superiores e inferiores para facilitar la lubricación.

Se bañan los filtros y el anillo "o" ligeramente con grasa y se introduce el émbolo buzo del descargador en el diámetro interior de la camisa; atornillándose este montaje dentro de la cabeza del cilindro contra la válvula de entrada según especificaciones (1000 lb-pie) de torsión.

Bañar ligeramente el anillo "o" de la tapa de la válvula con grasa y colocarlo sobre la camisa del cilindro.

Se debe tener cuidado al colocar los aditamentos de la válvula de control de aire. Esta válvula de control de aire es de una fundición de aluminio y el exceso de esfuerzo puede dañarla. El interior de los tubos de cobre deben soplarse con aire comprimido antes de instalarse, teniendo cuidado de evitar dobleces que sean demasiado pronunciados que pudieran restringir el paso del aire y dar como resultado una descarga inadecuada.

VOLANTE

Para instalar el volante primero se atornilla el bulon retenedor al extremo del cigüeñal. La roldana plana debe estar junto al volante y la roldana de seguridad junto a la cabeza del bulon. Posteriormente se jala el volante sobre la espiga cónica apretando el bulon retenedor del volante al valor de torsión de 47 lb-pie.

Por último se coloca la llave en el cuñero del cigüeñal y se arranca el volante sobre la espiga cónica y, se endereza el cuñero del volante con la llave para empujar el volante sobre el cigüeñal. Nunca se debe golpear al volante para meterlo en el cigüeñal ya que esto puede dañar los cojinetes de rodamiento del cigüeñal.

CUADRO DE TOLERANCIAS Y TORSION

Juego de faldón del Pistón	.0025/.0045	pulgadas
Abertura del Anillo del Pistón	.010/.020	pulgadas
Anillo de Compresión	.010/.020	pulgadas
Anillo de Compresión	.010/.020	pulgadas
Juego del Anillo en su ranura		
Anillo de Compresión	.0020/.0035	pulgadas
Anillo de Aceite	.0015/.0030	pulgadas
Luz permitida entre la cima del pistón y la tapa del cilindro.	-.009/.015	pulgadas
Juego de cojinete de Biela	.0025/.0044	pulgadas
Juego Longitudinal del Cigüeñal	.003/.005	pulgadas

DATOS DE TORSION

Tuerca de la Válvula	110/lb-	pulgadas
Tornillos del casquillo de Biela	120/lb-	pulgadas
Tapón de Válvula o descargador	100/Lb-ft	
Bulón de Retén del Volante	47/Lb-ft	
Tornillos sujetadores del Cilindro	47/Lb-ft	
Tornillos de la Tapa del Cilindro	29.7Lb-ft	
Tornillos de la Tapa de la bomba de Aceite	8.8 Lb-ft	
Tornillos sujetadores del Retén Posterior	29.7 Lb-ft	

ARRANQUE INICIAL

- a).- Llene el cárter con aproximadamente un litro de aceite lubricante.
- b).- Dé varias vueltas al volante del compresor en forma manual para asegurarse que opera libremente.
- c).- Abra todas las válvulas de desagüe y de servicio para evitar la presión de aire sobre los pistones durante el arranque. Revisar la instalación de la válvula de seguridad.
- d).- Poner en marcha el compresor y comprobar la dirección de rotación. El aire para enfriar debe jalarse a través de los cilindros y las cabezas de los cilindros, a través de las aspas del volante.
- e).- Si la unidad no logra aumentar la presión, busque alguna válvula de servicio o de salida que esté abierta, fugas excesivas o una entrada restringida.

5.3 PRUEBA QUE DEBE CUMPLIR UN COMPRESOR DESPUES DE UN MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Una vez terminados los trabajos de reparación mayor los compresores deben cumplir con ciertas características tanto técnicas como físicas, para volverse a instalar en un trolebus.

Los Compresores son montados en un banco de pruebas que simula su operación real dentro de un trolebus. Aunque tanto el taller de producción cuenta con un banco, como la empresa MACOMSA

(Máquinaria y Compresores S.A. de C.V.), el departamento de Control de Calidad tiene bajo su responsabilidad verificar en su banco de pruebas que se den dichas características y finalmente es el que acepta o no, a los compresores reparados.

Debido a que através del tiempo el Sistema Neumático de los trolebuses han sido modificados, principalmente en el número de depósitos de aire y el banco no puede ser modificado, es necesario estar adecuando los parámetros que se le piden a un Compresor de acuerdo a las condiciones que se den en un trolebus y a las que aseguren un desempeño factible, así como también, de un alargamiento en la vida útil del Compresor Air-Tek- modelo 20.

Características del Banco de Pruebas

- Un motor eléctrico de corriente directa

3 1/2 H.P

2500 rpm

600 V.C.D.

Tipo Compound

-Cuatro depósitos de aire de 0.02983 m3 cada uno

-Ampermetro de 0-10 ampers C.D.

-Manómetro 0-150 P.S.I.

-Gobernador 0-150 P.S.I.

-Válvula de seguridad 0-150 P.S.I.

-Banco de resistencias

1 pieza	10 ohms	200 Watts
---------	---------	-----------

3 piezas	270 ohms	200 Watts
----------	----------	-----------

-Tuberia de 1/2" N.P.T.

-Tuerca Unión 1/2" N.P.T.

-Manguera de hule de diámetro de 9/16"

-Manguera de diámetro de 1/2"

-Bandas de acoplamiento A-64 (2 piezas)

-Fuente de energía eléctrica de 600 V.C.D.

-Un interruptor tipo navaja I polo, con fusibles de 10 amp.

Inspección Preliminar

-Revisar que este correcto el nivel de aceite y que éste sea nuevo.

-Las cuerdas de la descarga y de la válvula de aire deben estar en buen estado.

-No debe tener fuga de aceite

-Debe tener todos sus tornillos

-Montaje en el banco de pruebas

-Colocar el Compresor en su base alineándolo con respecto a la polea del motor eléctrico.

-Colocar y tensar las bandas; La tensión se realiza con la yuda de los templadores colocados en la parte de apoyo del Compresor. Se deja de tensar, cuando la banda se flexione aproximadamente 2 cm, al ser presionada con el dedo índice en la parte media superior.

-Se coloca la tubería de la descarga a los cuatro depósitos de almacenamiento de aire.

-Se instala la manguera que sale de los cuatro depósitos de almacenamiento del aire a la válvula de aire del Compresor.

-Se verifica que el manómetro y el ampermetro estén en posición inicial, indicando cero.

-Se verifica que los fusibles del interruptor estén en buen estado y que sean de 10 amperes cada uno.

Determinación de Parámetros

Antes es necesario tener presente que los trolebuses M.A.S.A carrocería SOMEX objeto de esta tesis, donde operan los Compresores Air-Tek modelo 20 cuenta con tres depósitos de almacenamiento de aire, éstos son cilíndricos y, dos tienen una capacidad de 0.03717 m³ (37.17 litros) cada uno; y uno de 0.01651 m³ (16.51 litros). Lo que hace un total de 0.09085 m³ (90.85 litros); mientras que el banco de pruebas tiene una capacidad total de 0.12372 m³ (123.72 litros)

Un compresor nuevo instalado en un trolebus, al empezar a funcionar por la pérdida de presión hasta 90 P.S.I. y alcanzar los 120 P.S.I., toma como máximo 1.10 minutos, ésto es, su duración de funcionamiento; por lo tanto esto es, el estandar a considerar.

- Primeramente se cierra la válvula de servicio de los depósitos del aire.

- Se cierra el interruptor de entrada de la línea de energía eléctrica.

- Se cierra el interruptor de operación con carga que se encuentra en el banco de pruebas.

Durante el funcionamiento

- La operación debe ser uniforme: con ayuda del estetoscopio se verifica el accionamiento de los pistones dentro de los cilindros. Cuando un pistón no trabaja adecuadamente durante su carrera por el cilindro existe la presencia de un ruido parecido a un pequeño golpeteo y esto indica falla en el Compresor.

-No debe existir fuga de aceite en el cárter ni en la bomba de aceite. Así como también, no debe haber fuga de aire en las diferentes conexiones lo que es una indicación de un buen estado las cuerdas de las mismas; ni en las válvulas tanto de descarga como de admisión que se encuentran en las cabezas de los cilindros.

-El ampermetro durante el lapso de prueba debe oscilar en un rango de 4.5 a 6 ampers.

-El manómetro debe aumentar uniformemente hasta 100 P.S.I. (libra por pulgada cuadrada).

-Los filtros deben ser los originales, no deben estar húmedos, ni presentar rupturas.

-Con la ayuda de un cronómetro se verifica que el compresor alcance las 100 P.S.I. un tiempo no mayor de 3 minutos (180 segundos), esto es, de 1 a 100 P.S.I. con una tolerancia de $\pm 10\%$.

Como ya se vio un Compresor nuevo toma un máximo de 1.10 minutos (70 segundos) para proveer 30 P.S.I., por lo tanto:

Tiempo en segundos

100 P.S.I. 198

30 x

Nota: Se esta tomando en cuenta la tolerancia de $+ 10\%$.

Se concluye que si ese Compresor da 198 segundos en el banco de pruebas instalado en un trolebus M.A.S.A., dará 50.4 segundos (1.04 minutos), considerandolo factible para operar y dar un buen desempeño dentro de un trolebus.

-No debe presentar sobrecalentamiento.

-El giro de la polea del Compresor (volante) debe denotar balanceo.

La figura 22 muestra el correcto montaje del compresor Air-Tek dentro del trolebus. La polea debe estar en la parte interior y los filtros de aire hacia la parte exterior.

La figura 23 muestra un Compresor sin cabezas para dejar ver la cara superior de los pistones.

Debido a que después de estas pruebas tendremos "nuevos compresores" y con el fin de ampliar el estudio de detección de fallas, se recurre a un seguimiento de estos Compresores reparados mediante una HOJA REPORTE y una HOJA DE SEGUIMIENTO, donde mediante una identificación se sigue a los compresores que representan fallas y a aquellos que su desempeño es malo.

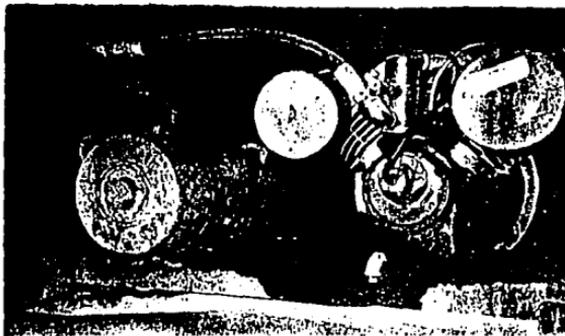


Figura 22.- CONTACTO DEL COMPRESOR
AIRTEK EN EL CENTRO DEL CILINDRO

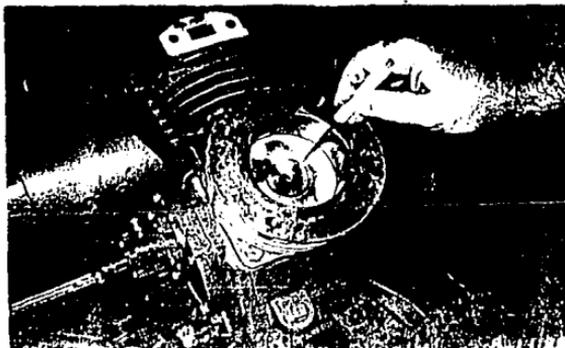


Figura 23.- COMPRESOR AIRTEK SIN
CÁMARA MOSTRANDO LAS CÁMARA SUPERIORES

**SERVICIO DE TRANSPORTES ELECTRICOS DEL D.F.
HISTORIAL DE COMPOSTURAS DE COMPRESORES AIRTEK MOD. 20**

HOJA DE SEGUIMIENTO

Identificación	Fecha de rehabilitación	Fecha de compostura	Estado físico	Tipo de falla	Corrección	Observaciones

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

JEFE DE PRODUCCION

**SERVICIO DE TRANSPORTES ELECTRICOS DEL D.F.
INSPECCION DE COMPRESORES AIRTEK MOD. 20 REHABILITADOS**

FECHA _____

HOJA REPORTE

Identificación	Tiempo	Aceite	Conexiones	Presión P.S.I.	Corriente Amp.	Nivel de ruido	Observaciones

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD

JEFE DE PRODUCCION

CAPITULO 6.- ANALISIS DE COSTOS

El análisis de costos constituye una herramienta de gran utilidad para poder apreciar la efectividad del Mantenimiento que se le dá a nuestro equipo. Ya que la finalidad que se persigue es: La obtención de un mayor rendimiento funcional con un menor monto de inversión.

La adecuada programación de un Mantenimiento nos permite destinar un monto cada vez menor de recursos económicos, ya que un Óptimo Plan de Mantenimiento traera como resultado un menor número de sustituciones de piezas costosas o en el peor de los casos hacer que los recursos económicos destinados para el equipo sea utilizado en un mayor tiempo, esto es, que aunque no se ahorre nada, ese monto se utilice en un mayor número de Compresores, o bien, en un mayor lapso de tiempo.

El análisis de costos se lleva acabo mediante un estudio de Ingenieria, al cual consistirá en observar el record pasado de nuestro compresor intercalandolo con los procesos que se llevaron a cabo para la realización del Plan de Mantenimiento tanto Preventivo como Correctivo y, así crear estrategias para reducir costos en los Mantenimientos.

Existen diferentes técnicas para detectar fallas repetitivas de nuestro equipo que se basan en procesos Estadísticos, como son: la grafica conocida como espina de pescado, el proceso de regresión lineal, graficas de Grant. diagramas de barras, entre otros; que se utilizan generalmente en las labores de Control de Calidad dentro del proceso de producción.

Para el estudio del Mantenimiento el proceso de regresión lineal aporta un mayor número de datos para poder crear las estrategias que nos llevan al cumplimiento de los objetivos establecidos en los lineamientos del Mantenimiento en General.

Partiendo del proceso estadístico conocido como pronóstico obtendremos cuanto costo y cuanto cuesta un mantenimiento, así como también, cuanto nos costará, para con ello prepararnos para el futuro y crear la estrategia a seguir, que nos lleve a la reducción de gastos, al aumento de Compresores Air-Tek atendidos con un presupuesto menor y la implementación de un almacén que cuente con refacciones adecuadas, partiendo de la frecuencia de fallas de las piezas, para con ello, satisfacer las necesidades y ahorrar evitando compras urgentes.

Para llevar a cabo el Análisis de Costos es necesario conocer nuestro Universo, que es, cuantos Compresores Air-Tek operan en el Servicio de Transportes Eléctricos del D.F. El parque vehicular es de 360 trolebuses de los cuales salen a dar servicio diariamente 300. Lo cual indica que 360 son los Compresores Air-Tek con que se cuenta y 300 son los que se encuentran operando diariamente.

**CARACTERISTICAS DE SERVICIO DE LA
RED DE TROLEBUSES PROPUESTA**

No. Línea	Long. Tiempos de Flota		intervalo de	
	km.	recorrido	operativa	servicio
	(min)			
1) Eje central	36.50	190.00	40	4.8
2) Eje 3 y 4 Sur	41.67	182.27	27	6.8
3) Eje 7-7A Sur	12.30	65.000	20	3.3
4) Eje 8 Sur (oso)	33.23	129.00	27	4.8
5) Eje 8 Sur (Santa Cruz)	25.60	103.64	20	5.2
6) Eje 3 oriente (norte)	24.29	123.80	28	4.4
7) M. Aereopuerto-Azca- potzalco.	32.50	135.40	28	4.8
8) Rosario-Metro Chapulte- tepec	27.40	128.00	22	5.8
9) Sn. Lorenzo-M. Alvaro Obregon	30.08	113.83	19	6.0
10) Iztacalco-M.V. de Cortés	10.10	52.00	12	4.3
11) Eje 1 Norte	29.56	132.00	19	6.9
12) Eje 5 y 6 Sur	21.80	101.00	13	7.8
13) Eje 2-2A Sur	36.22	143.70	25	5.8
T O T A L	361.25	117.98	300	5.3

6.1 PRONOSTICO Y COSTOS

Pronóstico es el valor futuro y calculado en la fórmula de la recta que normaliza los puntos dados y los proyecta a cualquier valor de (x); que es el valor de estimación.

También se define como la planeación a corto plazo de los trabajos a realizar, así como también, de las técnicas de está planeación.

La secuencia de está planeación se lleva vaciando los datos en graficas de Grantt (tabla 4) y método de barras (grafica 1).

La secuencia a seguir para estimar el pronóstico, es la de observar los antecedentes de tiempos pasados; en este caso 2 años, la tabla 1 muestra en promedio el número de Compresores Air-Tek que fallan durante cada mes.

Observamos que el número promedio de Compresores Air-Tek que fallan es de 196 y que durante los meses de Agosto y Octubre se presentan el mayor número de fallas, 32 que representan un 16.32%

Del número total de trolebuses disponibles para dar servicio, que representan el parque vehicular: fallan un 54.44%. Del parque vehicular activo que son los trolebuses que salen a dar servicio diariamente representan el 65.33%. Denotando un gran número de Compresores Air-Tek que tienden a fallar.

La tabla 2 nos muestra el número de piezas que fallan de los 196 Compresores tendientes a fallar. Donde se observa que la camisa de cilindro es la que tiene más tendencia a dañarse en un 86.22% de los Compresores que tienden a fallar. La grafica de barras de esta tabla nos indica físicamente la tendencia de las piezas a fallar.

Con todos los antecedentes podemos auxiliarnos ahora con el método de regresión lineal $Y = a(x) + b$, para conocer el incremento, el número de descomposturas normalizadas y cual es el pronóstico para los dos próximos años.

La tabla 3 nos muestra que para los dos próximos años tendremos 361 Compresores tendientes a fallar y para los cuales debemos estimar la cantidad de refacciones necesarias para su reparación y las técnicas a seguir para disminuir el número de Compresores que requieran algún tipo de mantenimiento mayor.

El objetivo primordial del pronóstico es la de estimar indirectamente la generación de recursos económicos y hacer más rentable en este caso al Compresor Air-Tek.

Las diferentes modalidades existentes de trabajos de reparación hacen un tanto difícil la estimación de los costos, debido a que, el acondicionamiento de un Compresor se puede dar tan sólo con una simple sustitución de una pieza externa a la cual se tiene fácil acceso y susceptible a ser reemplazada, o bien, a una compleja reparación donde sea necesario una desmantelación.

COSTO MEDIO

El costo de la materia prima (refacciones) está constituida básicamente por el precio que se paga a los proveedores, el flete de transporte hasta los almacenes y los impuestos y derechos por la adquisición.

La tabla 5 es la estimación del número de piezas para dar rápida respuesta a una reparación donde únicamente sea necesario la sustitución de piezas con mayor frecuencia de descompostura. Con tal gasto se podría atender en promedio a 295 Compresores que representaría el 150% respecto a los tendientes a fallar.

La tabla 6 corresponde a la estimación de piezas para reparación mayor sin tomar en cuenta piezas de repuesto como las de la tabla 5.

Cabe hacer mención que de los 196 Compresores promedio no todos requieren únicamente de un tipo de reparación, esto es, para la compostura de un Compresor puede sólo necesitar una sustitución de una pieza, o bien, desmantelarlo y verificar todas sus partes.

Con las anteriores estimaciones habremos inventariado el número de piezas suficientes para atender la demanda en cuanto a refacciones, para dar Mantenimiento durante dos años al Compresor Air-Tek y; con ello se habrá cumplido con uno de los objetivos del pronóstico. Para desarrollar el siguiente objetivo, de las medidas o técnicas a seguir para disminuir las fallas que se presentan en los Compresores, es necesario retroceder hasta el capítulo de los lineamientos del Mantenimiento y seguirlos para lograr nuestro objetivo.

PREVISION

Para prevenir es necesario tener en cuenta que se nos presentan distintos objetivos:

1.- La disminución en el número de Compresores Air-Tek que tienden a fallar independientemente del tipo de falla que se presente.

2.- La disminución de las piezas que tienden a presentar desgaste o fallan

En cuanto al objetivo número 1 se refiere, es necesario tener presente que uno de los factores primordiales, de donde parten una infinidad de inconvenientes; es el espacio donde se encuentra operando el Compresor, así como también, otro de los elementos que requieren del Compresor (válvulas, mecanismos, sistemas, etc.) Del espacio donde se encuentra instalado el Compresor debemos obtener el aire y éste debe abundar y tener una consistencia más o menos limpia, es decir, el aire no debe almacenarse en este recinto ni dar pie a que se ensucie por el polvo ahí acumulado.

En cuanto a los elementos que requieren del Compresor, como son las válvulas de descarga, los depósitos de aire, camaras de frenado, etc., debemos verificar que se encuentren en buen estado tanto físico como funcionalmente. Otro factor importante es la verificación de la obtención de los parámetros requeridos por parte de los elementos eléctricos que intervienen directamente para hacer posible el funcionamiento del Compresor.

Para el mes de Agosto generalmente se espera lluvias que pueden estarse introduciendo al Compresor, mojar los filtros y disminuir su capacidad filtrante, lo cual ocasionaría que el polvo se haga lodo creando así obstrucciones en los ductos o

mecanismos. Para el mes de Octubre se esperan vientos que por lo general traen consigo exceso de residuos contaminantes, tierra, etc. que generalmente tiende a impregnarse a todo el Compresor que podria generar calentamiento y obstrucción en la aspiración de aire.

Respecto al objetivo número 2, es necesario tener presente que muchas de las fallas que se presentan son consecuencia a una serie de alteraciones que se van dando a través de distintos componentes haciendose presente en aquellas de menor calidad, que se encuentran más sometidas a esfuerzos, o simplemente no pueden operar con esas condiciones. Tal es el caso de las camisas de cilindro, que como se vio en el objetivo número 1, el polvo y el agua crean un lodo que se va acumulando en las camisas retenedoras, originando generalmente oxido que pasa hacia la camisa y por la acción del pistón el lubricante no puede evitar el efecto de socavado, esto debido también a que el lubricante se encuentra degradado por el exceso de temperatura originado por el trabajo constante.

Todo lo anterior generado primeramente por un filtro en malas condiciones, cuya mala operación no repercute instantaneamente en el funcionamiento como sucede con las camisas de los cilindros.

La secuencia descrita anteriormente la cotejamos con la tabla 2, y observamos que las piezas mencionadas en la secuencia descrita son las que más tendencia a fallar presentan.

PLANBACION

Para el objetivo número 1, es necesario reacondicionar el espacio donde se encuentra instalado el Compresor, diseñando ventilas de aspiración y expulsión de aire, así como también, del diseño de un recinto que no guarde el polvo y presente un fácil acceso hacia todos los elementos ahí contenidos, principalmente hacia el Gobernador y el motor eléctrico.

Con lo anterior también se estará combatiendo problemas ocasionados por las lluvia y por exceso de polvo que durante algunos meses se presentan con gran frecuencia; así como también de rutas con obras diversas que propician un ambiente de riesgo, por el polvo y agua; como es el caso de la ruta A, terminal central de autobuses del norte a terminal de autobuses del sur que corre o corria por el eje central Lazaro Cardenas, debido a las obras de la línea B del Metro.

Se planea implementar un tipo especial de Mantenimiento para los elementos que requieran del Compresor, para aumentar las precauciones de operación del sistema en general que sirva de respaldo al plan de Mantenimiento tanto Preventivo como Correctivo. Este Matenimiento especial va más alla del Mantenimiento del Compresor Air-Tek, pero tendrá una influencia directa y; con esto estaremos disminuyendo los números de causas que originan fallas al Compresor.

Para el objetivo número 2, se plantea la implementación de una nueva técnica para detectar posibles fallas, que nos permitirá contar con una disminución de fallas o desgastes en componentes de elevado valor económico y así tener costos de Mantenimiento menores.

Esta técnica se obtiene después de haber observado la tabla 2, de piezas de mayor tendencia a ser sustituidas; aunque tal vez, no se disminuya significativamente el número de piezas, si estaremos abatiendo costos por piezas caras. Y la experiencia de técnicos encargados de dar Mantenimiento al Compresor Air-Tek .

ORGANIZACION

Dentro del reacondicionamiento del espacio donde se encuentra instalado el Compresor, es necesario tener en cuenta que las aspas del volante del Compresor, son las encargadas de proyectar al aire hacia el cuerpo del mismo; por lo tanto, se deben instalar las ventilas de aspiración por la parte interna ya que, el volante se encuentra en esa zona. Las ventilas de aspiración deben ocupar toda la cara de la parte interior del recinto en número de cuatro y con una separación entre ellas de diez centímetros. La cejas de las ventilas deben tener 60 grados y orientadas hacia arriba. El acondicionamiento del recinto es básicamente, el cierre total del espacio donde se encuentra instalado el Compresor; por lo tanto, sólo se debe cerrar la interior, por donde estaran las ventilas de aspiración antes mencionadas y, éstas tendrán una inclinación de 120 grados.

La parte externa del recinto no sufrira ningun cambio en cuánto a forma se refiere, unicamente se le haran las ventilas de expulsión quienes tendran las cejas del mismo grado de inclinación que las ventilas de aspiración (60), pero orientadas hacia abajo. Todo lo anterior se observa en el esquema del recinto para el motocompresor .

En cuánto al Mantenimiento especial para los componentes que requieran del Compresor los pasos son los siguientes:

- 1.- Purgar cada 15 dias la válvula de pie, válvula de escape rápido y rotocamaras, así como también, eliminar polvo y grasa de ellas.
- 2.- Purgar cada 15 dias los depósitos de aire y verificar que no existan fugas de aire, tanto en él, como en las conexiones.
- 3.- Verificar mensualmente el estado físico de todas las tuberias que componen el sistema Neumático.
- 4.- Drenar cada mes los depósitos de aire, dando suficiente tiempo para que el agua ahí almacenada escurra totalmente.

En cuánto a la obtención de los parámetros por parte de los componentes eléctricos.

- 1.- Obtener del Motor Eléctrico: 2 500 rpm, un requerimiento de 600 volts, de 4.5 a 6 ampers, no debe vibrar, verificando que la polea gire uniformemente y bandas tensas y en buen estado.
- 2.- Bajar la presión de aire hasta 90 P.S.I., observando que en ese momento empiece a funcionar el Compresor y tomar el tiempo que tarde en recuperar los 120 P.S.I.; de no obtener los parámetros antes mencionados, nuestro Gobernador se encuentra

descalibrado. Una vez calibrado se vuelve a repetir el proceso y si sigue existiendo marcada diferencia para la obtención de los parámetros, será necesario sustituir al Gobernador por uno nuevo.

3.- Verificar que los instrumentos de medición de presión se encuentren calibrados, esto es, que la aguja se desplace con uniformidad y marque exactamente cero.

4.- Desconectar al Gobernador, mediante el interruptor, hacer funcionar al motocompresor y verificar que la válvula de seguridad se accione cuando se alcancen las 150 P.S.I., de no ser así reemplazarla

Todos los pasos anteriores deben realizarse cada mes.

La técnica planeada para el objetivo número 2, consiste en hacer trabajar al motocompresor durante minuto y medio, posteriormente tomar la temperatura de cada cilindro, de obtener una diferencia de 3 a 4 grados entre ellos, será una indicación de que el Compresor no está trabajando correctamente y por lo tanto se deberá a desarmar las cabezas para:

- Eliminar la acumulación de partículas de las tapas de válvulas.
- Esmerilar para eliminar los materiales impregnados a las válvulas principalmente de las de admisión.
- Limpiar perfectamente los ductos de la cabeza macho y cabeza hembra.
- Limpiar las caras de los pistones, así como también verificar que estos no esten haciendo ceja en las camisas de los cilindros.
- Limpiar el multiple.

En algunas ocasiones debido al exceso de partículas en las válvulas estas se introducen hacia el cilindro y en el mejor de los casos sólo el Compresor no carga, ya que puede incrustarse al pistón y al mismo tiempo rayar las camisas de los cilindros.

En caso de que sea necesario reemplazar las válvulas, el costo de la técnica sería:

Válvula de descarga	N \$ 295.776
Válvula de succión	N \$ 416.160
Resorte de Válvula de succión	N \$ 4.352
Resorte de Válvula de descarga	N \$ 29.568
Funda de Válvula de succión	N \$ 222.112
Empaque Válvula de succión	N \$ 6.176
Empaque Válvula de descarga	N \$ <u>6.176</u>

N \$ 980.320

Esta técnica se podría considerar dentro de un mantenimiento correctivo menor, que nos proporcionará un alargamiento de la vida útil de casi todos los componentes, pero principalmente de los pistones y de las camisas del cilindro. Y una reducción en los costos ya que si aplicamos esta técnica a los 295 Compresores pronosticados tendríamos un gasto del 17.9% menor al estimado para piezas externas de reemplazo; y un 9.2% respecto a un mantenimiento correctivo pleno que se le daría a 295 Compresores.

Si se logra obtener el máximo desempeño de ésta técnica, podremos clasificar mejor las fallas de las piezas o componentes de alto valor económico y crear un plan de mantenimiento para ellas más confiable y adecuado para cada componente o pieza.

INTEGRACION

Para el accionamiento del recinto se necesitará lamina y perforar la tapa del viejo recinto (figura 24), como se encuentra actualmente, sin que sea necesario un recubrimiento o tratamiento especial.

Los pasos del mantenimiento especial deben ser dados para su conocimiento a todo el personal encargado de dar servicio a los Compresores de los diferentes talleres. Así como también, proveer de instrumentos de medición para verificar los parámetros de los componentes eléctricos e indispensables para los valores requeridos; siendo estos instrumentos: tacómetros, multímetros, ampermetros, etc.,

Para la realización o implementación de la nueva técnica del objetivo número 2, también es necesario que se de a conocer a todos los encargados de dar mantenimiento al Compresor y, dotarlos de termómetros digitales para determinar la temperatura de los cilindros.

DIRECCION

Para la realización de todos los puntos de los dos objetivos, la Dirección de Mantenimiento será la encargada de coordinar los trabajos, así como también, fomentar entre los encargados de realizar el mantenimiento, la ejecución adecuada

de los pasos del Mantenimiento especial y técnicas propuestas para cumplir cabalmente con los objetivos generales del pronóstico.

Los trabajos de reacondicionamiento del recinto del Compresor, se pueden encargar al taller para trolebuses SOMEX, supervisados por el departamento de trolebuses, o bien, a las empresas rehabilitadoras de trolebuses, supervisadas por la Gerencia de Ingeniería, através del departamento de Control de Calidad.

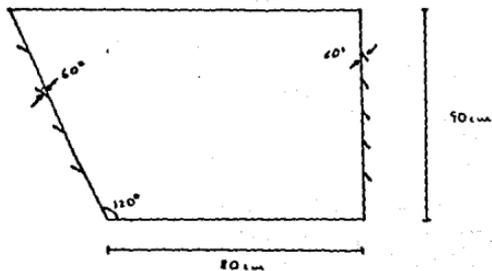
Si se juzga necesario dar un pequeño adiestramiento al personal de Mantenimiento, tanto de plan, como de las técnicas a seguir, sin olvidar las técnicas de operación de los instrumentos de medición y, éstos brinden una confiable toma de datos.

CONTROL

Mediante el establecimiento de hojas reporte, se seguira el desempeño tanto del Compresor en si, como de los planes propuestos y así contar con un record del cual podremos obtener la mayor información posible y esta sea confiable. Estos reportes deben tener el conocimiento de los departamentos de trolebuses y el de Control de Calidad, por medio de un supervisor de trabajos realizados de los departamentos antes mencionados.

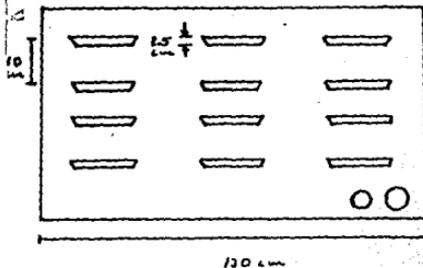
Después de seis meses hacer una estadística general con todos los reportes hasta esa fecha y ver los resultados, si son satisfactorios: proseguir con lo propuesto; si no son satisfactorios: cambiar las técnicas y hacer un estudio profundo de los resultados obtenidos para conocer las nuevas tendencias para adecuar el plan a ellas.

VISTA LATERAL



VISTAS FRONTALES

CARA INTERNA



CARA EXTERNA

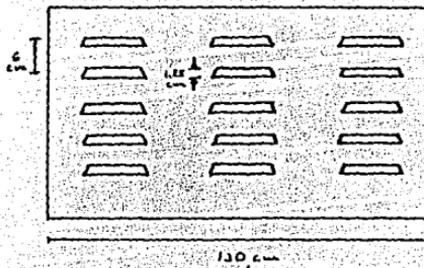


Figura 24.- ESQUEMA DEL RECINTO PROPUESTO PARA
EL COMPRESOR AIRTEK MOD. 20

Tabla I.- COMPORTAMIENTO MENSUAL DE LOS COMPRESORES
AIRTEK RESPECTO A LOS DOS AÑOS ANTERIORES

	NUMERO DE COMPRESORES QUE FALLAN	PROMEDIO (%)
ENERO	8	4.08
FEBRERO	10	5.10
MARZO	11	5.61
ABRIL	7	4.27
MAYO	17	8.67
JUNIO	20	10.20
JULIO	13	6.63
AGOSTO	32	16.32
SEPTIEMBRE	17	8.67
OCTUBRE	32	16.32
NOVIEMBRE	17	8.67
DICIEMBRE	8	4.08

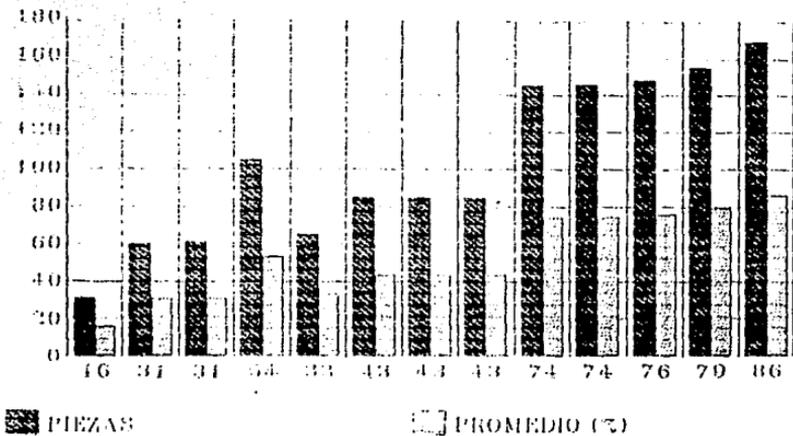
176

100.00

Parque vehicular 360 ---- 54.44% fallan
Parque activo 300 ---- 65.93% fallan

Tabla 2.- FRECUENCIA DE PARTES DE LOS 196 COMPRESORES
QUE PRESENTAN FALLAS

DESCRIPCION	FRECUENCIA	FRECUENCIA %
CAMISAS DE CILINDROS	185	94.40
TAPON DE VALVULA DE SUCCION	155	79.10
TAPON DE VALVULA DE ESCAPE	142	72.50
CAMISA RETENEDORA DE ACEITE	138	70.40
CAMISA RETENEDORA DE INYECCION	140	71.40
BALLEROS DE CIGJUAL	105	53.60
JUEGO DE PORTAFLEJOS	95	48.50
VALVULA DE CONTROL	95	48.50
CIGJUAL	95	48.50
MULTIPLE	85	43.40
BOMBA DE ACEITE	81	41.40
CABEZAS DE CILINDROS	50	25.50
VOLANTES	41	21.00



Grafica I.- REPRESENTACION DE FALLAS DE LA TABLA 2

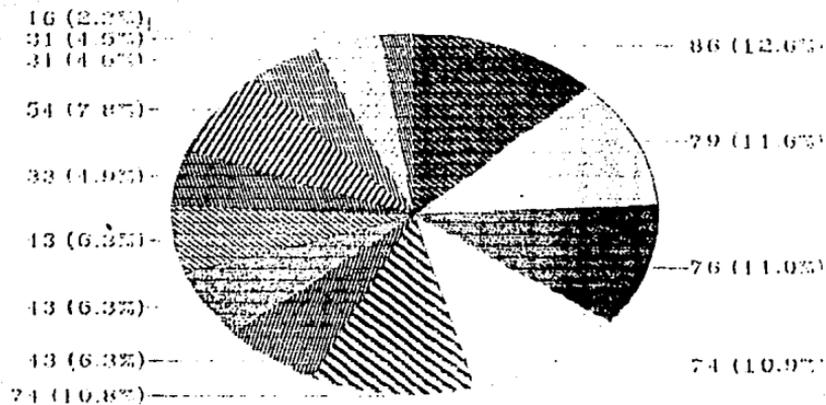


FIGURA 2

Grafica 2.- REPRESENTACION DE LA PROPORCION DE LAS
FALLAS DESCRITAS EN LA TABLA 2

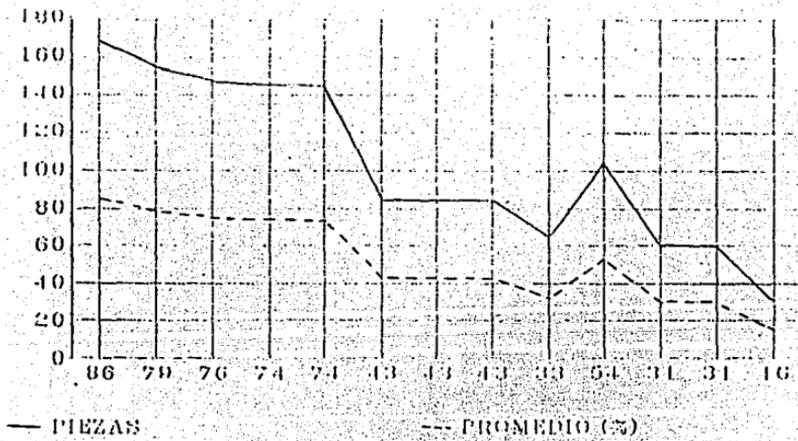
Tabla 3.- METODO DE REGRESION LINEAL PARA CONOCER LA
TENDENCIA DE LOS COMPRESORES A FALLAR

COMPRESORES QUE FALLAN X	PIEZAS QUE FALLAN Y	X ²	XY
8	228	64	1824
10	214	100	2140
11	232	121	2552
9	538	81	4842
17	538	289	9148
20	300	400	6000
13	300	169	3900
32	300	1024	9600
17	518	289	8806
32	518	1024	16576
19	112	361	2128
8	600	64	4800
0	372	0	0
<hr/> 196	<hr/> 4770	<hr/> 3986	<hr/> 72314

$$a = \frac{13 (72314) - 196(4770)}{13 (3986) - 196 (196)} = 0.3851$$

$$b = \frac{4770 - 0.3851 (196)}{13} = 361.12$$

$$Y = 0.3851 (2) + 361.12 = 361.89 \quad \text{PRONOSTICO DE FALLAS}$$



Grafica 3.- REPRESENTACION DEL PROMEDIO EN QUE SE DAN LOS TIPOS DE FALLAS

Tabla 5.- REFACCIONES NECESARIAS PARA UN
MANTENIMIENTO CORRECTIVO

#	DESCRIPCION	COMPRESORES	PRECIO TOTAL
228	BOMBA DE ACRITE	228	N\$ 307 800.00
214	CABEZAS DE CILINDROS	107	90 950.00
232	MULTIPLES	232	160 080.00
538	TAPON VALVULA SUCCION	538	147 950.00
538	TAPON VALVULA DESCARGA	538	34 970.00
300	JUEGO DE PORTAFILTROS	150	13 500.00
300	VALVULA DE CONTROL	300	195 000.00
300	CIGÜERNAL	300	225 000.00
518	CAMISAS REJE. SUCCION	518	84 175.00
518	CAMISAS REJE. DESCARGA	518	58 275.00
112	VOLANTES	112	43 680.00
600	CAMISAS DE CILINDRO	300	103 860.00
372	BALEROS DE CIGÜERNAL	186	47 069.53
112	CURAS	112	392.00
			<hr/>
			N\$ 1 512 701.53
			- 45 381.04
			<hr/>
			1 467 320.49
IVA 10%			146 732.05
			<hr/>
TOTAL N\$			1 614 052.53

PROMEDIO DE COMPRESORES ATENDIDOS 295

Tabla 6.- PIEZAS DE REPUESTO PARA UN
MANTENIMIENTO CORRECTIVO

#	DESCRIPCION		PRECIO TOTAL
100	PERNO	NS	1 878.40
200	VALVULA DE DESCARGA		59 155.20
200	VALVULA CHECK		2 009.60
200	JUEGO COMPLETO DE REPARACION		177 395.20
200	ENSAMBLE BIELAS		65 945.60
200	BALERO CONICO		3 897.60
200	JUEGO DE METALES		15 942.40
200	VALVULA DE SUCCION		83 232.00
200	ALABES		947.20
200	VALVULA DE PLATO		4 960.00
200	RESORTE DE VALVULA		870.40
200	TAPA DE BALERO		1 747.20
200	SELLO FIELTRO		294.40
200	ANILLO "O"		2 553.60
100	JGO. DE ANILLOS PARA PISTON		4 432.00
5	CARTER		5 255.52
10	MULTIPLE		6 900.00
100	DIAFRAGMA		1 705.60
10	CIGUERAL		7 500.00
20	FUNDA DE VALVULA DE SUCCION		4 442.24
20	TAPON DE VALVULA DE DESCARGA		1 300.00
50	ENSAMBLE DE PISTON		18 990.40
20	TAPA DE VALVULA DE SUCCION		5 600.00
20	TAPA DE VALVULA DE DESCARGA		915.20
50	TAPON DE NIVEL DE ACEITE		156.80
200	RESORTE DE VALVULA		5 913.60
200	ANILLO "O"		1 798.40
200	EMPAQUE DE TAPA		3 219.20
200	EMPAQUE DE VALVULA DE DESCARGA		1 235.20
400	EMPAQUE DE VALVULA DE SUCCION		2 470.40
100	CILINDROS		17 310.00
		NS	<u>509 873.36</u>
	FLETE A LAREDO, TEXAS		1 472.00
	-3%		496 004.99
	IVA 10%		49 600.50
			<u>545 605.50</u>

UN PROMEDIO DE 106 COMPRESORES ATENDIDOS

CONCLUSIONES

La implementación de un programa de Mantenimiento debe fundarse además de los lineamientos establecidos para realizar un mantenimiento, a las características propias de la empresa, de la máquina, capacidad de los trabajadores que lo realizan el grado de aceptación del mismo.

Es fundamental que el Ingeniero en Mantenimiento realice un estudio muy profundo basado en los datos proporcionados por el fabricante, conocimientos propios que resulten del sometimiento de pruebas funcionales del Compresor y de la toma de conocimientos de los trabajadores que tienen relación directa con el, así como también, de las condiciones en que viene operando, opere o operará el mismo, para formar un programa de mantenimiento idoneo que se ajuste a las condiciones reales que prevalecen.

Es de suma importancia que el estudio denote todos los sistemas que se involucran en el desempeño del compresor, para tener conocimiento de cuales son sus requerimientos y poder clasificar en determinado momento cual es el sistema que depende más de él y por ende cual es el sistema que puede ocasionar mayor frecuencia de fallas. Además es importante la amplia difusión del programa implementado para que todo el personal lo lleve a cabo y de esta manera conseguir el máximo de efectividad del mismo y poderlo evaluar correctamente.

Cuando el programa es muy profundo, esto es, cuando se da a conocer las funciones y/o operaciones de los sistemas que se involucran con el equipo al cual se da mantenimiento, así como,

todo lo concerniente al mismo, el grado de efectividad es más alto debido a que se puede atacar las fallas desde su origen y surge una clasificación de fallas que nos hacen con el tiempo determinar más rápidamente cual es el problema y cual es la acción a tomar.

La efectividad de un programa de Mantenimiento se mide mediante un Análisis de Costos que debe denotar disminución en gastos por concepto de mantenimiento tanto Preventivo como Correctivo, respecto a los gastos de años anteriores, contando con técnicas que permitan la mayor obtención de información para ser posible la disminución en un futuro próximo, así como también, la creación de estrategias a seguir, basadas en toda la información que se generan a dichas técnicas.

Para la disminución de gastos por concepto de mantenimiento es importante que el Programa de Mantenimiento con toda la información con que se implemento integre a todos los departamentos de la empresa que se vean involucrados, a que participen en él y no queden relegados por ser un equipo de origen extranjero y, así obtener mayores beneficios del programa.

BIBLIOGRAFIA

- Agustín Montaña
Administración de la producción
Ed. Trillas México 315 p.
- E.T. Newbrough
Administración de Mantenimiento Industrial
Ed. Diana México 413 P.
Manuales
- Manual AirTek Inc.
Irwin Pa. 15642
U.S.A.
- Manual Grupo de Sistemas Para Vehículos Pesados
Bendix Inc.
U.S.A.
- Manual de Mantenimiento Industrial
L.C. Morrow 1973 3 tomos
Ed. Mc. Graw-Hill
- Manual de Partes Neumáticas
Wagner Eléctric Corporation
Nueva Jersey U.S.A.
- Manual de Lubricantes
Mobil De México S.A.
Industria Quimica Automotriz
- Manual Westinghouse Automotive Air Brake Co.
Westinghouse De México
Berkeley, California U.S.A.