



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“DESARROLLO DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO A
COMPRESORES RECIPROCANTES”**

T E S I S

**PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN INGENIERIA
MECANICA ELECTRICA**

P R E S E N T A :

URIEL GALINDO REBOLLO



ASESOR: Ing. Alejandro Rodríguez Lorenzana

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Titulo de tesis	1
Objetivo	1
Justificación	1
Presentación de hipótesis	1
Introducción	2

CAPITULO I ANTECEDENTES TEÓRICOS.

1- Termodinámica	5
1. 2- Calor	5
1. 2.1- Calor específico	5
1. 2.2- Calor sensible ..	5
1. 2.3- Calor latente	5
1. 2.4- Calor latente de fusión	6
1. 2.5- Calor latente de evaporación	6
1. 2.6- Calor latente de sublimación	6
1. 3- Temperatura	6
1. 3.1- Sistemas de medición de la temperatura	7
1. 3.2- Puntos fijos en la escala de temperatura	7
1. 3.3- Temperatura ambiente	8
1. 3.4- Escalas de medición de temperatura	8
1. 3.5- Comparación de valores en las escalas	8
1. 3.6- Escalas de temperatura absolutas	10
1. 3.7- Indicadores de temperatura	10
1. 4- Presión	12
1. 4.1- Presión atmosférica	13
1. 4.2- Presión absoluta	13
1. 4.3- Presión manométrica	14
1. 4.4- Presión y temperatura de líquidos	15
1. 4.5- Presión y temperatura de gases	16
1. 4.6- Presión y peso de líquidos	16
1. 5- Aceites lubricantes	17
1. 5.1- Viscosidad del aceite de lubricación	17
1. 5.2- Punto de fluidez de los aceites lubricantes	18
1. 5.3- Punto de separación de la cera	18
1. 5.4- Punto de floculación	19
1. 5.5- Estabilidad química del aceite	19
1. 5.6- Resistencia dieléctrica del aceite	19
1. 5.7- Acidez del aceite lubricante	20
1. 5.8- Lubricantes sintéticos	20

CAPITULO II TIPOS DE COMPRESORES

2. 1- Compresores centrífugos	22
2 .1.1.-Compresores centrífugos de rodete	23
2 .1.2.-Compresores centrífugos de dos pasos	25
2 .1.3.-Compresores centrífugos de cuatro pasos	25
2. 2- Compresores rotativos	28
2 .2.1.-Compresores rotativos herméticos	28
2 .2.1.1.-Compresor de pistón rotativo	29
2 .2.1.2.-Compresor de aleta rotatoria	30
2 .2.2.-Compresores rotativos de paleta oscilante	32
2 .2.3.-Compresor rotativo con paleta solidaria	32
2 .2.4.-Compresores bicelulares y multicelulares	33
2 .2.5.-Compresores rotativos bicelulares	33
2 .2.6.-Compresores rotativos multiceculares	34
2 .2.7.-Compresor rotocold	34
2. 3- Compresores reciprocantes	35
2 .3.1.-Compresores abiertos	37
2 .3.1.1.-Cuerpo de compresor abierto	39
2 .3.1.2.-Transformación del movimiento rotativo en alternativo..	41
2 .3.1.3.-Soportes de mecanismo	45
2 .3.1.4.-Dispositivos de aspiración	45
2 .3.1.5.-Válvulas de compresores abiertos	47
2 .3.1.6.-Sistemas Discus	49
2 .3.1.7.-Alineación de las correas	50
2 .3.1.8.-Tensión de las correas	51
2 .3.1.9.-Funcionamiento del compresor a plena carga	51
2 .3.1.10.-Reducción de capacidad	51
2 .3.1.11.-Aumento del espacio muerto	52
2 .3.1.12.-Regreso a la aspiración de los gases admitidos en el cilindro	54
2 .3.2.-Compresores semiherméticos	55
2 .3.2.1.-Funcionamiento básico del compresor	56
2 .3.2.2.-Cuerpo del motocompresor	56
2 .3.2.3.-Transformación del movimiento rotativo en alternativo .	65
2 .3.2.4.-Dispositivos de lubricación	66
2 .3.2.5.-Circuito del aceite	68
2 .3.2.6.-Enfriamiento de los bobinados del estator	70
2 .3.2.7.-Nuevos diseños	72
2 .3.3.-Compresores herméticos	73
2 .3.3.1.-Funcionamiento del compresor	73
2 .3.3.2.-Cuerpo del compresor	77
2 .3.3.3.-Lubricación de compresores herméticos	80
2 .3.3.4.-Motor eléctrico del compresor hermético	81

2. 4- Compresores de tornillo	81
2 .4.1.-Compresores birrotores	83
2 .4.2.-Principio de funcionamiento	83
2 .4.3.-Tipos de compresores birrotores	86
2 .4.4.-Nuevos compresores de tornillo birrotores	90
2 .4.5.-Compresores monorrotos	91
2 .4.6.-Principio de funcionamiento del compresor monorrotor	92
2 .4.7.-Compresores de espiras	93
2 .4.2.-Principio de funcionamiento del compresor de espiras	95

CAPITULO III MANTENIMIENTO A COMPRESORES RECIPROCANTES HERMETICOS

3. 1- Principio de funcionamiento	98
3. 2- Mantenimiento predictivo	98
3 .2.1.-Mantenimiento predictivo en el sistema eléctrico del compresor hermético	98
3 .2.2.-Protector térmico	99
3 .2.3.-Relevadores	99
3 .2.4.-Condensadores (capacitores)	100
3 .2.5.-Termostatos	102
3 .2.6.-Relojes para descongelación (timer)	102
3 .2.7.-Termosensor	103
3 .2.8.-Controles de baja y alta presión (presostatos)	103
3 .2.9.-Contactores y arrancadores	104
3 .2.10.-Fusibles	105
3 .2.11.-Mantenimiento predictivo al sistema mecánico del compresor hermético	105
3 .2.12.-Eliminadores de vibración	106
3 .2.13.-Manómetros de refrigeración	106
3 .2.14.-Válvulas de acceso tipo pivote	107
3 .2.15.-Válvulas solenoides	108
3 .2.16.-Válvula termostática de expansión	108
3 .2.17.-Válvulas de paso manuales	110
3 .2.18.-Tubo capilar	110
3 .2.19.-Filtros deshidratadores	111
3 .2.20.-Indicador de humedad (mirilla)	111
3. 3.- Mantenimiento preventivo	112
3 .3.1.-Cinta aislante	112
3 .3.2.-Limpieza de interruptores y contactores	113
3 .3.3.-Sumario del mantenimiento preventivo al compresor hermético	113
3. 4.- Mantenimiento correctivo a compresores herméticos (reconstrucción)	114

**CAPITULO IV MANTENIMIENTO A COMPRESORES
RECIPROCANTES SEMI-HERMETICOS**

4. 1.- Principio de funcionamiento	117
4. 2.- Mantenimiento predictivo	117
4 .2.1.-Filtros de aceite	117
4. 2.2.-Separador de aceite	118
4 .2.3.-Válvula check	119
4 .2.4.-Válvulas termostaticas de expansión	120
4. 2.5.-Válvula solenoide de dos vías	120
4 .2.6.-Desvío de gas caliente	121
4 .2.7.-Controles de presión	121
4. 2.8.-Control de alta y baja presión	122
4 .2.9.-Control de presión del aceite	123
4 .2.10.-Acumulador de presión	124
4. 3.- Mantenimiento preventivo	125
4. 4.- Mantenimiento correctivo	134

**CAPITULO V MANTENIMIENTO A COMPRESORES
RECIPROCANTES ABIERTOS**

5. 1.- Principio de funcionamiento	143
5. 2.- Mantenimiento predictivo	143
5. 3.- Mantenimiento preventivo	144
5. 4.- Mantenimiento correctivo	144

Conclusiones	146
--------------------	-----

Bibliografía	148
--------------------	-----

Título de la tesis:

Desarrollo de un manual de mantenimiento a compresores reciprocantes.

Objetivo:

Realizar un análisis para el desarrollo de un manual sobre el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los compresores reciprocantes, basándonos en manuales de fabricantes y en libros especializados sobre el tema.

Justificación:

El propósito principal de este trabajo es el siguiente. Que por medio de este trabajo, se de a conocer el mantenimiento que se le debe dar a los compresores reciprocantes, también puede servir como una fuente de investigación y que puede ser de gran ayuda como libro de consulta para las futuras generaciones. Este trabajo sirve de apoyo para asignaturas como: maquinas de desplazamiento positivo, maquinas térmicas, refrigeración y aire acondicionado, así como una referencia rápida para los egresados que se van a dedicar al mantenimiento industrial.

Presentación de hipótesis:

Nuestro trabajo se llevo a cabo realizando diferentes tipos de investigaciones sobre nuestro tema, esto se hizo buscando el material en diferentes tipos de libros, manuales prácticos, bibliotecas de acuerdo a lo que se iba desglosando sobre el tema. También se observa de cómo fuimos acomodando la información de acuerdo con la relación de los temas y subtemas del trabajo, sobre todo el tiempo que se le dedico para realizarlo. La forma de la realización del trabajo fue por medio de capítulos, de una breve historia de los compresores y la importancia del mantenimiento de estos.

La importancia de esta investigación es para poder darles un buen mantenimiento a los compresores recíprocos, esto les servirá a los lectores para que no tengan tantos problemas al manejar los compresores recíprocos, que conozcan mejor sus partes y el funcionamiento de algunas de estas. Como tiene una gran cantidad de aplicaciones en la industria de la refrigeración y aire acondicionado, e estado haciendo muchas referencias con respecto a dichas aplicaciones.

Los límites de mi investigación fue la poca información con la que se cuenta ya que en muchos lugares la consideran estratégica y no se le permite a cualquier usuario el acceso a esta información , también por la falta de libros de textos adecuados al enfoque que le estoy dando a mi investigación.

Introducción:

Este trabajo trata, como poder realizar los mantenimientos predictivos preventivos y correctivos, a compresores recíprocos. Empezando por conocer cuales son los conceptos básicos.

Se hablara de lo que es un compresor y su principio de funcionamiento, los diferentes tipos de compresores que hay en el mercado como son centrífugos, recíprocos, rotatorios y de tornillo también se hablara del desmontaje de sus diferentes piezas y como funcionan algunas partes que los componen.

Se hablara sobre los conceptos básicos de la refrigeración ya que es ahí donde se han basado para el desarrollo de tecnologías de los compresores. De cómo ha ido evolucionando, se dará la definición de temperatura para conocer sus diferentes escalas de esta. Que son °C, °F, °K. Se hablara sobre presión y tipos, las leyes de los gases, y por ultimo aceites lubricantes.

Se dará la definición de compresores, la clasificación de dinámicos los cuales son compresores centrífugos. Por desplazamiento positivo son los compresores recíprocos, rotativos y de tornillo.

Se analizaran los tres compresores recíprocos, y el mantenimientos que se le debe aplicar tanto predictivo, como preventivo y correctivo.

El propósito principal de este trabajo es proporcionar conocimientos sobre los mantenimientos que se les debe de dar a los compresores recíprocos, y que son muy importantes, ya que sin estos mantenimientos el compresor, tendrá muchas fallas y una vida corta.

Se conocerán las partes que componen a un compresor, y el funcionamiento de algunas de ellas, junto con los diferentes accesorios de refrigeración que son de mucha utilidad para que el compresor tenga un mejor funcionamiento.

También para saber los diferentes tipos de compresores, el como clasificarlos, y el como funcionan cada uno de ellos.

Esto se realizara basándose en manuales y libros de consulta, también puede servir como una fuente de investigación en los temas de refrigeración y aire acondicionado, para las generaciones futuras y que les servirá a los practicantes para que no tengan tantos problemas al manejar estos compresores. Para que todo esto favorezca a la incorporación rápida en el área laboral.

CAPITULO I

ANTECEDENTES TEÓRICOS

1.1.-TERMODINÁMICA

La termodinámica es una rama de la ciencia que trata sobre la acción mecánica del calor. Hay ciertos principios fundamentales de la naturaleza, llamados leyes termodinámicas, que son básicos para el estudio de la refrigeración.

La más importante de estas leyes dice: la energía no puede ser creada ni destruida solo puede transformarse de un tipo de energía en otra.

1.2.-CALOR

El calor es una forma de energía creada principalmente por la transformación de otros tipos de energía en energía de calor por ejemplo la energía mecánica que opera una rueda causa fricción y causa calor. Calor es frecuentemente definido como energía en tránsito por que nunca se mantiene estática, ya que siempre esta transmitiéndose de los cuerpos cálidos a los cuerpos fríos.

La mayor parte del calor en la tierra se deriva de las radiaciones del sol. Una cuchara sumergida en el agua helada pierde su calor y se enfría; y una cuchara sumergida en el café caliente absorbe el calor del café y se calienta.

1.2.1-CALOR ESPECÍFICO

El calor específico de una sustancia es su capacidad relativa de absorber calor tomando como base la unidad de agua pura y se define como la cantidad de kilo-calorías (BTU) necesarias para aumentar la temperatura de un kilo (libra) de cualquier sustancia.

1.2.2-CALOR SENSIBLE

El calor sensible se define como el calor que provoca un cambio de temperatura de una sustancia. En otras palabras es, como su nombre lo indica, el calor que puede percibirse por medio de los sentidos. Cuando la temperatura del agua se eleva de 0°C a 100°C, hay también un aumento de calor sensible.

1.2.3-CALOR LATENTE

El calor latente es el que se necesita para cambiar un sólido en líquido, o un líquido en gas sin variar la temperatura de la sustancia.

La palabra latente significa oculto, o sea que este calor requerido para cambiar el estado de una sustancia, no es percibido por los sentidos.

1.2.4-CALOR LATENTE DE FUSION

El cambio de una sustancia de sólida a líquida o de líquida a sólida requiere calor latente de fusión, este también puede llamarse calor latente de licuefacción o calor latente de congelación. En la congelación de productos alimenticios, únicamente se considera el calor latente del porcentaje de agua que estos contienen; por lo tanto, el calor latente se conocerá, determinando el porcentaje de agua que existe en dichos productos.

1.2.5-CALOR LATENTE DE EVAPORACION

Para cambiar una sustancia de líquido a vapor y de vapor a líquido se requiere calor latente de evaporación. Puesto que la ebullición es sólo un proceso acelerado de evaporación, este calor también puede llamarse calor latente de ebullición, calor latente de evaporación, o calor latente de condensación.

Debido a la gran cantidad de calor latente que interviene en la evaporación y en la condensación, la transmisión de calor puede ser muy eficiente mediante éste proceso. Los mismos cambios del estado que afectan al agua se aplican también a cualquier líquido aunque a diferentes presiones y temperaturas.

La absorción de calor para cambiar un líquido a vapor y la substracción de este calor para condensar nuevamente el vapor, es la clave para todo el proceso de refrigeración mecánica y la transmisión del calor latente requerido, es el instrumento básico de la refrigeración.

1.2.6-CALOR LATENTE DE SUBLIMACION

El proceso de sublimación es el cambio directo de un sólido a vapor sin pasar por el estado líquido, que puede ocurrir en algunas sustancias. Un ejemplo es el uso de hielo seco o sea bióxido de carbono para enfriar. El mismo proceso puede ocurrir con el hielo abajo de su punto de congelación, y se utiliza también en algunos procesos de congelamiento a temperaturas extremadamente bajas y altos vacíos, el calor latente de sublimación es igual a la suma del calor latente de fusión y el calor latente de evaporación.

1.3.-TEMPERATURA

La temperatura es la escala usada para medir la intensidad del calor y es el indicador que determina la dirección en que se moverá la energía de calor, también puede definirse como el grado de calor sensible que tiene un cuerpo en comparación de otro. En algunos países, la temperatura se mide en grados Fahrenheit, pero en nuestro país y generalmente en el resto del mundo se usa la

escala de grados centígrados algunas veces llamadas Celsius. Ambas escalas tienen dos puntos básicos en común: el punto de congelación y el punto de ebullición del agua al nivel del mar.

1.3.1-SISTEMAS DE MEDICION DE TEMPERATURA

La palabra escala se utiliza con los dispositivos de medición de temperatura para identificar un sistema de medición, la escala debe tener puntos fijos definidos o estándares que siempre tienen el mismo valor y que puede reproducirse con facilidad.

1.3.2-PUNTOS FIJOS EN ESCALAS DE TEMPERATURA

Se utilizan algunos estándares de temperatura que dependen de las condiciones físicas de un material, por ejemplo la temperatura a la cual se congela el agua que siempre puede reproducirse.

Este punto de congelación se altera mediante cambios extremos en la presión y solo un poco por los cambios ordinarios de la presión atmosférica, siendo así el punto de congelación del agua a la presión atmosférica.

Otra temperatura común es el punto de ebullición del agua bajo condiciones normales. A diferencia de la congelación, la temperatura a la cual hierve el agua se afecta por la presión atmosférica.

El tercer punto fijo es el cero absoluto; esta es la temperatura a la cual los científicos consideran que no existe ningún movimiento de las moléculas. Ya que el movimiento origina energía térmica, se tiene que la ausencia de movimiento implica la ausencia de calor (figura 1).



Figura 1 Puntos fijos

1.3.3-TEMPERATURA AMBIENTE

La temperatura del aire circunvecino se conoce en la refrigeración como temperatura ambiente que normalmente se expresa en grados Fahrenheit o centígrados y se utiliza siempre que se requiere una temperatura de operación, la temperatura de operación es igual a la suma de la temperatura ambiente y el aumento de temperatura de la unidad misma.

1.3.4-ESCALAS DE MEDICION DE TEMPERATURA

Los cambios de temperatura se pueden medir ya sea en la escala Fahrenheit o Centígrada. Estas dos escalas básicas se conocen como escalas normales, existen dos puntos fijos en ambas los cuales indican

1. La temperatura a la cual se funde el hielo.
2. La temperatura a la cual el agua pura hierve a una presión atmosférica estándar.

Estos puntos de referencia fijos pueden duplicarse exactamente en cualquier parte del mundo.

Las mediciones que se realizan en la escala Fahrenheit o centígrada corresponden a unidades denominadas grados. El grado se indica como ° y va seguido de una letra para establecer la escala que se aplica.

1.3.5-COMPARACIÓN DE VALORES EN LAS ESCALAS

El punto en el cual funde el hielo se conocen como cero grados en la escala centígrada y 32 grados en la escala Fahrenheit.

El punto de ebullición del agua pura a la presión estándar es de 100°C y 212°F (figura 2) existen 180°F entre los puntos de congelación y ebullición del agua, pero solamente 100°C.

En consecuencia, la diferencia entre el punto de fusión del hielo y el punto de ebullición del agua es de 100°C en el sistema centígrado y de 180 grados Fahrenheit.

Esto significa que cada cambio de un grado de temperatura en la escala Fahrenheit es igual a cinco novenos de un grado en la escala centígrada.

En la figura 3 observe que el punto de congelación en la escala centígrada empieza en 0, mientras que en la escala Fahrenheit se inicia en 32.

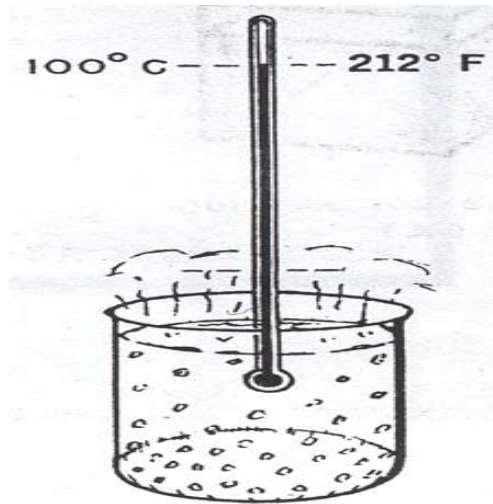


Figura 2 Ebullición del agua.

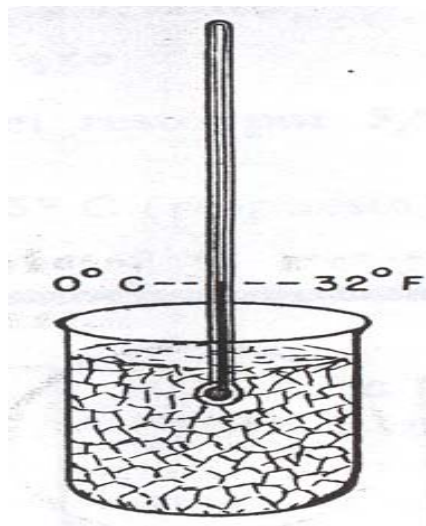


Figura 3 Fusión del hielo.

Para cambiar una lectura centígrada a Fahrenheit

1. Multiplicar la lectura por $9/5$
2. Agregar 32°

Ejemplo 1. Encuentre la temperatura Fahrenheit equivalente a 35°C

1. Multiplique la lectura por $9/5$

2. Sume 32°C

$$35^{\circ} \times \frac{9}{5} = 63^{\circ} \qquad 63^{\circ} + 32^{\circ} = 95^{\circ}\text{F (respuesta)}$$

Para cambiar una lectura Fahrenheit a centígrados

1. Restar 32°
2. Multiplicar por 5/9

Ejemplo 2. Encuentre el equivalente centígrado de 77°F

1. Reste 32° de la lectura
2. Multiplique el resto por 5/9

$$77^{\circ} - 32^{\circ} = 45 \qquad 45^{\circ} \times \frac{5}{9} = 25^{\circ}\text{C (respuesta)}$$

1.3.6-ESCALAS DE TEMPERATURA ABSOLUTAS

La escala centígrada y Fahrenheit indican la temperatura relativa. La temperatura absoluta puede medirse únicamente cuando la escala se inicia a la temperatura cero real en que, debido a la ausencia de calor.

Este cero absoluto es la base de otras dos escalas de temperatura denominadas kelvin y Rankine. El kelvin (k) se denomina escala centígrada absoluta y se utiliza generalmente en trabajos científicos.

La Rankine (R) es la escala Fahrenheit absoluta.

Estas dos escalas son las que se aplican en la refrigeración y en el acondicionamiento del aire.

1.3.7-INDICADORES DE TEMPERATURA

Existen muchos diferentes tipos de indicadores que se emplean para la medición de la temperatura, el termómetro de líquido es el más común de los indicadores de temperatura.

El líquido puede ser de mercurio (figura 4), alcohol o cualquier otro líquido colorido, dependiendo del intervalo que se desea descubrir, este termómetro es principalmente para medir la temperatura del evaporador.

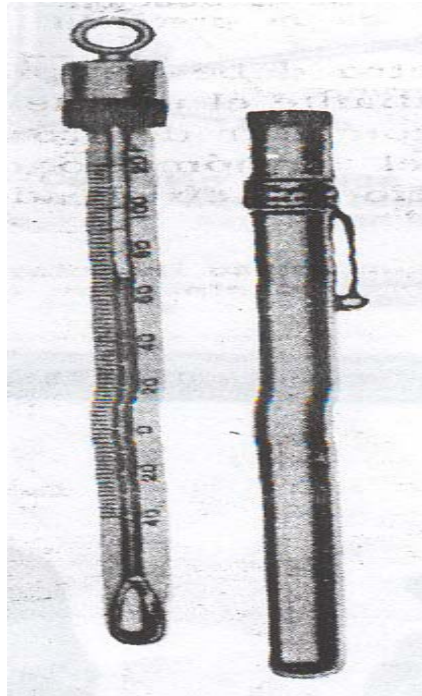


Figura 4 Termómetro de mercurio



Figura 5 Termómetro digital

La desventaja que tienen los termómetros de líquido es en la visibilidad de lectura no son muy precisos y se puede llegar a separar el líquido.

En la actualidad existen termómetros digitales (figura 5) que son más fáciles para leer la temperatura, son más precisos y soportan más temperatura.

1.4.-PRESION

La presión (P) se define como la fuerza (F) ejercida sobre un cuerpo o área (A) y su formula es:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}} \qquad P = \frac{F}{A}$$

Si se mide la fuerza en libras y el área en pies cuadrados la formula es:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\text{lb}}{\text{pie}^2}$$

Ejemplo:

Un tanque de almacenamiento de agua helada, utilizado en un sistema de enfriamiento por energía solar contiene 3000 lb de agua.

El tanque tiene 3 pies de largo por 2 pies de ancho. ¿Cual es la presión que se ejerce sobre el fondo del tanque en libras por pie cuadrado?

Solución:

En este problema se utiliza la segunda formula de libras sobre pies cuadrados. Se distribuye una fuerza de 3000 lb sobre el área de 2 x 3 pies, que serian 6 pies cuadrados (la fuerza que actúa sobre el fondo es el peso total del agua). En la figura 6 se muestra un esquema del tanque y en la figura 7 se muestra el esquema de la presión ejercida

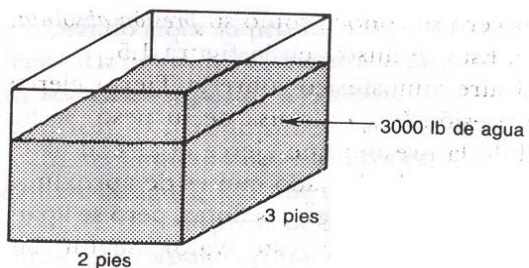


Figura 6 Esquema del tanque con agua.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{3000 \text{ lb}}{6 \text{ pies}^2} = 500 \text{ lb/pie}^2$$

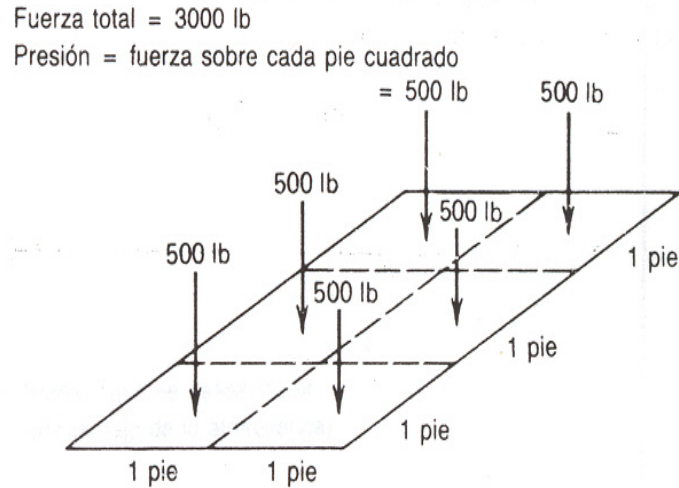


Figura 7 Presión ejercida sobre el fondo del tanque 500 lb x pie².

1.4.1-PRESION ATMOSFERICA

La atmósfera alrededor de la tierra, que está compuesta de gases como el oxígeno y el nitrógeno, se extiende muchos kilómetros sobre la superficie. El peso de esta atmósfera sobre la tierra crea la presión atmosférica, en un punto dado, la presión atmosférica es relativamente constante excepto por pequeños cambios debidos a las diferentes condiciones atmosféricas.

Con el objeto de estandarizar y como una referencia básica para su comparación, la presión atmosférica al nivel del mar ha sido universalmente aceptada y establecida a 1.03 kilos por cm² (14.7 lb por pulgada cuadrada), lo cual es equivalente a la presión causada por una columna de mercurio de 760 milímetros (29.92 pulgadas) de alto. En altura sobre el nivel del mar, la altitud de la capa atmosférica que existe sobre la tierra es menor y por lo tanto la presión atmosférica disminuye, a 1,525 metros (5000 pies) de altura, la presión atmosférica es sólo de 0.86 kilos por cm² (12.2 libras por pulgada cuadrada).

1.4.2-PRESION ABSOLUTA

La presión ejercida por un fluido por encima del valor cero se conoce como presión absoluta. Generalmente la presión absoluta se expresa en términos

de kilogramos sobre cm^2 (lb/in^2) y se cuenta a partir del vacío perfecto en el cual no existe presión.

1.4.3-PRESION MANOMETRICA

Un manómetro de presión (figura 8) ésta calibrado para leer cero kilos por cm^2 (0 libras por pulgada cuadrada) cuando no está conectado a algún recipiente con presión; por lo tanto, la presión absoluta de un sistema cerrado será siempre la presión manométrica más la presión atmosférica.

Las presiones inferiores a 0 k/cm^2 (PSIG) son realmente lecturas negativas en los manómetros y se llaman milímetros (pulgadas) de vacío.

Un manómetro de refrigeración mixto (figura 9) esta calibrado en el equivalente de milímetros (pulgadas) de mercurio por las lecturas negativas. Puesto que 1.03 k/cm^2 (14.7PSI) son equivalentes a 760 milímetros (29.92 pulgadas) de mercurio, un k/cm^2 (PSI) equivale aproximadamente a 738 milímetros (29.05 pulgadas).

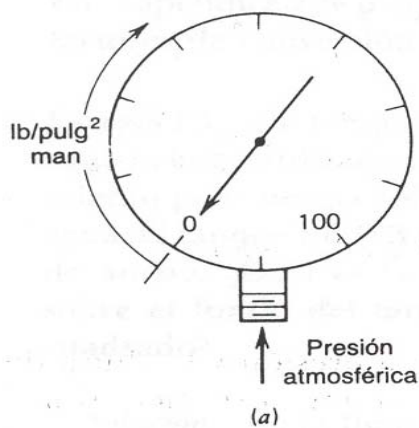


Figura 8 Manómetro de Presión

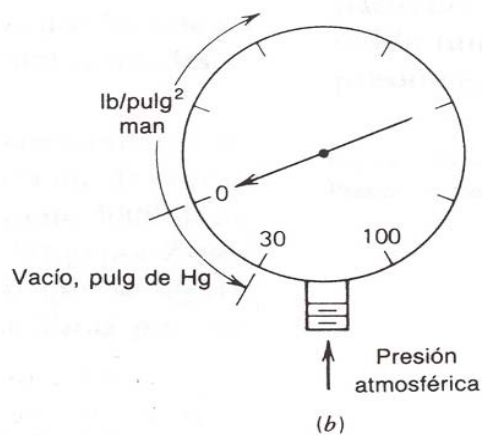


Figura 9 Manómetro mixto

Es importante recordar que la presión manométrica es siempre relativa a la presión absoluta. La tabla uno demuestra la relación de presiones a diferentes altitudes suponiendo que las condiciones atmosféricas sean normales.

La presión absoluta en milímetros (pulgadas) de mercurio, indica los milímetros (pulgadas) de mercurio que una bomba de vacío perfecta debería obtener teóricamente. Por lo tanto a 1,525 metros (5,000 pies) de altura y tú bajo condiciones atmosféricas normales, un vacío perfecto sería de 632 milímetros (24.89 pulgadas) de mercurio.

ALTITUD		PRESIONES						PUNTO DE EBULLICION DEL AGUA	
		MANOMETRICA		ABSOLUTA		ATMOSFERICA			
metros	pies	Kg/Cm ²	PSIG	Kg/Cm ²	PSIA	mm. Hg.	Pulg. Hg.	°C	°F
0	0	0	0	1.03	14.7	760	29.92	100	212
305	1000	0	0	1.00	14.2	733	28.85	99	210
610	2000	0	0	0.96	13.7	707	27.82	98	208
915	3000	0	0	0.93	13.2	681	26.81	97	206
1220	4000	0	0	0.89	12.7	656	25.84	96	205
1525	5000	0	0	0.86	12.2	632	24.89	95	203

Tabla 1 Relación de presiones a diferentes altitudes

A presiones muy bajas, es necesario usar una unidad de medida más pequeña puesto que incluso los milímetros y las pulgadas de mercurio son demasiado grandes para medir con exactitud, para este objeto se usa el micrón y cuando hablamos de micrones de vacío, nos referimos a la presión absoluta de unidades de micrones de mercurio.

1.4.4-PRESION Y TEMPERATURA DE LIQUIDOS

La temperatura a la cual hierve depende de la presión sobre este líquido. La presión del vapor de un líquido, que es la presión causada por las pequeñas moléculas al tratar de escapar del líquido para convertirse en vapor, aumenta con la temperatura hasta llegar al punto donde la presión interna del vapor igual a la presión externa, dando lugar a la ebullición.

Al nivel del mar, el agua hierve a 100°C pero a 1525 metros (5000 pies) de elevación hierve a 95°C (203°F) debido a la reducida presión atmosférica, si usamos algún medio para variar las presiones sobre la superficie del agua en un recipiente cerrado, por ejemplo un compresor, el punto de ebullición podrá cambiarse según nuestros deseos.

Puesto que todos los líquidos reaccionan en la misma forma, aunque a diferentes temperaturas y presiones, la presión es un medio para regular la temperatura de refrigeración.

Manteniendo en un serpentín de enfriamiento una presión equivalente a la temperatura de saturación (punto de ebullición) del líquido con la temperatura de enfriamiento deseada, dicho líquido hervirá a esa temperatura mientras esté absorbiendo calor, consiguiéndose entonces la refrigeración.

1.4.5-PRESIÓN Y TEMPERATURA DE GASES

Uno de los fundamentos de la termodinámica es la ley del gas perfecto, esto describe las relaciones existentes entre los tres factores básicos que controlan el comportamiento de un gas (presión, volumen y temperatura).

En la práctica, el aire y los gases refrigerantes altamente sobrecalentados pueden considerarse gases perfectos, en esta relación tanto la presión como la temperatura deben expresarse en valores absolutos, la presión en PSIA y la temperatura en grados absolutos o grados arriba del cero absoluto (grados C + 273°) (grados F + 460°).

Uno de los problemas de la refrigeración es deshacerse del calor que ha sido absorbido durante el proceso de enfriamiento, y una solución práctica consiste en aumentar la presión del gas para que la temperatura de saturación sea suficientemente mayor que la temperatura del agente enfriante (aire o agua) para asegurar de este modo un intercambio de calor eficiente.

1.4.6-PRESION Y PESO DE FLUIDOS

Frecuentemente es necesario saber la presión creada por la columna de un líquido y posiblemente la presión requerida para forzar a una columna de refrigerante a fluir en un tramo vertical en una distancia ascendente, puesto que la densidad se expresa en gramos por centímetro cúbico y puesto que el agua pesa un gramo por centímetro cúbico, la presión que crea un centímetro cúbico de agua es de un gramo. Un metro de agua crea la presión de 100 gramos por centímetro cúbico, o sea 0.1kilos por centímetro cúbico.

En el sistema inglés las densidades se dan generalmente en libras por pies cúbicos y es conveniente imaginarse la presión en un cubo del líquido con un pie de largo por uno de profundidad por uno de alto, puesto que la base de este cubo es de 144 pulgadas cuadradas, la presión promedio en libras por pulgada cuadrada es el peso por pie cúbico de líquido dividido entre 144.

Por ejemplo: puesto que el agua pesa aproximadamente 62.4 libras por pie cúbico, la presión creada por un pie de agua es $62.4 \div 144 = 0.433$ libras por pulgada cuadrada.

Por lo tanto diez pies de agua crearían la presión de $10 \times 0.433 = 4.33$ libras por pulgada cuadrada.

La carga de presión que es el término usado generalmente para nombrar cualquier clase de presión creada por un fluido y puede expresarse en términos de la altura de la columna del mismo fluido, por lo tanto la presión de un kilo por cm² puede expresarse como equivalente a una carga de 10 metros de agua

(0.1 kg/cm² = 1 metro de agua) y PSI puede expresarse como equivalente a una carga de 2.31 pies de agua. En la tabla 2 se ven las presiones equivalentes en cargas de fluidos.

Kg/Cm ²	Lb/Pulgada ²	Milímetros de Mercurio	Pulgadas de Mercurio	Milímetros de Agua	Pulgadas de Agua	Metros de Agua	Pies de Agua
.0025	.036	1.84	.07	25	1.0	.025	.083
.0307	.436	22.58	.80	307	12.0	.307	1.000
.0345	.491	25.38	1.00	345	13.6	.345	1.130
.0703	1.000	51.71	2.03	703	27.7	.703	2.310
1.0340	14.700	760.52	29.92	1034	408.0	1.034	34.000

Tabla 2 Presiones equivalentes en cargas de fluidos.

1.5.-ACEITES LUBRICANTES

Las partes móviles de un compresor, o de cualquier máquina, normalmente se mantienen cubiertas con aceite lubricante; esto asegura que las partes móviles se muevan libremente, con un mínimo de fricción entre ellas, cuando esto es así el compresor trabaja eficientemente.

Además, siempre se genera calor en un compresor por lo que es necesario el enfriamiento, el calor generado aumenta la temperatura en el cilindro y puede producir un aumento de volumen en las partes móviles (una dilatación).

Esto puede hacer que se caliente demasiado el aceite en las zonas calientes del compresor, para evitar daños, el aceite tiene que mantenerse en movimiento, de forma que una vez que sea calentado, con este movimiento se reemplaza por aceite frío, así el aceite del compresor se utiliza tanto para la lubricación como para el enfriamiento, y esta especialmente diseñado para su uso en compresores frigoríficos.

1.5.1-VISCOSIDAD DEL ACEITE DE LUBRICACIÓN

La propiedad que debe tener el aceite del compresor es que el valor de su viscosidad sea el correcto, la viscosidad de un líquido se debe a la fricción entre las distintas capas que componen ese líquido; cuánto más espeso es un líquido, mayor será su viscosidad.

El aceite espeso no se mueve fácilmente y tiene una elevada viscosidad; mientras que el aceite poco viscoso se mueve con facilidad y tiene baja

viscosidad; el aceite muy viscoso no podrá penetrar entre las distintas superficies, por lo que las lubricara mal, por el contrario el aceite muy ligero si penetrara entre las superficies, pero no las protegerá cuando froten entre sí.

También el aceite debe formar un sello entre los segmentos del pistón y el cilindro, cosa que el aceite ligero no será capaz de hacer.

La viscosidad cambia con la temperatura, por lo que el aceite espeso se hará más ligero cuando aumenta la temperatura. Como se ha visto es inevitable que parte del aceite llegue, a través de las tuberías, al condensador (a temperatura alta) y al evaporador (a temperatura baja).

Como cambiará su temperatura conforme pasa por el sistema frigorífico, el grado del aceite se elige de forma que fluya libremente en un amplio rango de temperaturas.

Hay toda una serie de métodos que se puedan utilizar para medir la viscosidad, sin embargo, la viscosidad del aceite lubricante se determina colocando en un pequeño depósito y dejándolo fluir a través de un orificio de un determinado tamaño, se mide el tiempo necesario para que fluya todo el aceite. Una de las unidades de viscosidad es el Segundo Saybolt Universal (SSU).

Por ejemplo si se necesitan 200 s para que fluya todo el aceite a 30°C entonces la viscosidad es 200 SSU a 30°C. Un aceite más viscoso que tarda 250 s en fluir completamente a la misma temperatura tendrá una viscosidad de 250 SSU.

1.5.2-PUNTO DE FLUIDEZ DE LOS ACEITES LUBRICANTES

Los aceites lubricantes contienen una cierta cantidad de ceras minerales. Por ello, aunque dos aceites pueden tener la misma viscosidad a temperatura ambiente, esto no es necesariamente cierto a temperaturas inferiores.

El punto de fluidez es la temperatura más baja a la que el aceite fluye, cuanto mayor sea el contenido de cera, mayor será el punto de fluidez.

Cuando se selecciona un aceite lubricante, es importante que el punto de fluidez no sea demasiado alto, ya que de lo contrario sería más lento moviéndose a las temperaturas bajas del evaporador, se pegaría a las superficies y se reduciría su eficiencia.

1.5.3-PUNTO DE SEPARACION DE LA CERA

Conforme se disminuye la temperatura de un aceite lubricante, la cera comenzara a solidificarse y a separarse del aceite.

Este fenómeno implica que la cera se depositaría sobre las superficies del evaporador, lo que se reduciría su eficacia en la transferencia de calor.

Se denomina punto de separación de la cera a la temperatura en la que comienza a separarse; este punto debe ser lo mas bajo posible.

1.5.4-PUNTO DE FLOCULACION

El refrigerante que circula por el interior de un sistema frigorífico contiene cierta cantidad de aceite, normalmente en una proporción bastante inferior al 10%.

El punto de floculación es la temperatura a la que la cera empieza a separarse de una mezcla de 90% de refrigerante R-12 y 10% de aceite lubricante. Ésta mezcla permite observar las condiciones posibles más desfavorables, éste punto debe ser tan bajo como sea posible.

1.5.5-ESTABILIDAD QUIMICA DEL ACEITE

A veces el mismo aceite permanece en el compresor durante varios años, a pesar de que se producen altas temperaturas mientras el compresor está funcionando.

Las altas temperaturas pueden producir cambios químicos en el aceite, por lo que es importante que tales cambios no se produzcan en el aceite del compresor. El aceite del compresor debe tener una elevada estabilidad química.

1.5.6-RESISTENCIA DIELECTRICA DEL ACEITE

Es importante que el aceite esté tan libre de impurezas como sea posible, un método de medida de esa cantidad de impurezas, incluyendo el contenido de humedad, consiste en poner el aceite entre dos placas eléctricas separadas 2.5mm y se aplica un alto voltaje hasta que una corriente eléctrica pasa entre las placas.

Este tipo de corriente forma un arco eléctrico, cuanto mayor sea el voltaje que se debe aplicar antes de que se produzca el arco eléctrico, mayor será la resistencia dieléctrica del aceite.

El aceite contaminado tendrá una resistencia dieléctrica baja y el aceite puro una resistencia dieléctrica elevada.

Las impurezas pueden deteriorar el sistema frigorífico, por lo que la resistencia dieléctrica del aceite debe ser elevada, para que no tenga demasiadas impurezas y no afecte el sistema.

1.5.7-ACIDEZ DEL ACEITE LUBRICANTE

La mayoría de los aceites lubricantes son ácidos en cierta medida, pero es necesario tener en cuenta que una acidez demasiado elevada puede dañar el sistema frigorífico.

Cuando un ácido se mezcla con una base, el ácido se neutraliza y ya no puede tener un efecto perjudicial. Un ejemplo de base (o álcali) es el hidróxido de potasio.

La masa en mg necesaria para neutralizar un gramo de aceite se denomina grado de neutralización; el aceite utilizado en compresores debe tener un grado de neutralización no superior a 0.05mg/g.

1.5.8-LUBRICANTES SINTETICOS

Los aceites lubricantes que se utilizan con refrigerantes como el R-12 y R-22, y muchos otros, están constituidos de aceites minerales que se obtienen de yacimientos. Sin embargo, tales aceites no se utilizan con el R-134a; con este refrigerante se utilizan productos denominados esteres sintéticos.

Estos esteres son fabricados por muchas empresas. Estos aceites tienen puntos de fluidez mucho menores que sus equivalentes minerales, por lo que tienen mejor comportamiento a bajas temperaturas.

No tienen punto de floculación porque no contienen ceras que se pueden separar, y muestran un alto nivel de estabilidad química comparados con los aceites minerales.

CAPITULO II

TIPOS DE COMPRESORES

2.1.-COMPRESORES CENTRIFUGOS

El compresor centrífugo es una maquina que tiene por función actuar sobre un cuerpo fluido por medio de una rueda alabeada girando alrededor de un eje.

Los compresores centrífugos tienen toda una serie de alabes que están montados sobre un rodete que gira y que es conocido como impeler.

El refrigerante entra cerca del centro del rodete y se somete a una fuerza centrífuga por medio de los alabes del rotor que la empuja hacia la parte exterior del rodete y de aquí hacia el tramo de descarga que va al condensador (figura 1).

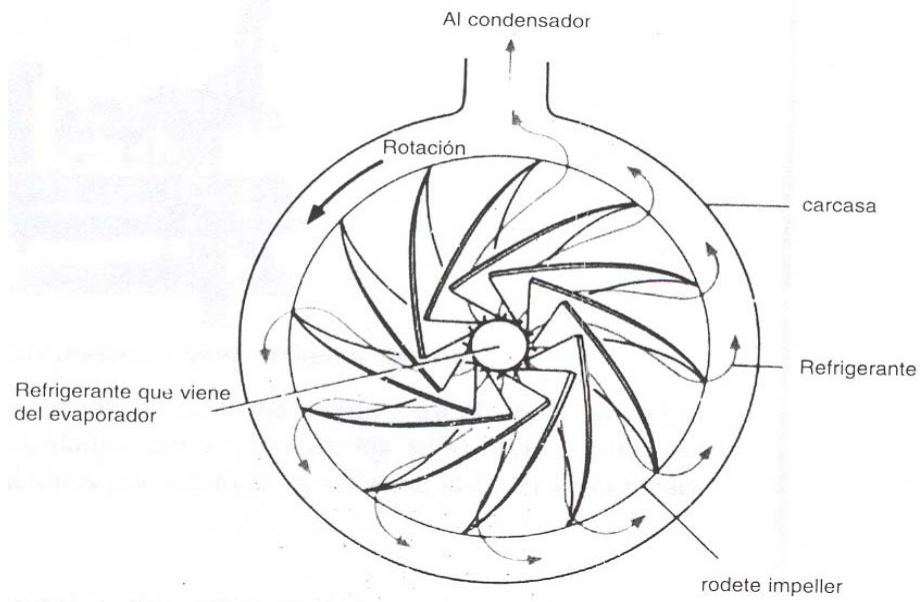


Figura 1 Compresor centrífugo.

Con el fin de conseguir la alta presión de vapor necesaria para el vapor, el rodete impeller tiene que girar a altas velocidades, por encima de las 3000 revoluciones por minuto (r.p.m.).

Es decir 50 revoluciones por segundo. A veces se utilizan velocidades de hasta 18 000 r.p.m.

2.1.1-COMPRESORES CENTRÍFUGOS DE UN RODETE (figura 2)

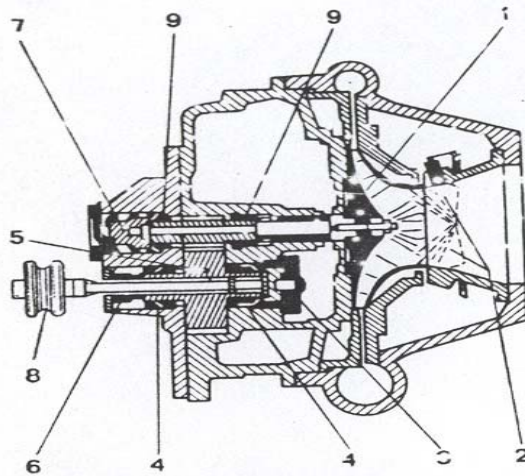


Figura 2 Compresor centrífugo de un rodete (york).

- 1.-Rodete- Construido en aleación de aluminio estampado y un eje de acero tratado térmicamente; estas dos piezas que forman el conjunto móvil deben estar cuidadosamente equilibradas, estática y dinámicamente.
- 2.-Alabes de prerrotacion- Van colocados en la aspiración del compresor.
- 3.-Bomba de baja velocidad- Asegura el engrase de los cojinetes.
- 4.-Cojinetes de baja velocidad- Están en el eje de baja velocidad.
- 5.-Multiplicador de velocidad.
- 6.-Sello de estanqueidad.
- 7.-Bomba de alta velocidad- Esta bomba actúa sobre los cojinetes 9 del eje de alta velocidad del multiplicador.
- 8.-Manguito de acoplamiento.
- 9.-Cojinetes de alta velocidad.

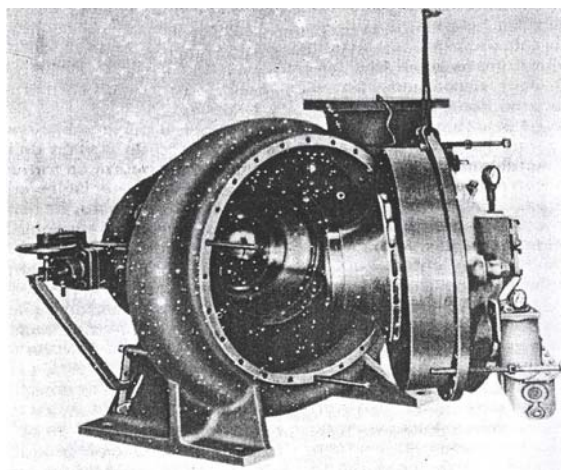


Figura 3 Compresor centrífugo de un paso (York).

Los compresores centrífugos de un solo paso (figura 3) puede usarse solo en aquellas pocas aplicaciones donde, por ser pequeña la caída de temperatura (diferencia entre las temperaturas condensante y vaporizante) el aumento de presión (carga) requerido es relativamente pequeño.

Como regla general, deben usarse dos o mas ruedas impulsoras a fin de obtener el aumento de presión necesaria, en cuy ocaso la compresión del vapor ocurre en los pasos a medida que el vapor pasa de una rueda a la siguiente.

La figura 4 se muestra otro tipo de compresor centrífugo de una sola etapa, muestra aletas guía de entrada.

Las posiciones de las aletas pueden variarse, desde totalmente abiertas o totalmente cerradas, por medio de un motor eléctrico o neumático accionado por un mecanismo que responde aun sensor de temperatura del agua enfriada.

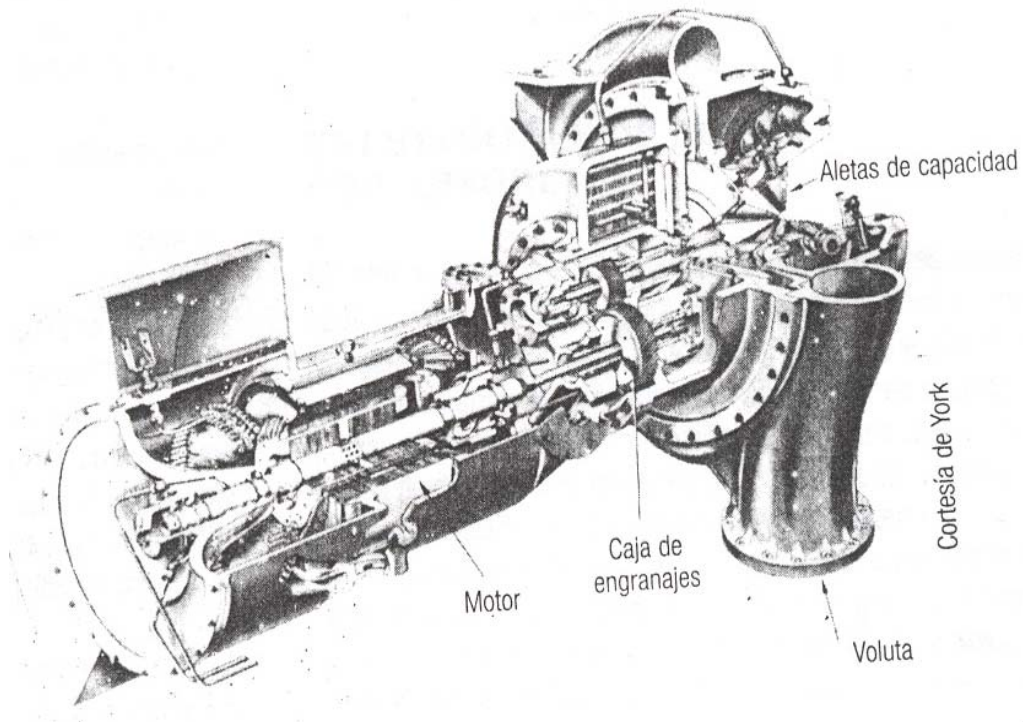


Figura 4 Sección transversal de un compresor centrífugo.

Las ruedas impulsoras son esencialmente las únicas partes móviles de un compresor centrífugo y como tal son la fuente de toda la energía impartida al vapor durante el proceso de compresión (figura 5).

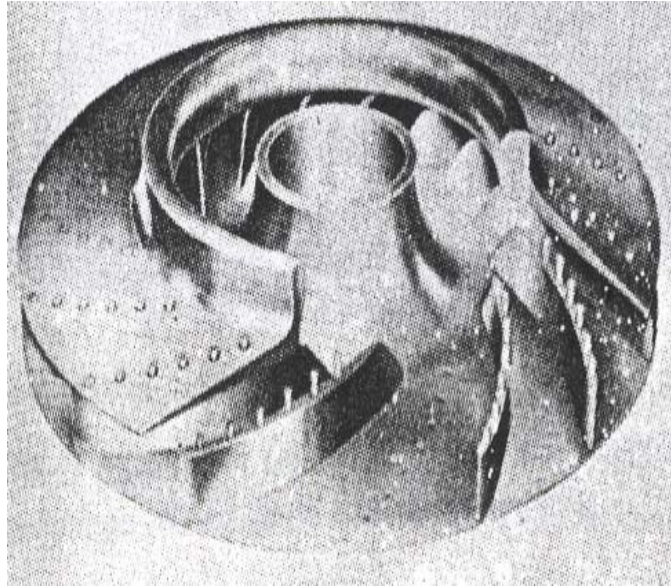


Figura 5 Corte de rueda impulsora.

2.1.2-COMPRESORES CENTRIFUGOS DE DOS PASOS

Las ruedas impulsoras son muy importante sen el compresor centrífugo y destacan una importante función. La acción del impulsor es tal, que ambas cargas del vapor, estática y de velocidad, son aumentadas por la energía así impartida al vapor.

La fuerza centrífuga ejercida sobre el vapor confinado entre y rotado con las alabes de las ruedas impulsoras causan auto compresión del vapor de la misma forma que la fuerza de gravedad causa el que las capas superiores de una columna de gas compriman a las capas inferiores de la columna.

En la figura 6 se muestra la trayectoria que sigue el flujo refrigerante a través de un compresor centrífugo de dos pasos.

En la figura 7 se muestra el ensamble del rotor de un compresor centrífugo con el rotor de dos pasos. En determinados tipos de compresores centrífugos con dos rodetes los alabes de prerrotacion van incorporados a la entrada de cada uno de los rodetes.

2.1.3-COMPRESORES CENTRÍFUGOS DE CUATRO PASOS

Cuando en los compresores centrífugos se incorporan varios rodetes (figura 8), el difusor de un rodete se prolonga por medio de un conducto de

retorno, que conduce los vapores comprimidos por un rodete a la entrada del rodete siguiente, completándose cada rodete con su correspondiente difusor; el sistema de prerrotación se monta generalmente a la entrada del primer rodete.

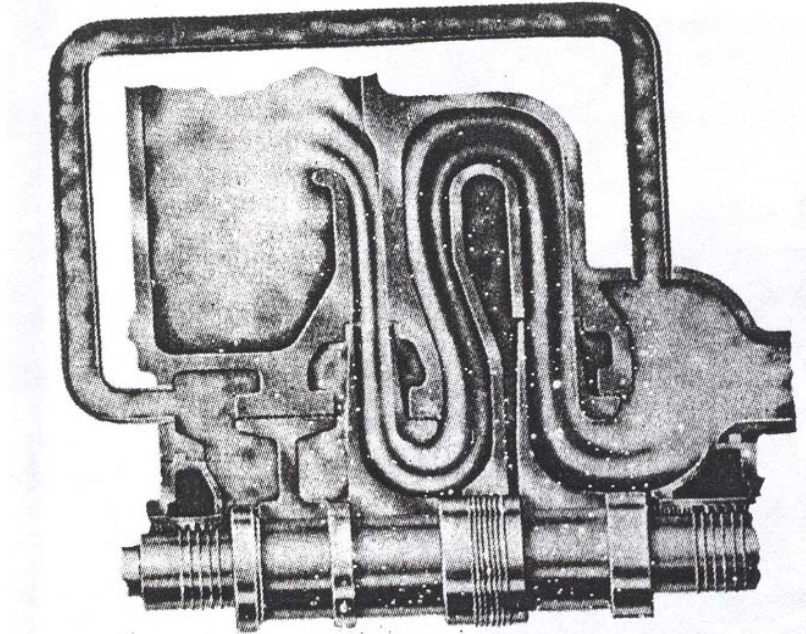


Figura 6 Diafragma del flujo de gas a través de un compresor centrífugo (york) .

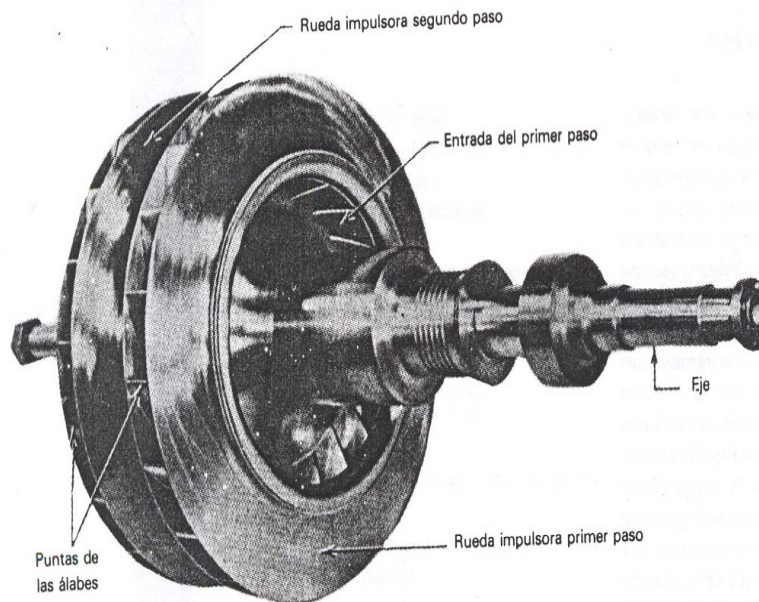


Figura 7 Ensamble del rotor del compresor centrífugo con rotor de dos pasos (york).

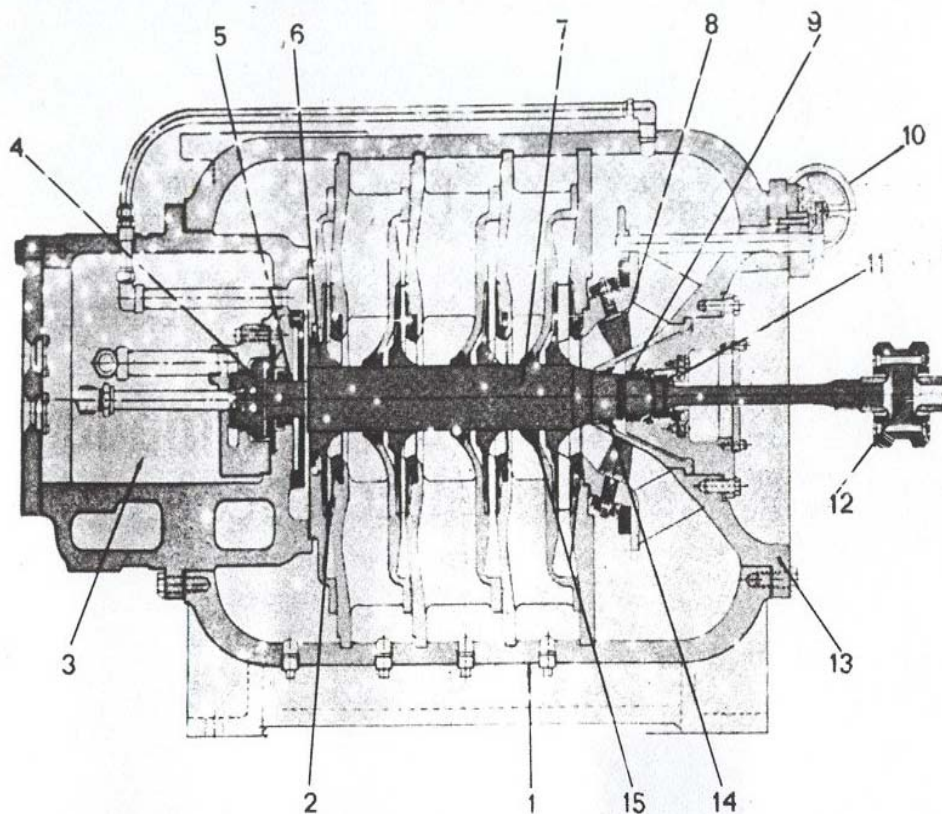


Figura 8 Compresor centrífugo de cuatro pasos.

Figura 8 Componentes: 1. Carter (fundición nodular o en acero); 2. Rodete (aleación de aluminio o de acero inoxidable); 3. Depósito de aceite; 4. Bomba de aceite; 5. Cojinete de empuje; 6. Disco equilibrador de la presión axial; 7. Eje; 8. Alabes de prerrotación; 9. Cojinete; 10. Mando manual o automático de los alabes de prerrotación; 11. Sello rotativo; 12. Acoplamiento; 13. Cubierta del Carter; 14. Junta de estanqueidad fluido / aceite; 15. Laberintos.

Para tener la máxima eficiencia en el compresor, la conversión de presión de velocidad en presión estática debe ocurrir en forma gradual y constante y sin pérdidas apreciables en la carga de presión total.

Para lograr la eficiencia del compresor, se tiene una serie de aletas difusoras que con frecuencia se instalan en los pasajes o conductos interiores, los cuales conducen al vapor de una rueda a la entrada de la siguiente.

Las aletas difusoras son curvadas en una dirección opuesta a la de la descarga del vapor de las ruedas impulsoras y están diseñadas (el área se aumenta en la dirección del flujo de vapor) de tal manera que se tiene reducción

de velocidad y el aumento correspondiente en la presión estática toma lugar en forma gradual y suave y con el mínimo de pérdidas de energía. (Figura 9)

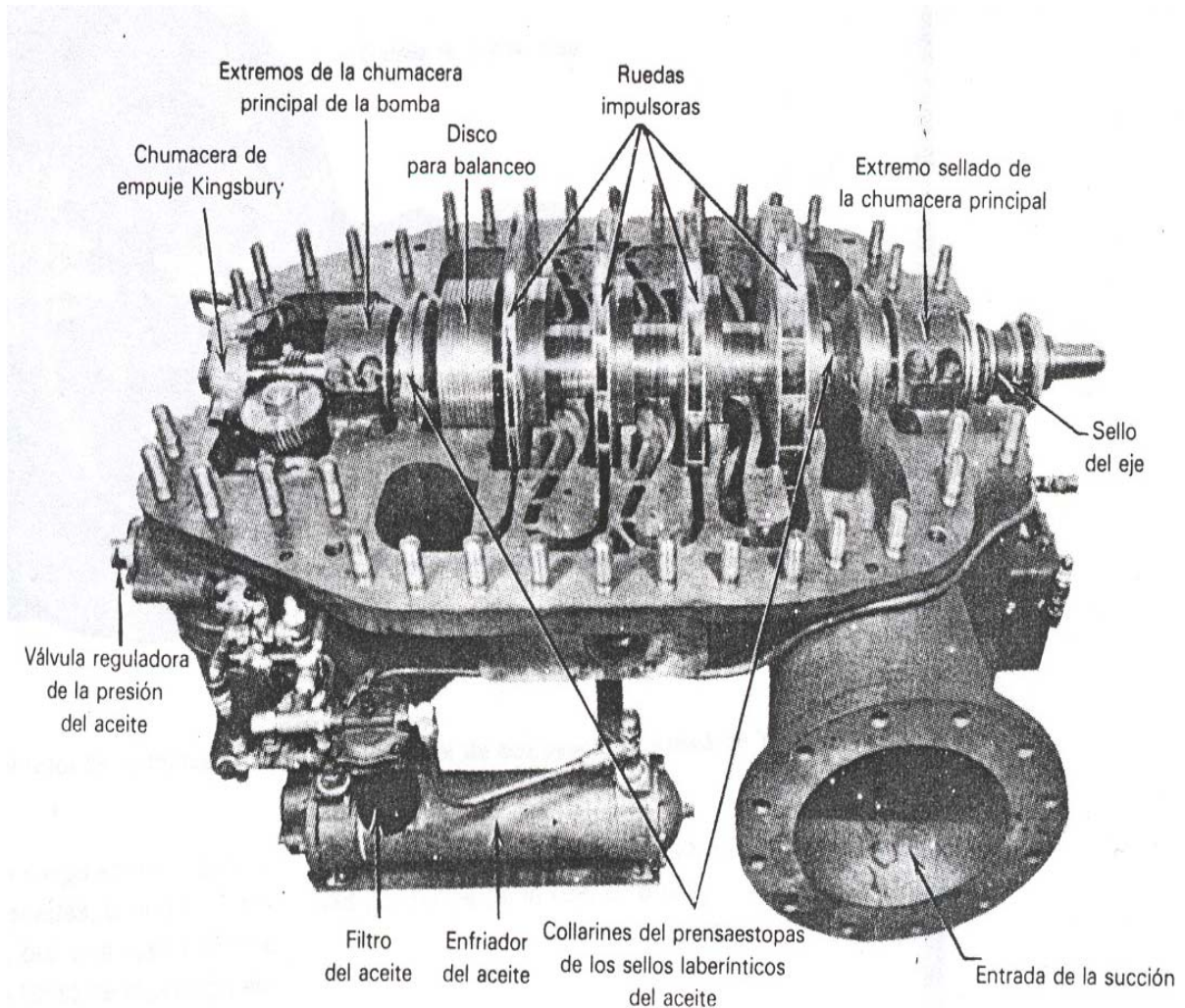


Figura 9 Compresor centrífugo de cuatro pasos sin cubierta superior, para mostrar detalles de construcción (york).

2.2.-COMPRESORES ROTATIVOS

2.2.1-COMPRESORES ROTATIVOS HERMÉTICOS

Hay dos tipos de compresores rotativos recíprocos del tipo hermético, de pistón rotatorio y de alertas rotatorias.

2.2.1.1-COMPRESOR DE PISTÓN ROTATORIO

Este compresor consiste en un rodillo que esta unido a un eje rotativo, de esta forma al girar el rodillo y el eje, provoca que el compresor bombee refrigerante.

En lugar de estar fijado el eje al centro del rodillo está fijado en un lado, los que se denomina unión excéntrica; con forme gira el rodillo dentro del cilindro cambia la presión de tal forma que el refrigerante es aspirado a través de la tubería que está situada en el fondo y forzada a salir por una orificio que está situado en la parte superior.

En este tipo de compresores se tiene una cuchilla con un resorte que se mantiene ajustada sobre el rodillo para asegurar que se tiene un contacto continuo con el cilindro que está girando (figura 10).

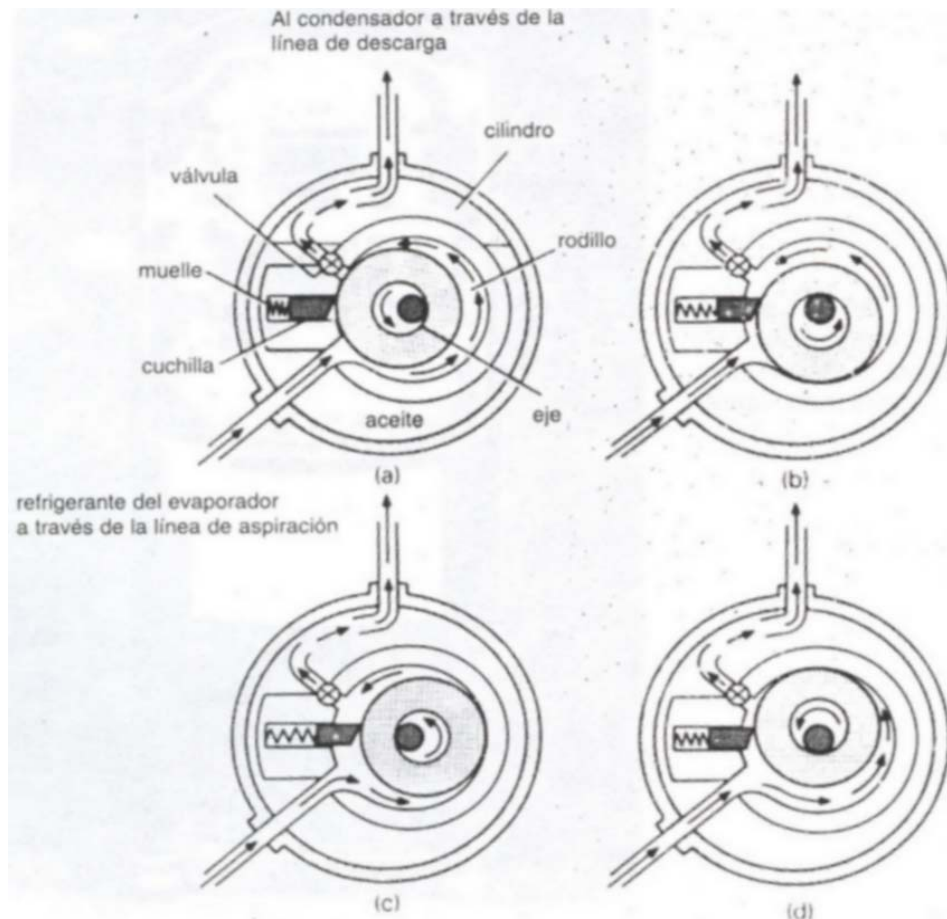


Figura 10 Funcionamiento de compresor con pistón rotativo

La tubería que está situada en la parte superior del cilindro permite la salida por encima del nivel de aceite del carter a alta presión, por lo que el vapor a alta temperatura llena el espacio que se tiene por encima del aceite.

Una válvula y pide que el vapor a alta presión entre en la línea de aspiración y en las demás zonas del sistema a baja presión, el vapor sale del compresor a través de la tubería de la parte superior del cuerpo del compresor para entrar en la línea de descarga.

2.2.1.2-COMPRESORES DE ALETA ROTATORIA

En este compresor el eje está descentrado con el orificio, con el pistón circular girando por el interior del cilindro. Hay dos o más paletas introducidas en unas ranuras del pistón y son lanzadas hacia afuera mediante fuerzas centrífuga cuando gira el pistón, al mantener contacto con las paredes del cilindro, dividen de manera eficaz el área libre en secciones, el giro del pistón permite que una de ellas aumente de tamaño, mientras que la otra se comprime.

La sección en expansión se llena con refrigerante a baja presión procedente del orificio de succión y el gas comprimido es obligado a salir del área en contracción por conducto de una válvula de descarga a elevada presión (figura 11).

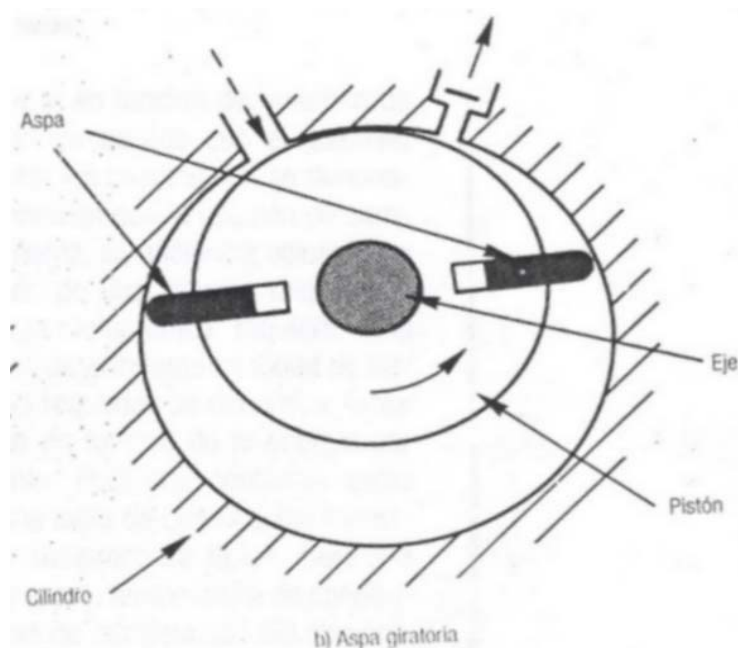


Figura 11 Compresor de aleta rotatoria.

Uno de los refrigerantes más indicado para estos compresores es el refrigerante R-114, siendo que sus características corresponden a presiones muy bajas. Ambos tipos de compresores tienen una baja velocidad-1500 a 3000 revoluciones por minuto. Si los claros de los componentes son finos, los diseños rotativos sufren muy poca pérdida en su eficiencia a consecuencia del refrigerante residual, pero habrá que dejar espacio para el aceite, que es el que brinda el sellado final entre las superficies en contacto. Estos compresores rotativos herméticos se usan mucho para equipos de unidad ventana (figura 12).



Figura 12 Unidad ventana york con compresor rotativo.

También estos compresores se utilizan en unidades de mini-split, en donde tienen un alto rendimiento y durabilidad. Estas unidades se componen por dos partes: unidad condensadora, que es donde lleva el compresor rotativo y la unidad manejadora de donde expulsa el aire frío (Figura 13).



Figura 13 Unidad condensadora

Unidad manejadora de aire

2.2.2-COMPRESORES ROTATIVOS DE PALETA OSCILANTE

Este compresor fue fabricado durante muchos años y su función es diferente. En este tipo de compresor, el collar excéntrico esta reducido a un espesor muy pequeño y constituye un aro elástico que envuelve la excéntrica.

La paleta es solidaria con la caja envolvente accionada por dos excéntricas calzadas en el rotor; esta caja se desliza dentro del sombrerete pivotante, de acuerdo con las variaciones de inclinación que experimenta la paleta, debidas al movimiento de las excéntricas.

En el aro elástico, antes de la generatriz de contacto, se han taladrado una serie de orificios que permiten a los gases comprimidos penetrar en el espacio comprendiendo entre el aro elástico y el rotor. Bajo los efectos de estos gases comprimidos, el aro elástico se deforma ligeramente ajustándose así perfectamente sobre el estator.

En la figura 14 se representan las diversas orientaciones de la paleta y su caja envolvente en un ciclo de giro del pistón rotativo (rotor).

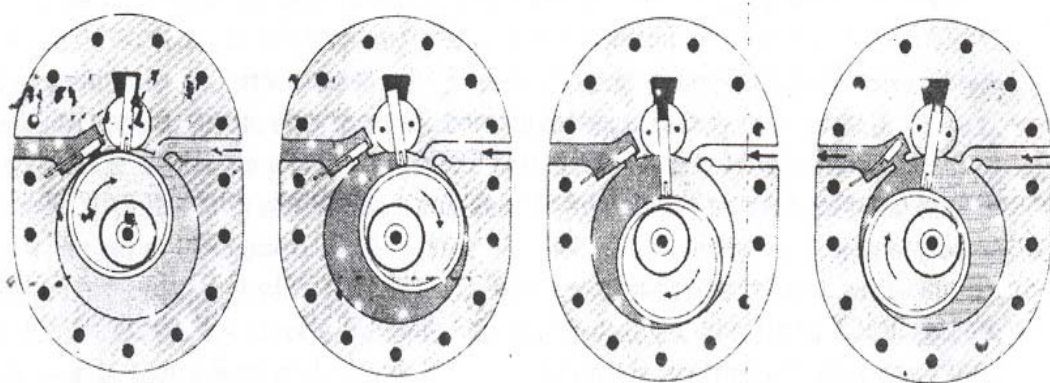


Figura 14 Posiciones de la paleta durante una rotación del eje.

2.2.3-COMPRESOR ROTATIVO CON PALETA SOLIDARIA

En esta realización la paleta 1, forma cuerpo con el collar excéntrico 2, el cual rueda sobre el núcleo excéntrico 3, mandado por el eje 4; el movimiento de la paleta es análogo al del cuerpo de una biela montada sobre una excéntrica y sus oscilaciones se hacen posibles por el sombrerete pivotante 5, en que se desliza (Figura 15).

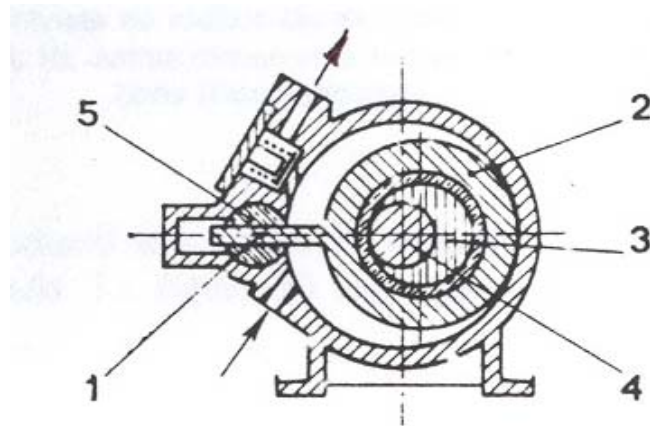


Figura 15 Funcionamiento de compresor con paleta solidaria.

2.2.4-COMPRESORES BICELULARES Y MULTICELULARES

Los compresores monocelulares permiten una sola aspiración y una descarga por cada vuelta. Si se quiere aumentar-bajo las mismas dimensiones-la cilindrada, es necesario multiplicar el número de células del compresor, o sea el número de paletas; la más simple de las soluciones se obtiene, pues, con compresores bicelulares y por extensión, con compresores multicelulares.

2.2.5-COMPRESORES ROTATIVOS BICELULARES

Este compresor trabaja de la siguiente manera: el estator 1, y el rotor 2, que incorpora esta vez dos ranuras radiales opuestas en las que se deslizan dos paletas 3, proyectadas por la fuerza centrífuga sobre la superficie del estator. Las paletas pueden quedar libres dentro de sus alojamientos, o bien, a fin de evitar la recaída de las paletas en la parada del compresor, presionadas constantemente sobre el estator por medio del resorte antagonista 4. (Figura 16 y 17).

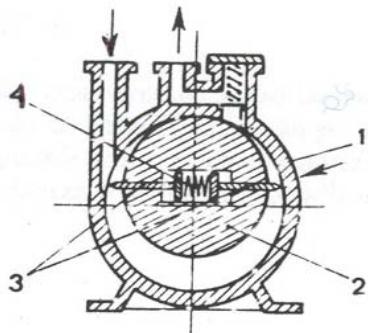


Figura 16 Funcionamiento de un Compresor bicelular

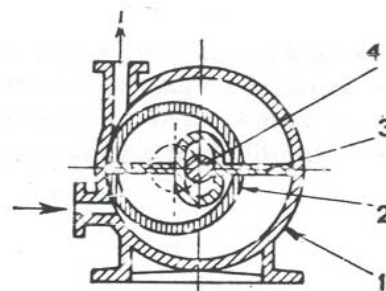


Figura 17 Compresor bicelular con estator concoideo

La figura 16 indica la posición del rotor que en su capacidad máxima de aspiración; teniendo dos aspiraciones y dos descargas en cada vuelta del rotor, la cilindrada del compresor será igual al doble de esta capacidad máxima.

En este dispositivo las paletas están sometidas a la fuerza centrífuga, lo que motiva un razonamiento importante de las paletas sobre el estator con el consiguiente riesgo de un rápido desgaste de los elementos en contacto y en desgastamiento de la estanqueidad interna del sistema.

A fin de neutralizar al máximo los efectos perjudiciales de la fuerza centrífuga, es necesario que las paletas sean solidarias con el cuerpo del rotor. Ello lleva a la construcción de compresores con estator concoideo (figura 17), en los que la curva descrita por las extremidades de las paletas no es una circunferencia excéntrica en relación con el eje del rotor, si no un concoideo de círculo. Este tipo de compresor fue construido antes de 1940 y utilizaba el cloruro de etilo como fluido.

2.2.6-COMPRESORES ROTATIVOS MULTICELULARES

A fin de aumentar, bajo determinadas dimensiones, la cilindrada del compresor, los fabricantes se orientaron hacia la multiplicación de células primarias, lo que condujo en un primer paso a la construcción de compresores de cuatro células, derivados directamente de los compresores bicelulares, y más tarde, a los compresores de seis, ocho y diez células.

La aspiración de los vapores se produce en las células primarias a medida que aumenta su volumen, la descarga tiene lugar a través de un orificio único en el estator; las paletas son libres en el interior de su alojamiento y la multiplicación de las mismas permite reducir la excentricidad y en consecuencia, los efectos de la fuerza centrífuga. La cilindrada viene aumentada por la multiplicidad de las paletas.

La figura 18 representa un compresor rotativo multicelular de ocho paletas.

2.2.7-COMPRESOR ROTOCOLD

Ha aparecido recientemente en el mercado este compresor rotativo multicelular con nueva tecnología. Ante todo, diferenciándose de los otros compresores rotativos, el perfil del estator no es una circunferencia sino una curva calculada por ordenador, a fin de construir una zona de volumen constante que separa la lúnula de aspiración de la de compresión, al propio tiempo que aparece otra zona de estanqueidad en el perfil del rotor que evita toda comunicación posible entre la descarga y la aspiración (figura 19).

Las paletas, ranuradas transversalmente para su lubricación, son de fibra de carbono aleado con un polímero aromático y se obtienen por inyección bajo tolerancias de fabricación del orden de centésimas de milímetro (figura 20).

Se une en ellas ligereza y resistencia mecánica y térmica (250°C), siendo su relación entre resistencia mecánica y masa cuatro veces la del acero dulce.

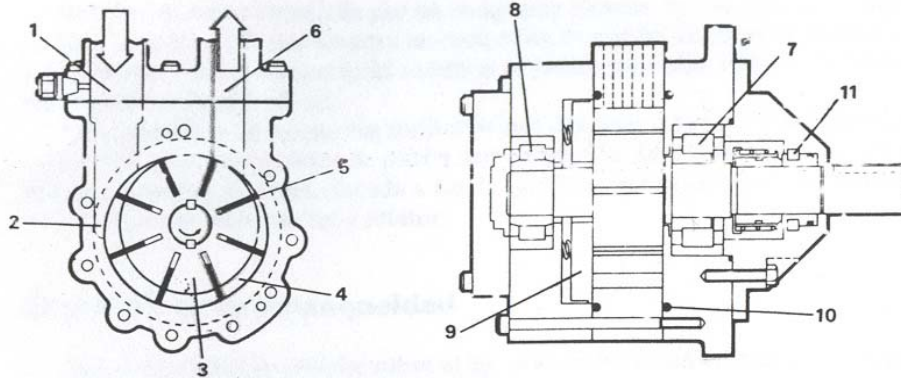


Figura 18 Compresor rotativo multicelular de ocho paletas

Figura 18 componentes compresor rotativo: 1. Orificio de aspiración 2. estator de perfil no circular, concebido por ordenador, 3. Rotor, 4. Zona de compresión, 5. Paletas de fibra de carbono (8), 6. Orificio de descarga, 7. Cojinete de rodillos de alto rendimiento, 8. Rodamiento de rodillos de alto rendimiento, 9. Tapa móvil, 10. Juntas tóricas en el cuerpo principal, 11. Sello del eje con aro de carbono (Rotocold York).

Sin embargo la particularidad de este compresor reside en el dispositivo contragolpes de líquido que incorpora, el cual le permite aspirar durante largo tiempo los vapores cargados de líquido sin problemas mecánicos. El fuelle opuesto al eje de mando se encuentra adherido contará el rotor por resortes de reposición; en caso de comprimir vapores cargados del líquido, el fuelle se desplaza para permitir que escurra la mezcla líquido-vapores.

2.3.-COMPRESORES RECIPROCANTES

El diseño de un compresor recíprocante es algo similar aun motor de automóvil, con un pistón accionado por un cigüeñal que realiza carreras alternas de succión y compresión en un cilindro provisto con válvulas de succión y de descarga.

Puesto que el compresor recíprocante es una bomba de desplazamiento positivo, resulta apropiado para volúmenes de desplazamiento reducido y es

muy eficaz a presiones de condensación elevada y en altas relaciones de compresión.

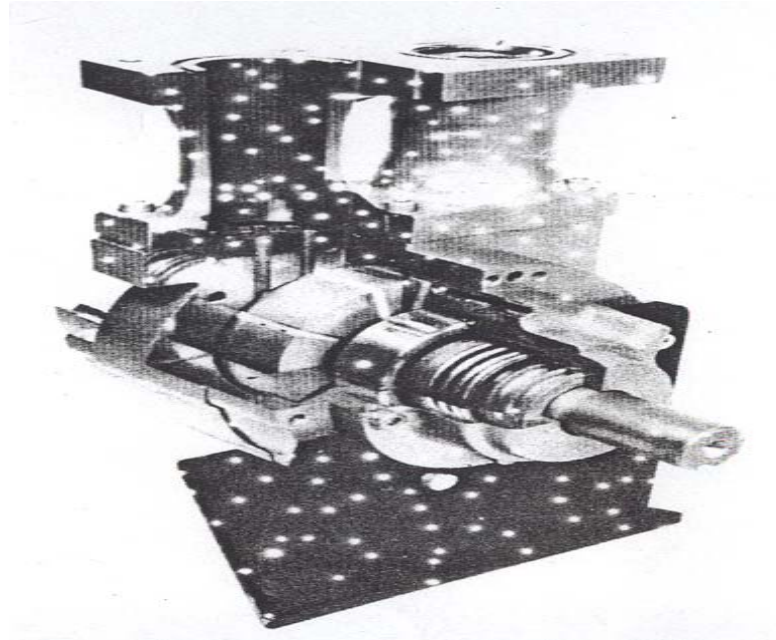


Figura 19 Compresor Rotocold.

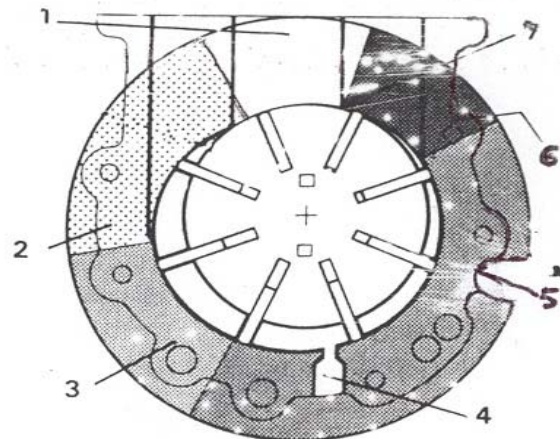


Figura 20 Partes del compresor Rotocold.

Figura 20 partes del compresor Rotocold: 1. Zona de estanqueidad en el pedral rotor, 2. Gran volumen en el orificio de aspiración, 3. Elemento de volumen constante que separa la admisión de la compresión, 4. Posición óptima del orificio del economizador, 5. Zona de compresión, 6. Sección máxima de descarga, 7. Zona de descarga que minimiza las sobre compresiones. (York)

Otras de sus ventajas son: su adaptabilidad a diferentes refrigerantes, la facilidad con que permite el desplazamiento del líquido a través de tuberías dada la elevada presión creada por el compresor, su durabilidad, la sencillez de su diseño y un costo relativamente bajo. Los compresores reciprocantes más comunes son abiertos, semi-herméticos y herméticos.

2.3.1-COMPRESORES ABIERTOS

Los primeros modelos de compresores reciprocantes, fueron del tipo abierto (figura 21), con los pistones y cilindros sellados en el interior de un carter y un cigüeñal extendiéndose a través del cuerpo hacia afuera para ser accionado por alguna fuerza externa. Un sello en torno del cigüeñal evita la pérdida de refrigerante y de aceite del compresor.

Aunque en un tiempo los compresores de tipo abierto fueron ampliamente utilizados, tienen muchas desventajas inherentes, tales como mayor peso, mayor tamaño, tiende a tener fallas en los sellos, difícil alineación del cigüeñal, ruido excesivo y corta vida de las bandas o componentes de acción directa. Éste compresor se ha ido reemplazando por el compresor de tipo semi-hermético y hermético y el empleo de compresores abiertos continúa disminuyendo excepto para el aire acondicionado de automóviles.

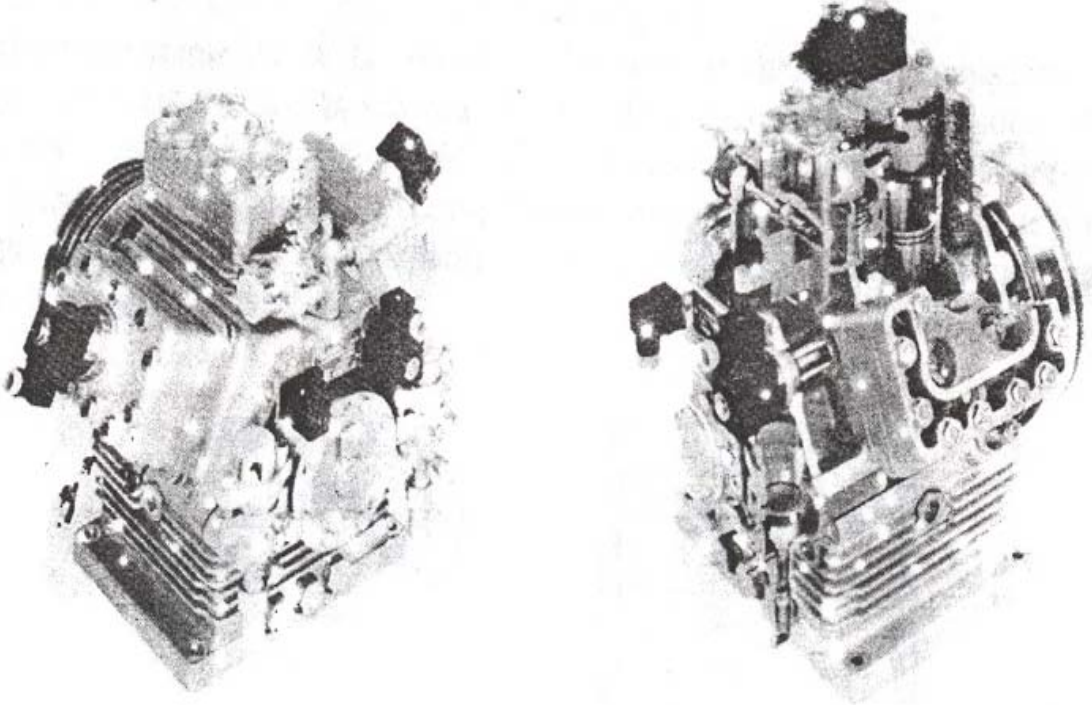


Figura 21 Compresores abiertos.

En este compresor los componentes quedan encerrados en el carter de hierro fundido, saliendo el eje por una tapa lateral y contando con un sello para el eje que impide el escape del refrigerante o del aceite, o la entrada del aire exterior.

Por lo general, los sellos de los ejes son de diseño rotatorio; un fuelle con resorte se asienta contra un hombro del eje y termina en su otro extremo (exterior), en un anillo de roce finamente maquinado.

Cuando por fin se une el sello, se agrega un anillo frontal de carbón antes de la tapa terminal y se le sostiene contra el anillo de roce mediante la presión de los fuelles, ambas superficies de desgaste son perfectamente lisas, pero el sello final lo forma una delgada película de aceite refrigerante que las separa y disminuye el desgaste, a la vez que suministra una barrera final para la igualación de las presiones dentro y fuera del carter; el extremo saliente del eje se conecta directamente, o por conducto de una banda y polea, al motor impulsor.

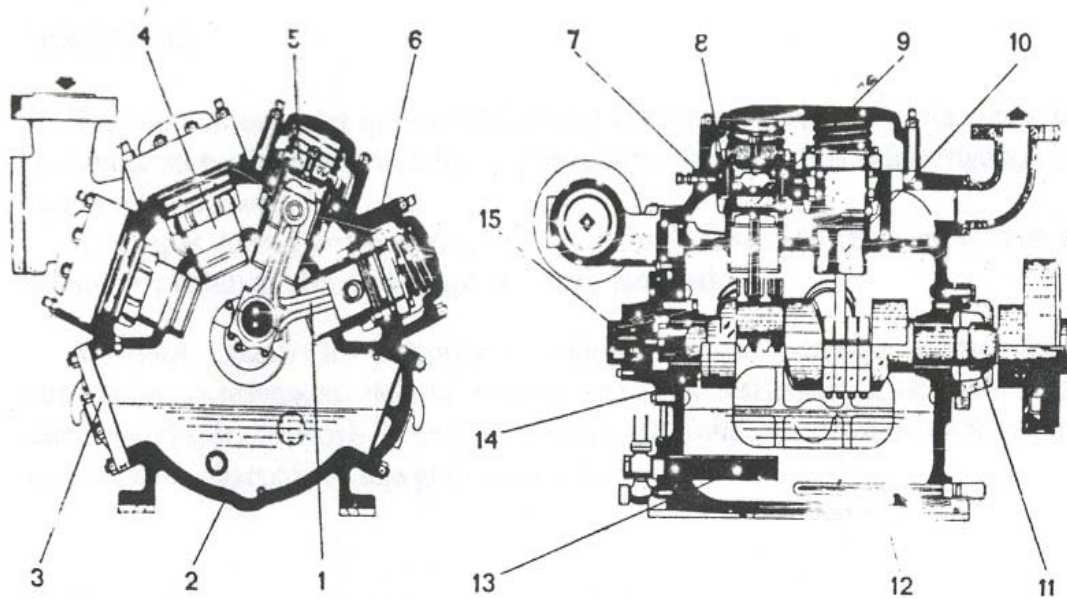


Figura 22 Compresor abierto (York).

Componentes de la figura 22: 1. Biela, 2. Cuerpo del compresor, 3. Tapa de inspección, 4. Camisa del cilindro, 5. Culata, 6. Cuerpo de cilindro, 7. Dispositivo de potencia, 8. Válvula de aspiración anular, 9. Eje del pistón, 10. Pistón, 11. Prensaestopas, 12. Calentador de aceite, 13. Toma de aspiración de la bomba de aceite, 14. Eje cigüeñal, 15. bomba de aceite.

En estos compresores se muestra que en un cilindro, en el que se desplazan un pistón, cuyo movimiento hace que se abran y cierren las válvulas de forma alternativa.

En la figura 22 comprobaremos que el conjunto de órganos que lo componen están encerrados en el interior de un cuerpo metálico, del que salen únicamente dos tomas tubulares y el externo del eje donde va acoplado el volante de accionamiento.

2.3.1.1-CUERPO DEL COMPRESOR ABIERTO

En estas condiciones, los cilindros y el carter forman un todo que es el cuerpo del compresor, de acuerdo con las dimensiones del aparato, el carter y el bloque de cilindros pueden fundirse de una sola pieza (figura 23).

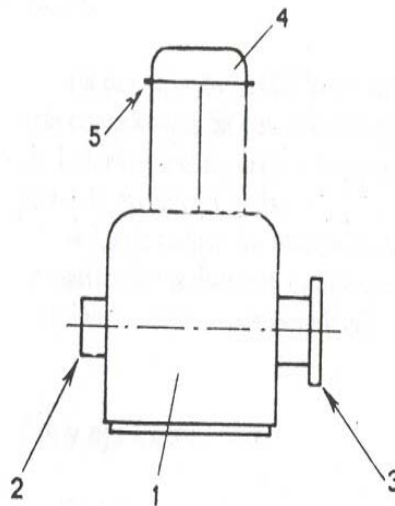


Figura 23 1. Cuerpo, 2. Cojinete trasero 3. Cojinete delantero, 4. Culata, 5. Junta.

Para los compresores de potencia superior, el carter y el bloque de cilindros pueden estar divididos en dos partes unidas por pernos, con la interposición de una junta de estanqueidad (figura 24).

En los compresores industriales de gran potencia, el cuerpo del compresor se funde en una sola pieza o en realización mecanosoldada, pero los cilindros no están mecanizados en la masa del bloque de cilindros, sino que se trata de camisas (figura 25).

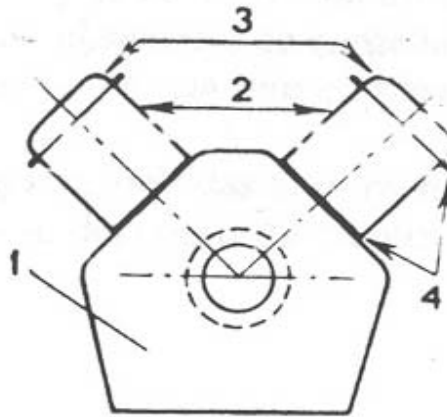


Figura 24 1. Cuerpo, 2. Cilindros, 3. Culatas, 4. Juntas.

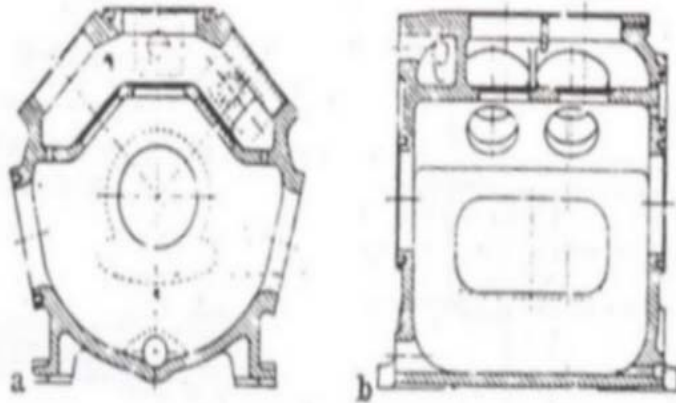


Figura 25. Cuerpo de un compresor de seis cilindros en W:
a) corte transversal
b) cortes longitudinal.

Independientemente de la solución adaptada, el cuerpo del compresor está sobrepasado siempre por la cabeza de la culata finada sobre dicho cuerpo por medio de pernos o tornillos; esta culata desmontable permite el acceso a las válvulas.

El cuerpo del compresor incorpora igualmente tapas de inspección, que permite llegar a los órganos componentes del sistema, para su colocación o desmontaje.

Las diferentes partes que constituyen el cuerpo del compresor y la culata son de fundición perlítica de grano fino y deben ser estancas al fluido utilizado en la instalación. Cuando los compresores emplean cilindros-camisa, deberá exigirse una gran resistencia al desgaste (rozamiento de los segmentos).

2.3.1.2-TRANSFORMACIÓN DEL MOVIMIENTO ROTATIVO EN ALTERNATIVO

Esta transformación se obtienen mediante el sistema mecánico de biela-eje y se utilizan dos variantes de este dispositivo: el sistema de eje excéntrico y el sistema de eje cigüeñal.

Eje: el eje es liso y recto, que incorpora un dispositivo para fijar en posición la excéntrica; se construye de acero templado nitrurado, y debe rectificarse muy cuidadosamente (figura 26).

Eje excéntrico: eran los compresores de pequeña potencia, el eje excéntrico es de una sola pieza, esta disposición permite suprimir la fijación de la excéntrica sobre el eje (figura 27).

Excéntrica: es una pieza de fundición mecánica que actúa de forma excéntrica sobre su eje de giro, con tantas partes excéntricas como cilindros tenga el compresor. Las masas excéntricas se reparten de forma muy bien calculada sobre la circunferencia a fin de equilibrar el conjunto, la excéntrica queda en posición, fijada sobre el eje, por medio de chavetas paralelas y una encaje lateral que asegura: la inmovilización en el sentido de rotación entre la excéntrica y el eje; y la inmovilización en el sentido de traslación de la excéntrica sobre el eje (figura 28).

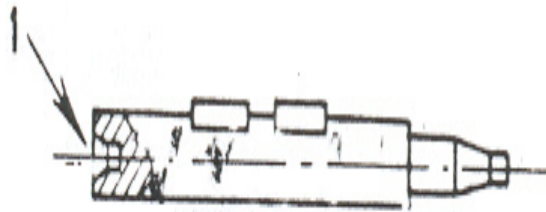


Figura 26 1.Alojamiento de la bola de empuje axial

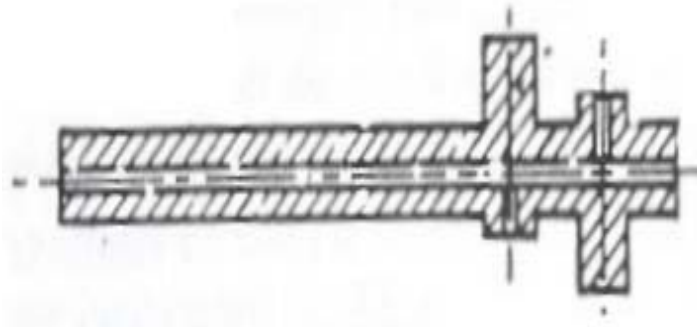


Figura 27. Eje excéntrico.

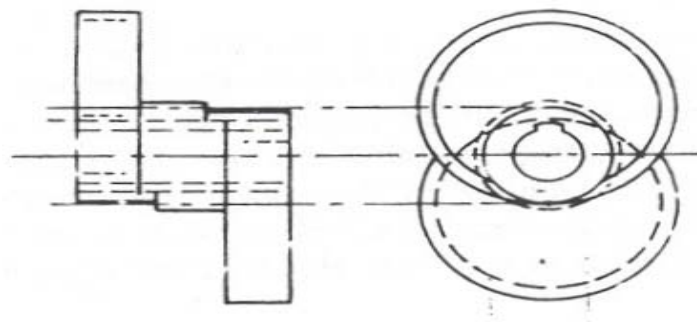


Figura 28 Excéntrica.

Eje cigüeñal: el eje cigüeñal llamado cigüeñal es un árbol con un extremo cónico, que incorpora un cierto número de manivelas excéntricas, con un contrapeso de equilibrado a uno y otro lado de dichas manivelas. Entre ellas y a cada lado de las manivelas extremas, se hallan unas partes lisas, cuidadosamente mecanizadas, que se apoyan en los cojinetes del cuerpo del compresor, y que se conocen por cuellos o muñequillas (figura 29).

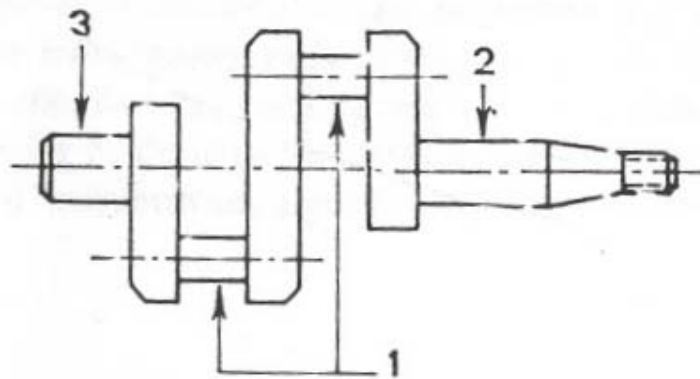


Figura 29 Cigüeñal 1.Manivelas 2.Cuello delantero 3.Cuello posterior.

Bielas: las bielas forman parte del conjunto móvil y aseguran la unión entre las excéntricas o cuellos del cigüeñal y los pistones. Deben ser ligeras y al propio tiempo, resistentes ya que han de soportar la fuerza desarrollada sobre la cabeza del pistón por la presión del fluido en el cilindro; trabajan pues, sujetas a la posible deformación de toda pieza larga que se haya bajo una compresión en su extremo.

La sección del cuerpo de estas bielas debe unir, como ya se ha indicado, la ligereza con la resistencia, siendo las secciones entre figura cruciforme, elíptica o en H, las que mejor se comportan, por lo que deberán ser las que se utilicen en la realización de la biela (figura 30).

Si la biela a de ajustarse a una excéntrica se llama de cabeza cerrada (figura 31); en cambio si ha de ajustarse sobre una manivela de cigüeñal (figura 32) es del todo imprescindible, para su montaje, que la cabeza este dividida en dos partes, se llama entonces de cabeza abierta; cada parte de la cabeza lleva un medio cojinete de bronce, o de metal antifricción, las dos medias cabezas se hacen solidarias, después de su montaje, por medio de dos bulones de cierre (figura 32)

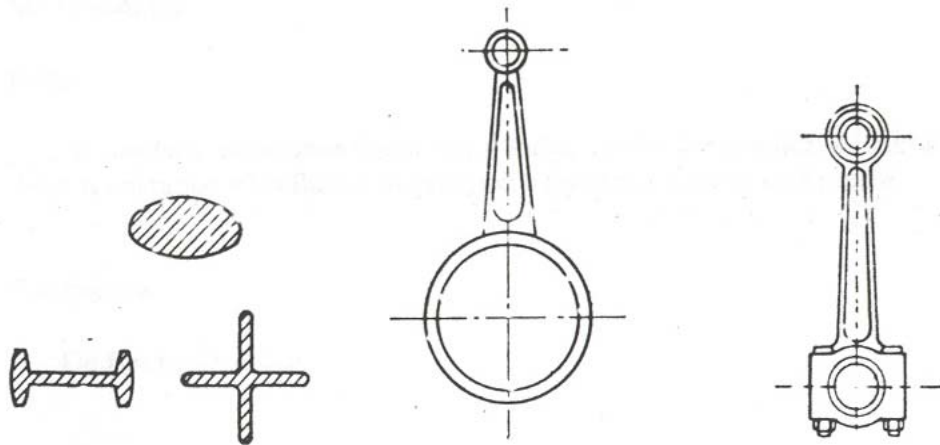


Figura 30 Distintas bielas

Figura 31 Biela de cabeza cerrada

Figura 32 Biela de cabeza abierta

Pistones

Los pistones (figura 33) deben ser ligeros, estancos al fluido y hallarse ajustados en los cilindros con un juego mínimo a fin de evitar las pérdidas por fugas de fluido entre el pistón y el cilindro; en los compresores pequeños, dicha finalidad se consigue con el empleo de pistones lisos, con una tolerancia entre pistón y cilindro de 4 a 5 micrones.

La película de aceite retenida en cada una de estas ranuras, entre el pistón y el cilindro, forma entonces un segmento líquido.

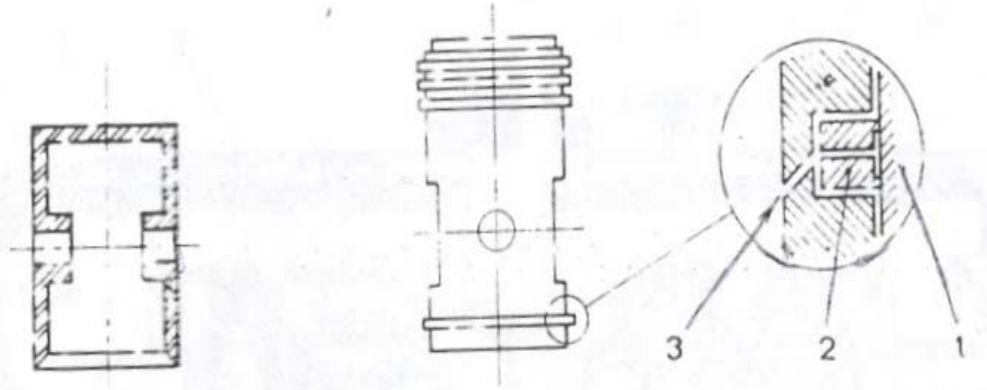


Figura 33 Pistón

Figura 34 Parte inferior de un pistón

- 1. Cilindro,**
- 2. Segmento de engrase**
- 3. Retorno de aceite**

Cuando las dimensiones aumentan, no puede utilizarse este sistema, ya que el frotamiento entre pistón y cilindro lo hace prohibitivo; deben reducirse necesariamente las fuerzas del frotamiento reduciendo las superficies de contacto con el empleo de segmentos elásticos cuya altura sea sólo de milímetros; el número de segmentos varía entre 2 y 5, de acuerdo con las dimensiones del pistón.

En la parte inferior del pistón se encuentran, algunas veces uno o dos segmentos llamados de engrase (figura 34).

Segmentos: los segmentos deben quedar libres en sus ranuras o surcos, aún que sin tener un juego excesivo.

La elasticidad de estos segmentos se obtiene por un corte, la mayoría de las veces oblicuo o en bayoneta, efectuando de forma que los labios del corte se junten cuando el segmento se halla emplazado dentro de un cilindro cuyo diámetro corresponda al que designa el segmento; la sección del segmento es rectangular.

Los segmentos de engrase tienen las mismas propiedades elásticas con una sección de ángulos vivos que arrastran el aceite de las paredes del cilindro y lo devuelven al carter a través de los agujeros taladrados a su alrededor; en este caso es necesario que la base del pistón se halle también ranurada tal como se muestran en la figura 34.

Eje del pistón: el eje del pistón actúa de unión entre el pie de la biela y el pistón, por cuya razón se le denomina muchas veces eje de pie de biela. Se trata de un eje hueco que unas veces va fijo sobre el pie de la biela, y otras sobre el pistón, quedando libre con la otra pieza.

A fin de que sus extremos no puedan rayar el cilindro, se inmoviliza en su posición, ya sea por medio de unos topes de latón, o bien por anillos extensibles (circlips) colocados en dos ranuras mecanizadas en la falda del pistón.

2.3.1.3-SOPORTES DE MECANISMO

El cuerpo procedente de la fundición incorpora dos alojamientos (delantero y posterior) para permitir insertar los cojinetes definiendo de esta forma la línea del eje, pueden haber uno o más soportes de cojinete intermedios; estos cojinetes incorporan casquillos de bronce o de metal antifricción.

Junto con los soportes de los cojinetes encontraremos, a fin de evitar todo desplazamiento relativo de traslación en el conjunto del sistema móvil en relación con las líneas de cilindros, un dispositivo que sirve para mantener dicho mecanismo en su lugar (empuje axial) (figura 35).

Este dispositivo puede estar formado por una pieza de acero nitrurado y rectificado sobre la que se apoya el eje, por una bola suelta encastrada en el extremo posterior del eje. La lubricación del eje se asegura por medio de las patas de araña mecanizadas en los casquillos de los cojinetes.

2.3.1.4-DISPOSITIVOS DE ASPIRACION

Los dispositivos de aspiración utilizados actualmente son de flujo alternativo; en este dispositivo el conjunto de válvulas de aspiración y de descarga están emplazados a uno y otro lado de una placa conocida por plato de válvulas.

La corriente gaseosa no pasa por el carter y los riesgos de arrastre de aceite son menores (figura 36). Esta disposición de las válvulas implica un equilibrio entre la caja de aspiración y el carácter del compresor.

Este dispositivo empleado en los compresores comerciales e industriales se sustituye, en los compresores industriales de gran potencia, por un sistema anular de válvulas de aspiración representada en la figura 37.

El flujo gaseoso, en cualquiera de ambos dispositivos, realiza entonces un movimiento alternativo dentro del cilindro.

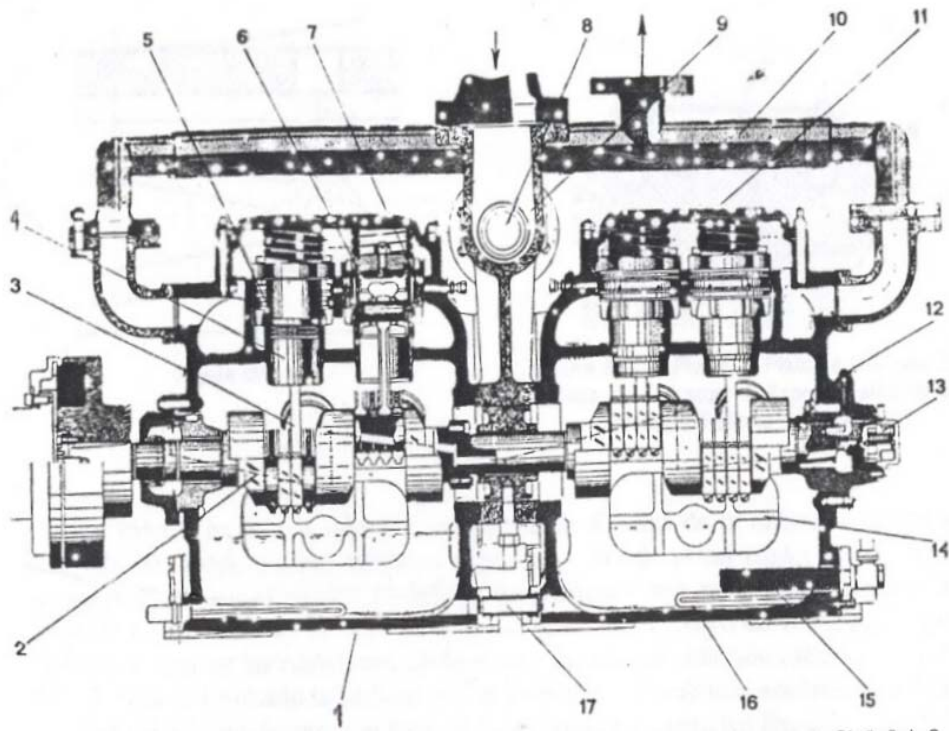


Figura 35 Compresor abierto de 16 cilindros (York).

Componentes de la figura 35: 1. Cuerpo del compresor, 2. Cigüeñal, 3. Biela, 4. Pistón, 5. Camisa del cilindro, 6. Válvula de descarga, 7. Válvula de aspiración anular, 8. Filtro de aspiración, 9. Colector de aspiración, 10. Colector de descarga, 11. Culata, 12. Regulación de la presión de aceite, 13. Bomba de aceite, 14. Tapa de inspección, 15. Tubo de aspiración, 16. Calentador de aceite, 17. Tubería equilibradora del nivel de aceite.

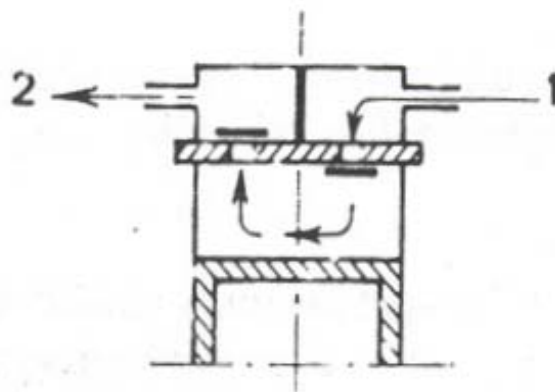


Figura 36. 1. Aspiración 2. Descarga.

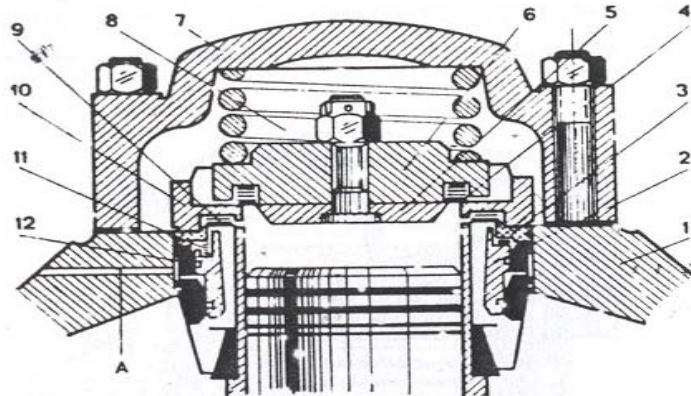


Figura 37 Parte alta de un cilindro con tapa desmontable (York).

Componentes de la figura 37: 1. Cuerpo, 2. Pistón impulsor, 3. Asiento de aspiración, 4. Válvula de descarga, 5. Asiento interior de descarga, 6. Difusor, 7. Tapa del cilindro, 8. Resorte de la tapa, 9. Válvula de aspiración, 10. Plato de descarga, 11. Resorte helicoidal, 12. Corona exterior de la camisa, A. Llegada de la presión del gas de descarga.

2.3.1.5-VALVULAS DE COMPRESORES ABIERTOS

Estas válvulas posibilitan la comunicación alternativa de los cilindros con las tuberías de aspiración y descarga, la cualidad primordial de estas válvulas debe ser su perfecta estanqueidad cuando descansan sobre sus asientos, y bajo las diferencias de presión mas elevadas que puedan presentarse en el transcurso del funcionamiento.

El trabajo de estas válvulas se hace siempre metal contra metal, por lo que es indispensable que las superficies de contacto sean perfectamente planas conservando siempre su aspecto original; por tanto, deben ser robustas y poco frágiles.

Las válvulas van mandadas libre y directamente por el fluido y son del tipo laminar flexible (la válvula se abre y cierra debido a su elasticidad), deben ser muy delgadas y van fijadas sobre uno o dos puntos del plato que sirve de soporte (figura 38).

Pueden ser también libres completamente (figura 39), aunque batiendo entonces sobre un alojamiento que les sirve de guía; en este caso incorporan un resorte ligero y flexible que sirve para su reposición y mantenimiento en la posición de cierre.

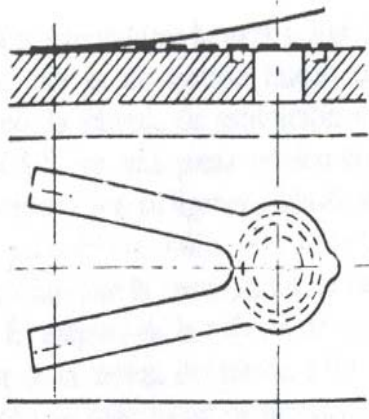


Figura 38 Válvula

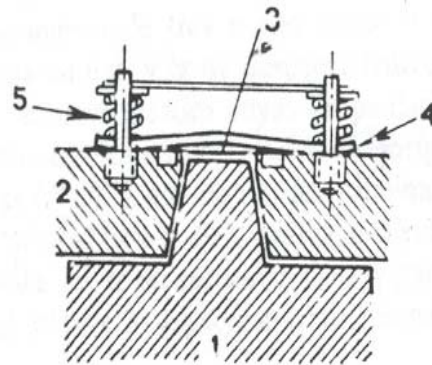


Figura 39 Válvula libre 1.Pistón, 2. Plato de válvulas, 3.Válvula de descarga, 4.Tope del alza de la válvula, 5.Resorte de la válvula

Las válvulas de descarga se montan, a menudo en conjuntos llamados cajas de válvulas que ocupan todo el fondo del cilindro descansando sobre un asiento que se mantiene en posición por medio de un resorte fuerte, el cual en los casos de golpes de aceites o golpes de liquido, permite que se eleve el conjunto de la caja de válvulas, evitando la rotura de los discos de descarga por sobrepresion y permitiendo la evacuación del liquido comprimido de forma anormal.

En la figura 40 se muestra dicho dispositivo en la posición alta indicando la forma en que se evacua el líquido que contiene eventualmente el vapor que entra en el cilindro, a través de la sección suplementaria que se abre al levantarse la tapa móvil.

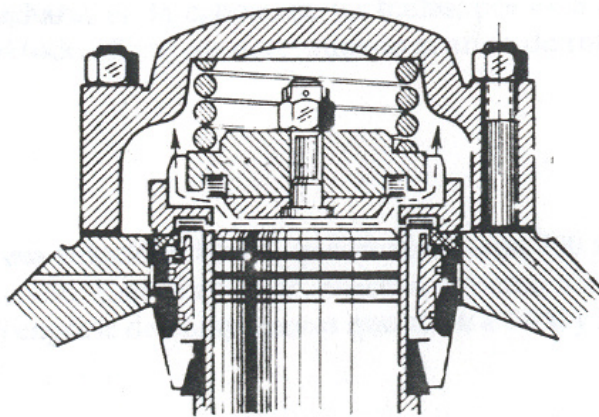


Figura 40 Válvula en posición alta

2.3.1.6-SISTEMA DISCUS

Actualmente la inserción, en compresores de pequeña y mediana potencia de dispositivos de aspiración y descarga utilizados en compresores industriales ha conducido a la elaboración del sistema DISCUS (figura 41 a-b-c).

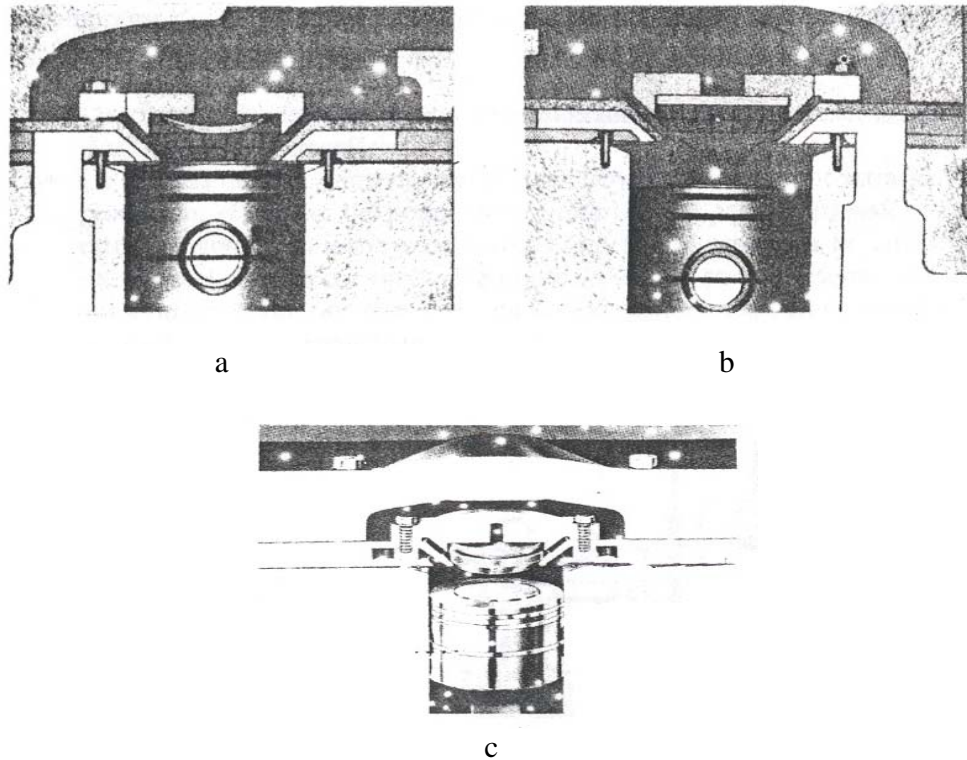


Figura 41 Sistema DISCUS.

En este sistema la aspiración de los gases se efectúa a través del plato de válvulas que es un cuerpo hueco tabicado compuesto de tres partes soldadas al mismo; la válvula de aspiración es una válvula anular y la de descarga (válvula DISCUS) es una pieza cónico-cilíndrica de materia plástica cuyas propiedades principales son su ligereza, elasticidad y resistencia a los aceites y fluidos frigorígenos, así como también a las altas temperaturas (480 °C); además, queda eliminada prácticamente la transmisión de ruidos inherentes al batido de las válvulas metálicas.

El empleo de las válvulas de aspiración anular exige un mecanizado muy particular de la cabeza del pistón a fin de limitar al mínimo el espacio muerto compatible con las tolerancias de fabricación.

2.3.1.7-ALINEACION DE LAS CORREAS

Para alinear el volante del compresor y la polea del motor hace falta una pieza recta (regla metálica) o bien un hilo tendido fuertemente; los ejes deben hallarse paralelos y los canales en la misma línea, tal como se representa en la figura 42. En las figuras siguientes se muestra una desalineación angular (figura 43) y un paralelismo defectuoso (figura 44).

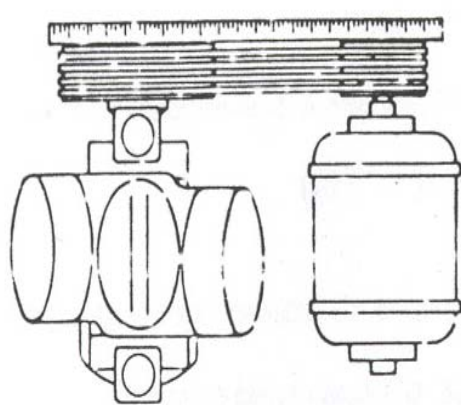


Figura 42 Alineación correcta de las correas.

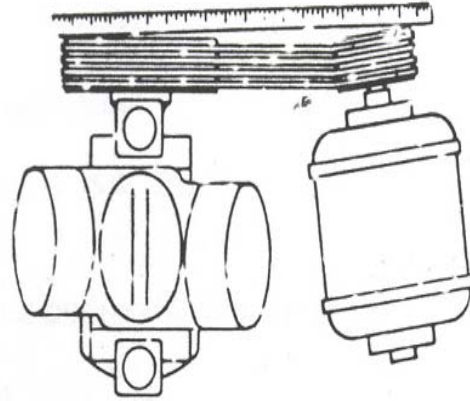


Figura 43 Desalineación angular

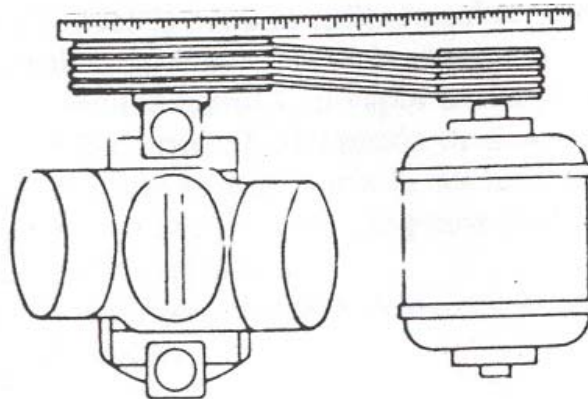


Figura 44 Paralelismo defectuoso.

La alineación puede igualmente controlarse colocando una varilla redonda de longitud suficiente dentro de los canales del volante y de la polea. Las correcciones necesarias deben llevarse a cabo, bien haciendo pivotar el motor (desalineación angular), o desplazándolo paralelamente hacia el eje del compresor (paralelismo defectuoso), hasta obtener una alineación correcta.

2.3.1.8-TENSION DE LAS CORREAS

Las correas deben estar transadas de forma suficiente para evitar que patinen, esta atención requiere gran cuidado ya que es, a menudo, la causa de averías en los sellos de estanqueidad del compresor (tensión demasiado fuerte).

Esta tensión puede verificarse por la flecha que presenta la correa apoyándose en la mitad de su longitud libre cuando está montada. Esta flecha debe representar el 1 % aproximado de longitud libre de la correa.

2.3.1.9-FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR A PLENA CARGA CON OBTURACION DEL ORIFICIO DE ASPIRACION POR MEDIO DE UN PISTON (figura 45 a)

Cuando la presión de aspiración que existe en 1 y 2 se eleva por encima del punto de consigna del resorte (3) del regulador de capacidad, el diafragma (4) se mueve bruscamente y reduce la presión aplicada sobre la válvula (5).

El resorte de accionamiento (6) desplaza la válvula hacia la izquierda quedando en posición de cierre. Al hallarse esta válvula cerrada, el vapor a alta presión pasa por el orificio de equilibrado (7) hacia la cámara (8) del pistón de descarga (9), ya que la presión que se aplica sobre este pistón es superior a la del resorte (10) del sistema de reducción de capacidad, por lo que el pistón desplaza el obturador (11) hacia la derecha abriendo el orificio de aspiración.

Los vapores pueden aspirarse entonces dentro de los cilindros y la hilera de cilindros funcionaran a plena carga.

2.3.1.10-REDUCCION DE CAPACIDAD (figura 45 b)

Cuando la presión de aspiración baja por debajo del punto de consigna, el resorte (3) del regulador de capacidad se afloja, deformando bruscamente el diafragma (4) hacia la derecha. Ésta acción ocasiona la abertura de la válvula (5) y permite que el vapor a alta presión pase del colector de descarga hacia (2), a través del orificio de equilibrado (7) por debajo de la válvula (5).

La presión en el interior de la cámara (8), del pistón en el sistema reductor de capacidad desciende. Esta caída de presión permite al resorte (10) desplazar el dispositivo hacia la izquierda en posición de cierre. El orificio de aspiración queda obturado aislando la hilera de los cilindros en la caja de aspiración; éstos quedan, pues, fuera de servicio.

La presión diferencial que permite vascular el dispositivo reductor de capacidad de una a otra posición, puede regularse por medio del tornillo (12).

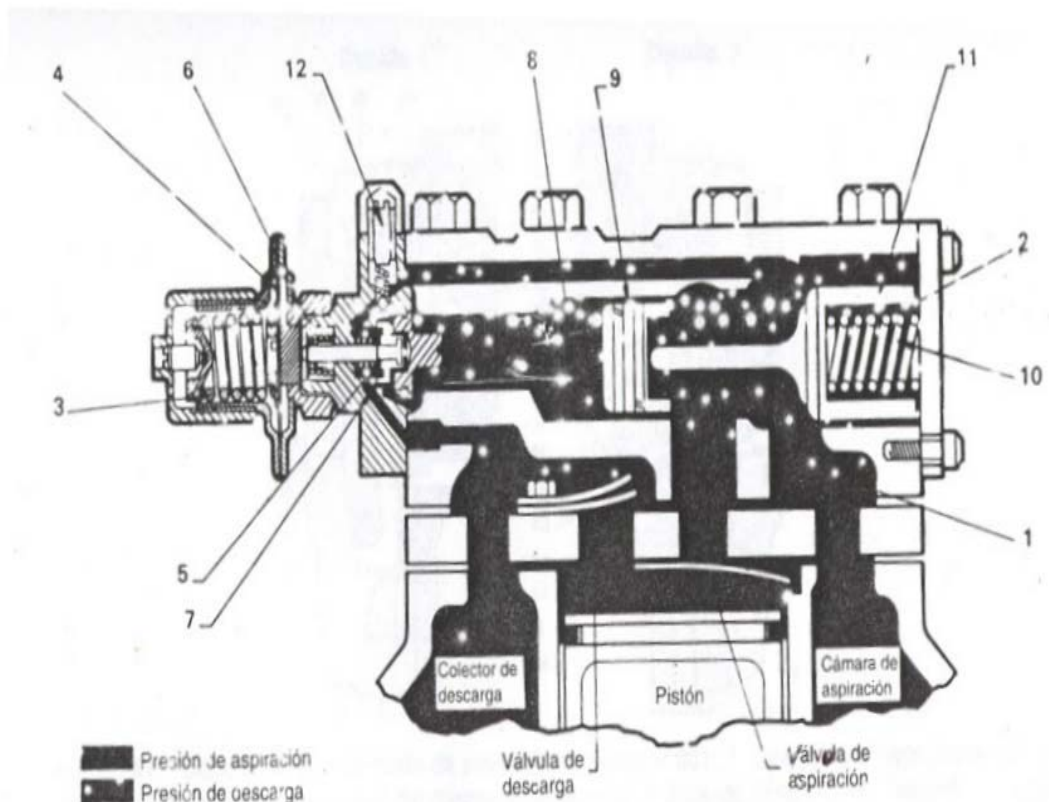


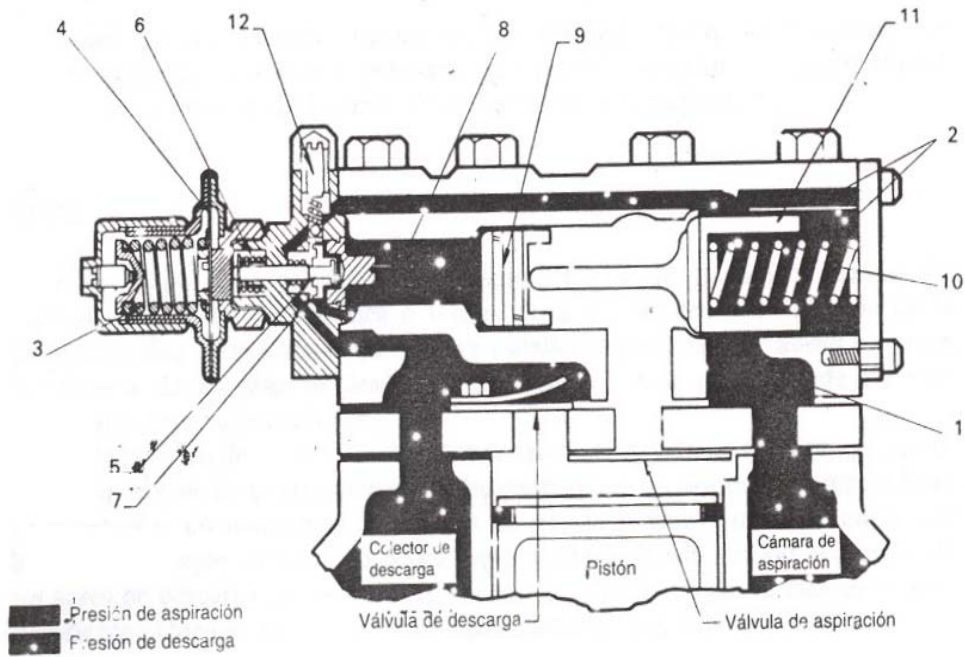
Figura 45 a Hilera de cilindros en posición de carga.

Componentes de la figura 45 a: 1. cámara de aspiración, 2. Cámara del obturador, 3. Resorte de regulación del punto de consigna, 4. Diafragma, 5. Válvula, 6. Resorte de accionamiento de la válvula, 7. Orificio de equilibrado, 8. Cámara del pistón de descarga, 9. Conjunto del pistón de descarga, 10. Resorte del obturador, 11. Cuerpo del obturador, 12. Tornillo de reglaje de la presión diferencial.

2.3.1.11-AUMENTO DEL ESPACIO MUERTO

Este dispositivo lo emplea principalmente COMEF en sus compresores con válvulas DISCUS. El principio de funcionamiento es el siguiente: a plena carga el pistón, que se mueve libremente en una cámara situada encima del cilindro en cuestión, se encuentra en su posición baja, mantenida por una derivación de la presión de descarga dirigida sobre la cara superior del pistón; el espacio muerto entonces es mínimo (figura 46).

Cuando la válvula magnética que manda el dispositivo regulador de potencia se haya bajo presión, admite la presión de aspiración encima del pistón; este liberado de la presión de descarga, se coloca en la posición alta por medio de un resorte antagonista, situando así el cilindro en comunicación con el volumen adicional de la cámara; el espacio muerto queda entonces aumentado considerablemente, y el cilindro se encuentra de esta manera fuera de servicio (figura 47).



Hilera de cilindros fuera de servicio
Figura 45 b Dispositivo de reducción de potencia (Carrier).

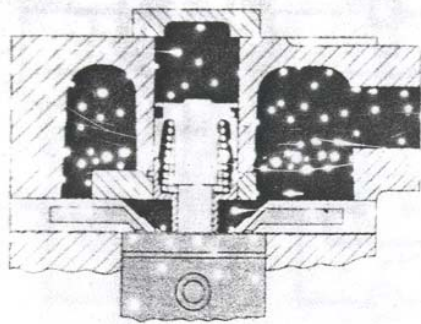


Figura 46

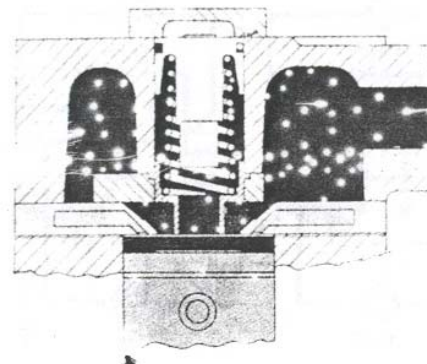


Figura 47

2.3.1.12 REGRESO A LA ASPIRACION DE LOS GASES ADMITIDOS EN EL CILINDRO

Este dispositivo se muestra en la figura 61. El detalle II muestra la posición del servopiston después de la puesta fuera de servicio de un cilindro (marcha de descompresión) y el detalle I la posición de este mismo servopiston cuando el cilindro en cuestión se encuentra en marcha normal.

Funcionamiento del dispositivo: La puesta fuera de servicio de uno o varios cilindros se obtiene por medio de un sistema de descompresión que permite volver a enviar a la aspiración los gases descargados por los pistones (figura 48). Este retorno de los gases descargados hacia la aspiración se obtiene por el alza de las válvulas de aspiración mandadas por el servopiston anular 2. Cuando se para el compresor, o cuando se encuentra en marcha a plena potencia, el servopiston retorna a su punto muerto inferior por la acción de los resortes antagonistas 11 (figura 48, detalle I). Durante la marcha en régimen de reducción de potencia, el servopiston 2 es elevado por la presión del gas de descarga y su extremo superior bloquea en posición alta la válvula de aspiración 9, dejándola así sin actuar. Como que el sistema de descompresión está sujeto a la presión de descarga, es indispensable que, durante el periodo de funcionamiento con la potencia frigorífica reducida, uno o dos cilindros trabajen siempre a plena potencia.

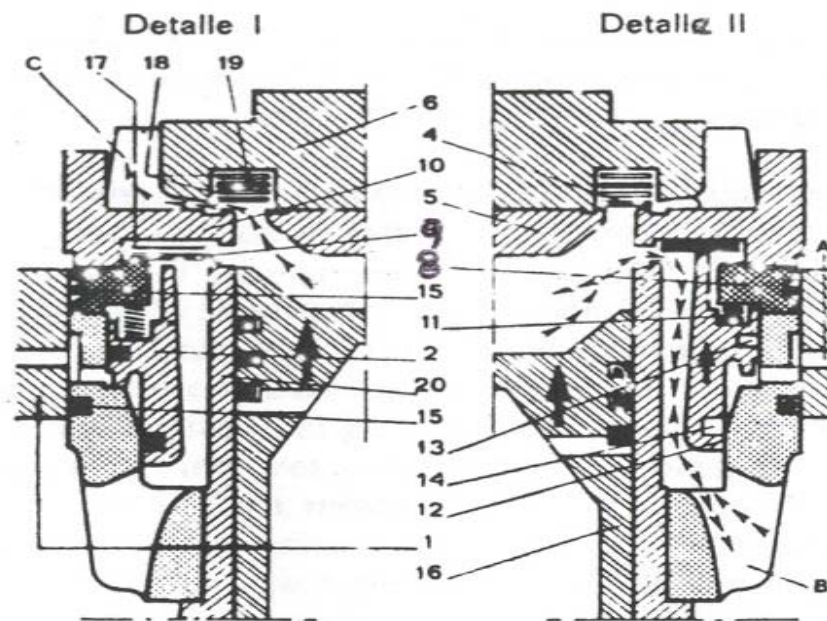


Figura 48 Dispositivo de reducción de potencia (compresor York).

Componentes de la figura 48: 1. Cuerpo, 2. Pistón impulsor, 3. Asiento de aspiración, 4. Válvula de descarga, 5. Asiento interior de descarga, 6. Difusor, 7. Tapa del cilindro, 8. Resorte de la tapa, 9. Válvula de aspiración, 10. Plato de descarga, 11. Resorte helicoidal, 12. Corona exterior de la camisa, 13. Segmento superior, 14. Segmento inferior, 15. Arandela de estanqueidad, 16. Pistón, 17. Resorte ondulado de aspiración, 18. Resorte ondulado de descarga, 19. Amortiguador de descarga, 20. Camisa del cilindro, A. Llegada de la presión del gas de descarga, B. Circuito de aspiración, C. Circuito de descarga.

2.3.2-COMPRESORES SEMI-HERMETICOS

El moto-compresor semi-hermético (figura 49) es ampliamente utilizado en sistemas comerciales e industriales, este compresor es accionado por un motor eléctrico montado directamente en el cigüeñal del compresor, con todas sus partes, tanto del motor como del compresor, herméticamente selladas en el interior de una cubierta común. Se eliminan los trastornos del sello, es compacto, económico y eficiente. Las cabezas cubiertas del estator, placas del fondo y cubiertas del carter son desmontables permitiendo el acceso para dar mantenimiento o pequeñas reparaciones.

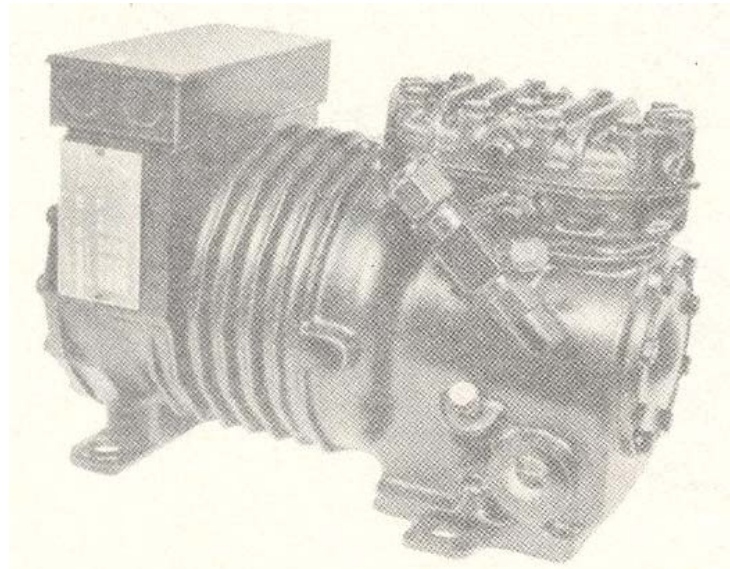


Figura 49 Moto-compresor semi-hermético (Copeland).

2.3.2.1-FUNCIONAMIENTO BASICO DEL COMPRESOR

En la figura 50 se representa una vista en sección transversal de un moto-compresor semi-hermético (copeland), su funcionamiento básico es el siguiente: cuando el pistón se mueve hacia abajo en la carrera de succión se reduce la presión en el cilindro.

Y cuando la presión del cilindro es menor que la de la línea de succión del compresor la diferencia de presión motiva la apertura de las válvulas de succión y fuerza al vapor refrigerante a que fluya al interior del cilindro.

Cuando el pistón alcanza el fin de su carrera de succión e inicia la subida, (carrera de compresión), se crea una presión en el cilindro forzando el cierre de las válvulas de succión.

La presión en el cilindro continúa elevándose a medida que el pistón se desplaza hacia arriba comprimiendo el vapor atrapado en el cilindro. Una vez que la presión en el cilindro excede la presión existente en la línea de descarga del compresor, las válvulas de descarga se abren y el gas comprimido fluye hacia la tubería de descarga y al condensador.

Cuando el pistón inicia su carrera hacia abajo, la reducción de la presión permite que se cierren las válvulas de descarga, dada la elevada presión del condensador y del conducto de descarga, y se repite el ciclo.

Durante cada revolución del cigüeñal se produce una carrera de succión y otra de compresión de cada pistón, de modo que en los moto-compresores de 1.750 r.p.m. tienen lugar 1.750 ciclos completos de compresión y succión en cada cilindro durante cada minuto; y en los compresores de 3.500 r.p.m. 3.500 ciclos completos en cada minuto.

2.3.2.2-CUERPO DEL MOTO-COMPRESOR

En la figura 51 se muestra un compresor semi-hermético Carrier con todos sus componentes.

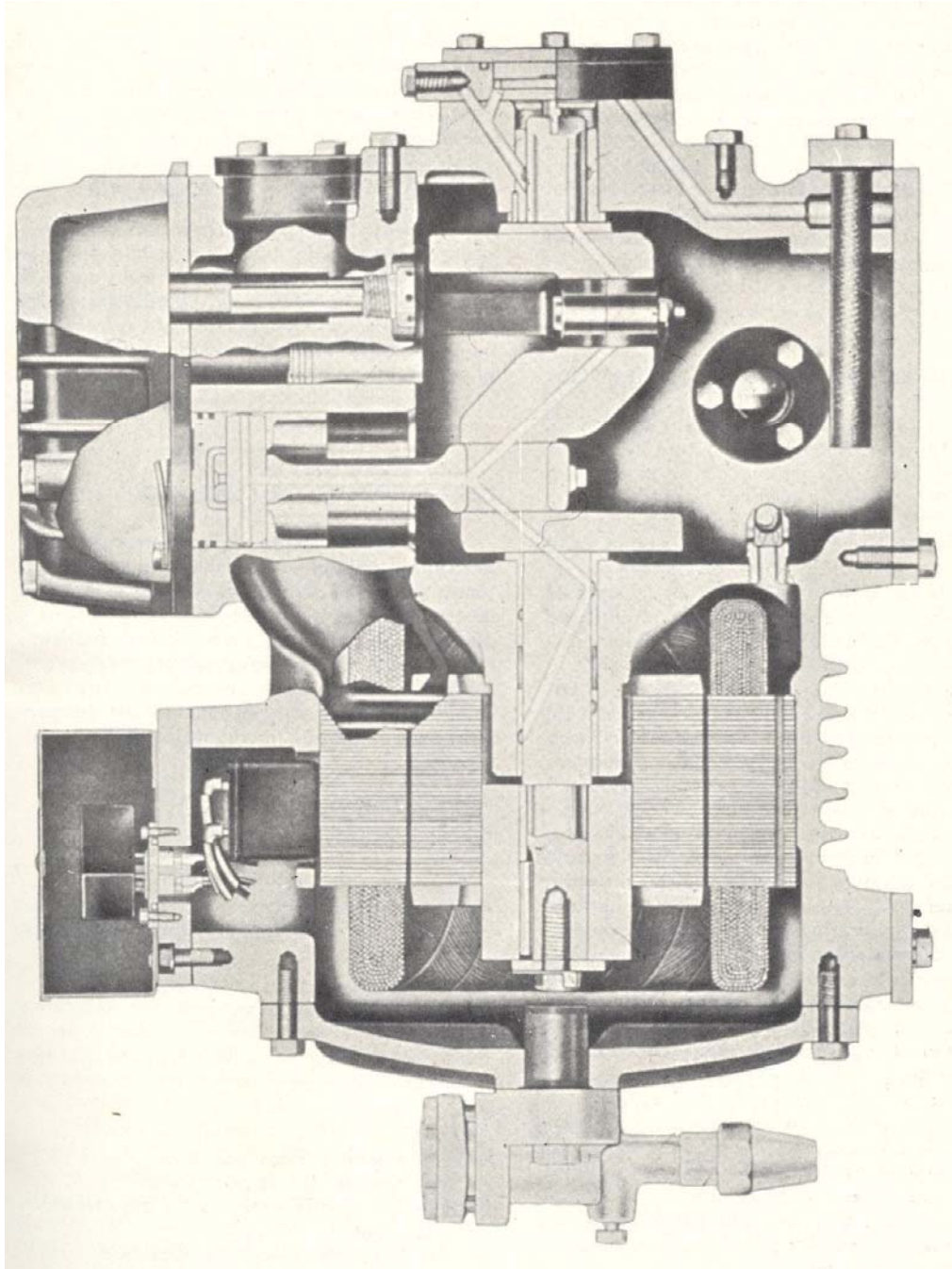


Figura 50 Sección transversal de un moto-compresor semi-hermético (copeland).

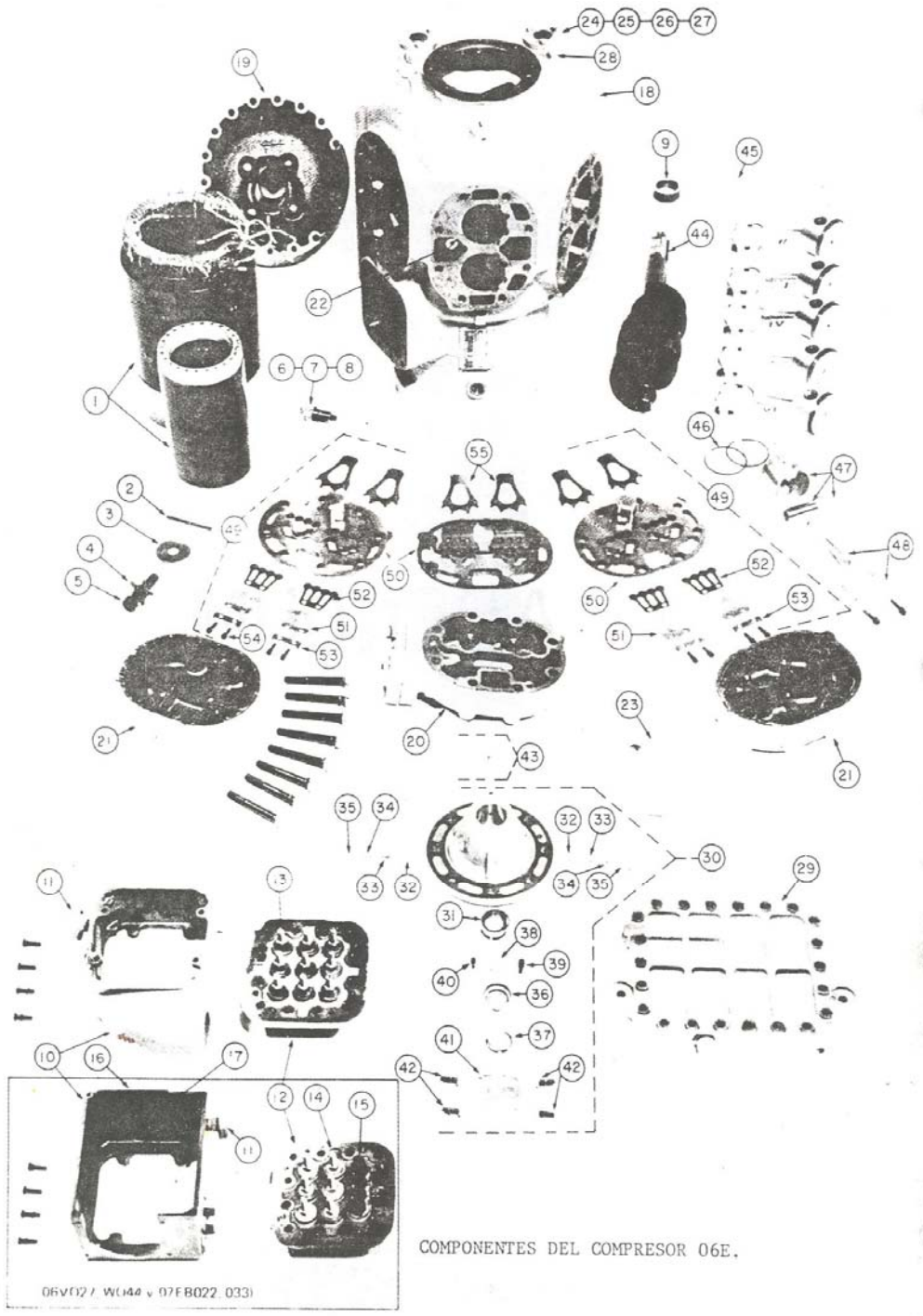


Figura 51 Compresor semi hermético (Carrier)

Componentes de la figura 51:

1. MOTOR DEL COMPRESOR ESTATOR Y ROTOR
2. CUÑA
3. ARANDELA DEL ROTOR
4. ARANDELA DE PRESION DEL ROTOR
5. TORNILLO DE TRABA DEL ROTOR
6. BUJE DE TRABA DEL MOTOR
7. ARANDELA
8. TUERCA DE BOTON Y EMPAQUE
9. ANILLO ESPACIADOR DEL ROTOR
10. CAJA DE LAS TERMINALES
11. PARALLAMAS
12. PLACA DE LAS TERMINALES
13. CONJUNTO DE TERMINALES
14. CONJUNTO DE TEWRMINALES
15. CONJUNTO DE TERMINALES
16. TAPA
17. TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL
18. CUERPO DEL COMPRESOR
19. TAPA DEL MOTOR
20. CABEZAL CENTRAL
21. CABEZAL LATERAL CON CONTROL DE CAPACIDAD
22. VALVULA DE ALIVIO INTERNA
23. FILTRO DE ACEITE
24. MIRILLA DE VIDRIO PARA EL ACEITE
25. ANILLO "O"
26. TORNILLO
27. ARANDELA DE PRESION
28. TAPON
29. TAPA DEL CARTER
30. ENSAMBLE COJINETE-BOMBA
31. ROTOR DE LA BOMBA
32. ALETA DE LA BOMBA
33. RESORTE
34. GUIA DEL RESORTE
35. RETEN DEL RESORTE
36. ALETA GUIA DE ALIMENTACION DE ACEITE
37. RESORTE ALETA GUIA DE ALIMENTACION
38. SEGMENTO DE ACCIONAMIENTO
39. TORNILLO TIPO ALLEN 28 x 5/8 "
40. TORNILLO TIPO ALLEN NO. 10 32 x 1/2 "
41. TAPA DE LA BOMBA
42. TORNILLOS DE LA TAPA
43. PISTON DE ALIVIO DE ACEITE
44. CIGUEÑAL
45. ARANDELA DE APOYO
46. ANILLOS DEL PISTON (ACEITE Y COMPRESION)
47. CONJUNTO DE PISTON, PERNO Y ANILLOS DE RETENCION
48. CONJUNTO DE BIELA Y CASQUETE
49. ENSANBLE, PLATO DE VALVULAS
50. PLATO DE VALVULAS
51. TOPE VALVULA DE DESCARGA

- 52. VALVULA DE DESCARGA
- 53. SOPORTE DE TOPE DE VALVULA
- 54. TORNILLOS TIPO ALLEN
- 55. VALVULAS DE SUCCION

En la figura 52 se muestra un compresor semi-hermético de Carrier modelo 06D este compresor es muy eficiente y a ido evolucionando sacando nuevos modelos con varios componentes (figura 53).

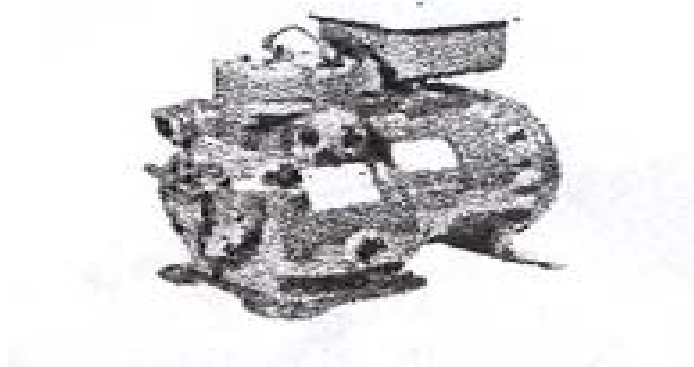


Figura 52 Compresor semi-hermético (Carrier 06D).

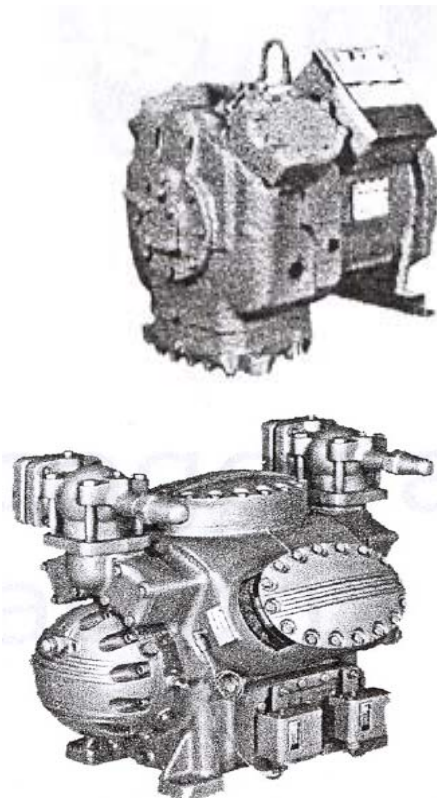


Figura 53 Nuevos compresores semi-herméticos (Carrier).

En la figura 54 se muestra un compresor semi-hermético Carrier modelo 06D de 4 cilindros con eje excéntrico con todos sus componentes.

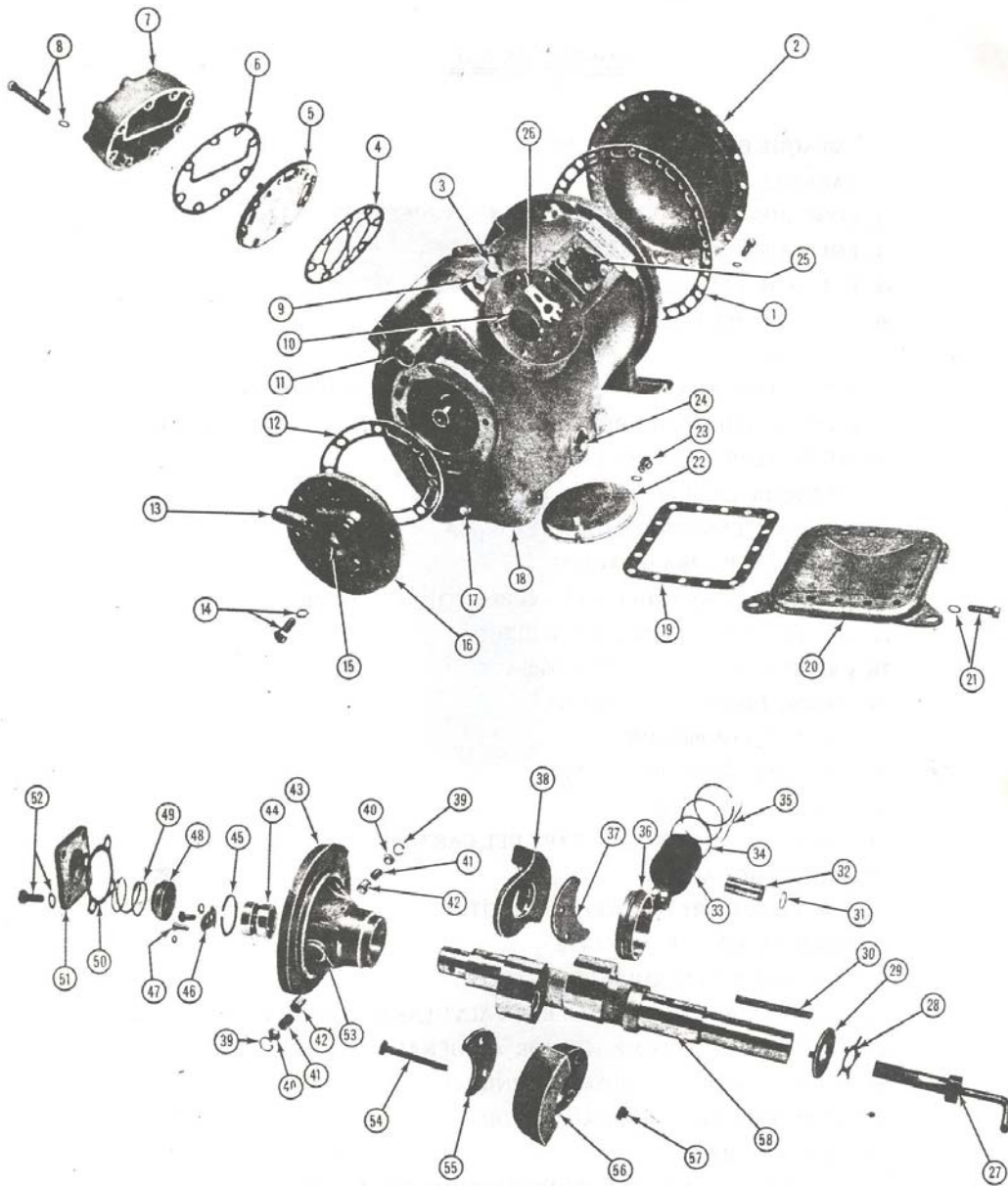


Figura 54 Compresor semi-hermético 06D de 4 cilindros con eje excéntrico.

Componentes de la figura 54:

1. EMPAQUE DE LA TAPA DEL MOTOR
2. TAPA DEL MOTOR
3. CONEXION DEL INTERRUPTOR DE ALTA PRESION
4. EMPAQUE DEL PLATO DE VALVULAS
5. PLATO DE VALVULAS
6. EMPAQUE DEL CABEZAL
7. CABEZAL
8. TORNILLO Y ARANDELA, CABEZAL Y PLATO DE VALVULAS
9. CONEXION DEL INTERRUPTOR DE BAJA PRESION
10. RESORTE DE LA VALVULA DE SUCCION
11. FILTRO DE LA SUCCION
12. EMPAQUE, ENSAMBLE COJINETE-BOMBA
13. ENTRADA, BOMBA DE ACEITE
14. TORNILLO Y ARANDELA, ENSAMBLE COJINETE-BOMBA
15. Y 51 TAPA DE LA BOMBA DE ACEITE
16. Y 43 ENSAMBLE COJINETE-BOMBA
17. TAPON, DRENAJE DEL ACEITE
18. CARTER, COMPRESOR
19. EMPAQUE, TAPA DEL CARTER
20. TAPA DEL CARTER
21. TORNILLO Y ARANDELA, TAPA DEL CARTER
22. FILTRO DEL ACEITE
23. VALVULA DE RETENCION DEL ACEITE
24. MIRILLA, NIVEL DEL ACEITE
25. PLACA DE LAS TERMINALES
26. ESPIGAS, PARA POSICIONAR LAS VALVULAS DE SUCCION
27. TORNILLO TUBO-COMPENSADOR, CIGUEÑAL
28. ARANDELA DE SEGURIDAD, TORNILLO
29. ARANDELA DE SEGURIDAD, ROTOR
30. CUÑA DEL ROTOR
31. ANILLO DE CIERRE DEL PERNO PASADOR DEL PISTON
32. PERNO PASADOR DEL PISTON
33. PISTON
34. ANILLO DEL ACEITE
35. ANILLOS DE COMPRESION
36. BIELA
37. PANTALLAS LATERALES
38. CONTRAPESO, LADO DE LA BOMBA DE ACEITE
39. ANILLO DE RETENCION, ALETA DE LA BOMBA
40. GUIA DEL RESORTE
41. RESORTE, ALETA DE LA BOMBA
42. ALETA DE LA BOMBA
43. ENSAMBLE COJINETE-BOMBA
44. ROTOR DE LA BOMBA
45. ANILLO DE RETENCION
46. SEGMENTO DE ACCIONAMIENTO DE LA BOMBA
47. TORNILLO Y ARANDELA, SEGMENTOS DE ACCIONAMIENTO
48. GUIA DE ALIMENTACION DEL ACEITE
49. RESORTE, GUIA DE ALIMENTACION DEL ACEITE
50. EMPAQUE, TAPA DE LA BOMBA
51. TAPA DE LA BOMBA DE ACEITE

52. TORNILLO Y ARANDELA, TAPA DE LA BOMBA
53. CILINDRO DE LA ALETA DE LA BOMBA
54. TORNILLO DEL CONTRAPESO
55. PANTALLAS LATERALES
56. CONTRAPESO, LADO DEL MOTOR
57. TUERCA, TORNILLO DEL CONTRAPESO
58. EJE EXCENTRICO O CIGUEÑAL

El cuerpo del compresor es de fundición sobre el que va anexo, al nivel del cojinete delantero, la carcasa de fundición de un motor eléctrico clásico en el que ha sido suprimido también el cojinete delantero (figuras 55, 56 y 57); este conjunto forma un solo cuerpo de fundición.

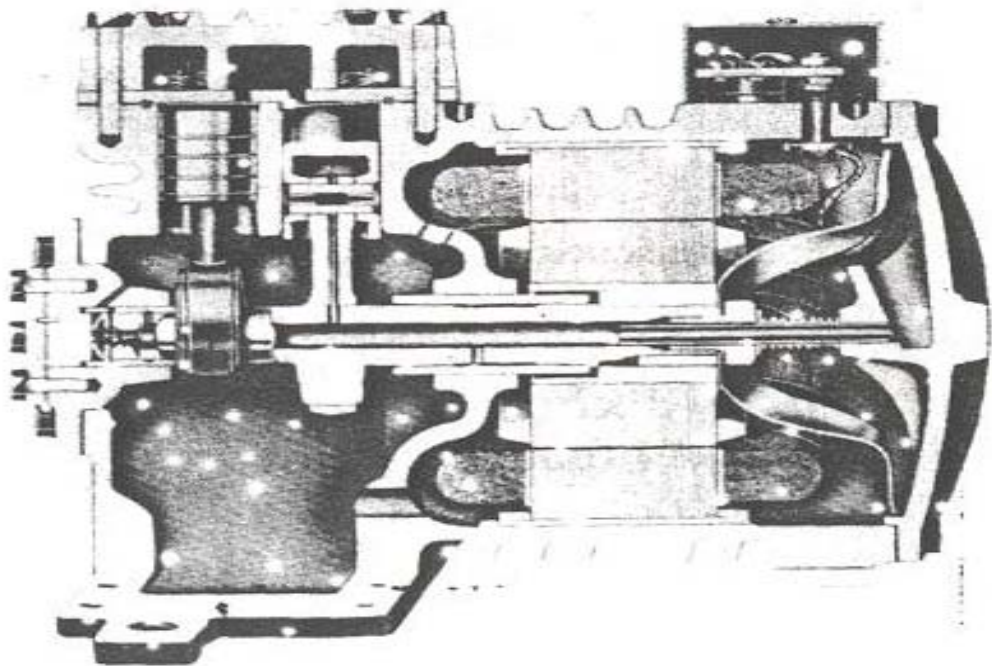


Figura 55 Corte de un compresor semi-hermético con eje excéntrico (Copeland).

El cuerpo del motocompresor incorpora los orificios de aspiración y de descarga, colocados en la parte alta del bloque de cilindros, a uno y otro lado en los motocompresores de potencia moderada (figuras 55 y 56).

En los motocompresores más potentes, puede hallarse el orificio de descarga en el cuerpo del compresor (figura 57) pero también puede estar colocado sobre la culata (figura 56), con el orificio de aspiración en la tapa posterior del motocompresor, en el lado del motor.

El cuerpo acostumbra a incorporar unas aletas, de fundición, al nivel de la situación de los bobinados del estator, destinados al enfriamiento, o mejor dicho, disipación del calor de estos.

Como sea que la válvula de aspiración está situada en la tapa posterior del motocompresor, los gases aspirados contribuyen igualmente al enfriamiento de los bobinados; se deduce un sobrecalentamiento suplementario de los gases que entran en los cilindros (figuras 55 y 57).

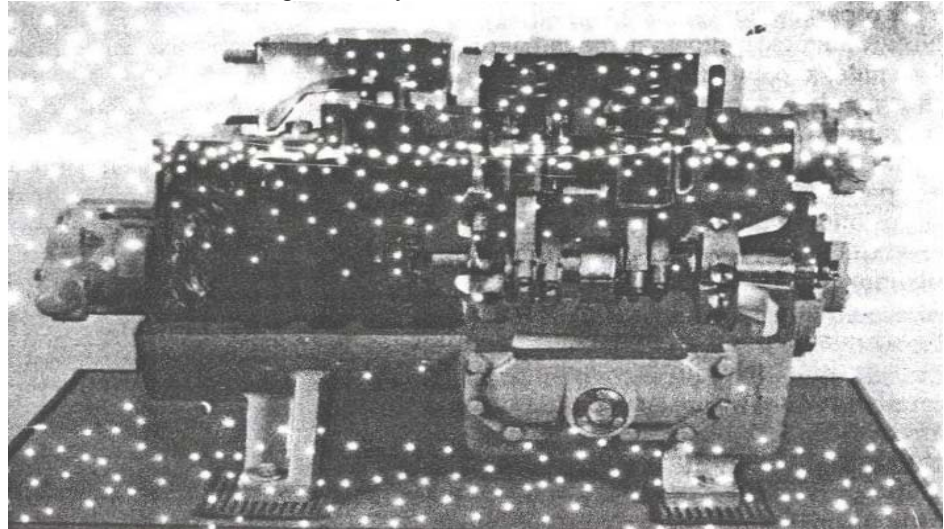


Figura 56 Moto-compresor semi hermético multicilindro con eje cigüeñal. Lubricación por bomba de aceite (Trane).

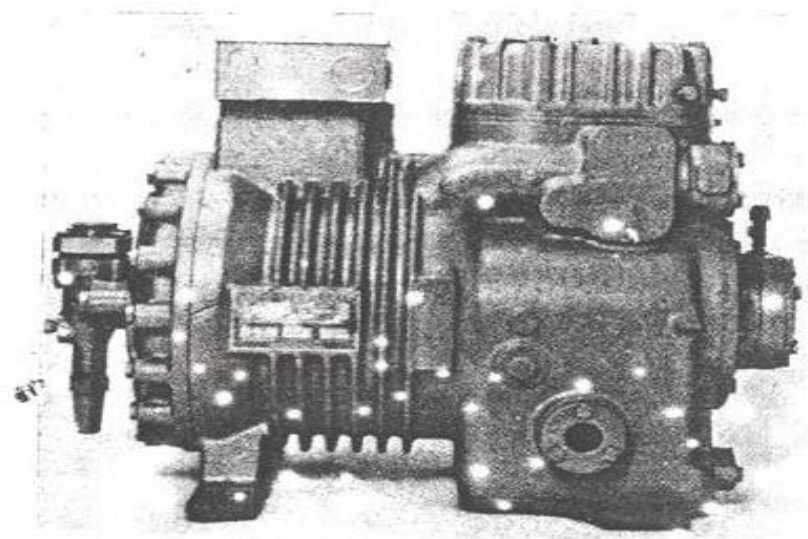


Figura 57 Motocompresor con lubricación por bomba (Copeland).

El cojinete delantero (tapada delantera) es siempre una pieza de fundición que se fija sobre el cuerpo. Dicha tapa incluye, así mismo, el empuje axial y en determinados casos, la bomba de aceite reversible.

La tapa posterior puede ser cerrada, o bien abierta, si ha de comportar la válvula de servicio de aspiración. Ambas piezas de fundición deben ser de la misma calidad que la fundición del cuerpo del motocompresor.

La culata, cualquiera que sea su posición en el cuerpo u orificio de aspiración, es una culata tabicada comportando, a uno y otro lado de éste tabique, las cámaras de aspiración y de descarga.

Es también una pieza de fundición que se fija sobre el cuerpo del compresor por medio de tornillos; la calidad de la fundición debe ser la misma que la empleada para el cuerpo y las tapas.

En dicha culata puede, así mismo hallarse dispuesto el orificio de descarga y, como consecuencia, deberá acoplarse en ella la válvula de servicio de descarga (figura 56).

2.3.2.3-TRANSFORMACION DEL MOVIMIENTO ROTATIVO EN ALTERNATIVO

Esta transformación puede obtenerse:

- por eje excéntrico, bielas, pistones
- por eje cigüeñal, bielas, pistones

Eje excéntrico

Este primer dispositivo se emplea en los motocompresores de pequeña potencia. Presenta la ventaja de evitar la fijación de la excéntrica sobre el eje, ya que las masas de la excéntrica vienen ya de fundición sobre el mismo eje; el eje excéntrico está entonces horadado en toda su longitud, en los puntos de contacto con los cojinetes, y en el emplazamiento de las bielas sobre las masas excéntricas, a fin de obtener una lubricación forzada sobre las piezas en movimiento.

Eje cigüeñal

Es idéntico al de los compresores con accionamiento exterior, incorpora tantas manivelas como cilindros, si el motocompresor es del tipo con cilindros en línea, o bien, como líneas de cilindros, cuando el motocompresor lleva cilindros en V, W o en estrella.

Cuando el motocompresor incorpora lubricación forzada por bomba, el cuello delantero del eje va dispuesto con el arrastre de la bomba de aceite. Se construye de acero al cromo y algunas veces de fundición; las manivelas y los cuellos se rectifican después de haber sido sometidos a un tratamiento térmico de superficie destinado a aumentar su dureza superficial.

Después de mecanizado, tanto el eje cigüeñal como el eje de excéntrica deben equilibrarse dinámicamente.

Bielas

No difieren de las formas de las bielas empleadas en los compresores clásicos; son de cabeza cerrada en los motocompresores de excéntrica, y de cabeza abierta para los que van equipados con cigüeñal; casi siempre, cualquiera que sea el tipo, se construyen en aleaciones ligeras fundidas a presión.

Pistones, Segmentos, Ejes de pistón

Los pistones son de fundición en los compresores de poca potencia, son mecanizados de gran precisión para lograr una tolerancia máxima de cuatro a cinco micrones entre pistones y cilindros. En este caso son lisos; y llevan dos ranuras de muy poca profundidad, que retienen por capilaridad un anillo de aceite, consiguen la estanqueidad del conjunto pistón-cilindro.

En los compresores de más alta potencia, los pistones se construyen en aleaciones ligeras e incorporan de dos a tres segmentos de estanqueidad, y uno o dos de engrase.

2.3.2.4-DISPOSITIVOS DE LUBRICACIÓN

Los dispositivos de lubricación utilizados en los motocompresores semi herméticos son particulares para este tipo de construcción. Hace falta que el engrase se efectúe sea cuál sea el sentido de giro del motocompresor, sentido que depende del conexionado eléctrico del compresor sobre la red trifásica en la instalación.

Los dispositivos utilizados para la lubricación son los siguientes:

-lubricación por barboteo ampliado con la utilización de los efectos centrífugos debidos a la rotación del eje

-lubricación por medio de bomba.

Lubricación por barboteo

La lubricación de los elementos mecánicos se obtiene con una turbina de disco sumergida en el baño de aceite (figura 55).

En su funcionamiento la turbina proyecta, por fuerza centrífuga, el aceite sobre la parte superior interna de la tapa posterior. El aceite salpica la cara convexa interior de la tapa y se deposita en un pequeño receptáculo, que forma parte de la propia fundición de la tapa.

Dicho receptáculo se haya en comunicación con el orificio interior del eje de la excéntrica y a los efectos centrífugos en la rotación de este, circula por su interior para distribuirse hacia todos los puntos que han de lubricarse, a través de los agujeros taladrados a este fin en el eje de la excéntrica.

Nivel del aceite

Es indispensable mantener el nivel del aceite en una medida correcta para el buen funcionamiento del dispositivo de engrase, así como también el del propio motocompresor.

En efecto si el aceite alcanza en el carter un nivel inferior al de la turbina, no existiría lubricación y se puede sufrir un gripaje mecánico; si por el contrario, el aceite llega a un nivel tal que el rotor del motor se haya sumergido en aceite, en la parada, el aceite puede llenar una parte del entrehierro del motor y actuar, en el momento del arranque como “freno hidráulico” con el peligro de un calentamiento excesivo de los bobinados que obliguen actuar a las protecciones térmicas, desconectando el motocompresor.

Lubricación por bomba

Descripción de la bomba y de su funcionamiento (figuras 58 y 59)

La bomba localizada en la tapa delantera se acciona por medio del eje del motocompresor; debe poder asegurar, sea cual sea el sentido de rotación, la lubricación bajo presión de todos los elementos móviles; quedando bien entendido que el sentido de circulación del aceite será siempre el mismo.

Estas bombas son generalmente, bombas de engranajes internos tal como se representa en la figura 58 donde se muestran las piezas constituyentes.

Se compone del cuerpo de la bomba 1, de la rueda de engranaje con dientes internos 2, de un piñón con dientes al exterior 3 soportado por la excéntrica 4, que incorporan una lúnula para separar los lados de aspiración y descarga de la bomba. La excentricidad de los ejes de rotación entre los dientes de los engranajes 2 y 3 motiva la formación de espacios libres entre estos

dientes, durante su rotación, provocando de esta forma la circulación del aceite. La tapa 5 sirve de cierre estanco del conjunto.

Cuando funciona, sólo la rueda con dientes internos 2 gira accionada por el eje del motocompresor, y el piñón 3 montado sobre el eje de la excéntrica 4, que le sirve de soporte, es accionado en el mismo sentido de rotación que la rueda 2.

La rotación del piñón 3 provoca automáticamente la orientación del soporte del piñón 4, el cual puede pivotar hasta 180 grados alrededor del eje de la bomba; la lúnula del soporte viene a colmar el espacio, en forma de media luna, que quedaba libre entre el piñón 3 y la rueda con dientes interiores 2, respetándose de esta forma el sentido de circulación del aceite.

Cualquier inversión en el sentido de rotación de la rueda 2 implicará automáticamente, a su paso de una posición de trabajo a otra, el basculado del soporte de la excéntrica (piñón 4) y con él, también del piñón 3. Estas dos posibles posiciones quedan representadas en la figura 59.

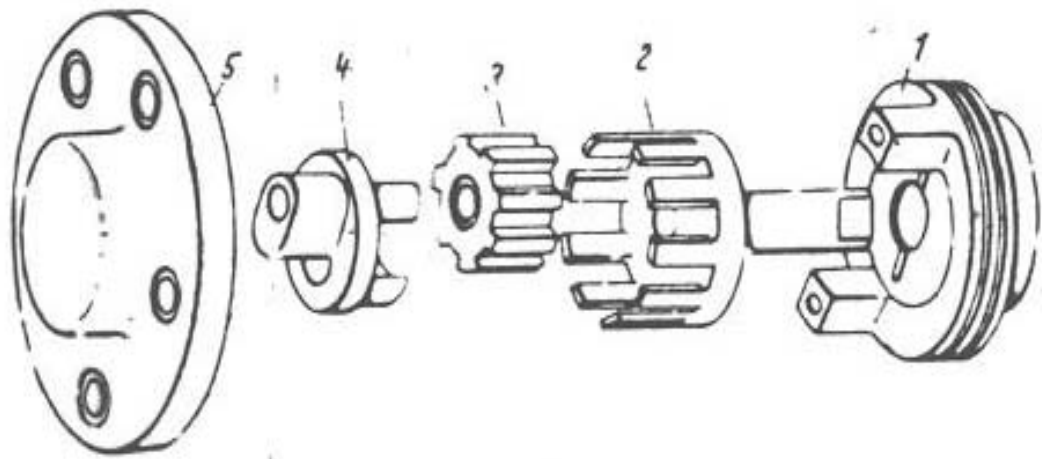


Figura 58 Bomba de aceite de tipo reversible: 1. Cuerpo de ensamblaje, 2. Rueda de dientes internos, 3. Piñón con dientes exteriores, 4. Excéntrica con lúnula soporte del piñón, 5. Tapa de cierre.

2.3.2.5-CIRCUITO DEL ACEITE (figura 60).

El aceite aspirado en el carácter 1 del motocompresor a través del filtro 2 es descargado por la bomba 3 hacia una válvula de expansión reguladora de alta presión o que controla automáticamente la presión de engrase de los órganos móviles (tubería 9).

El aceite excedente, en este ciclo de lubricación, es de nuevo retenido en la válvula de expansión de baja presión 7, que permite no se envíe al carter, a través de la tubería de by-pass 8, más que aceite a una presión muy próxima a la que reina en aquel.

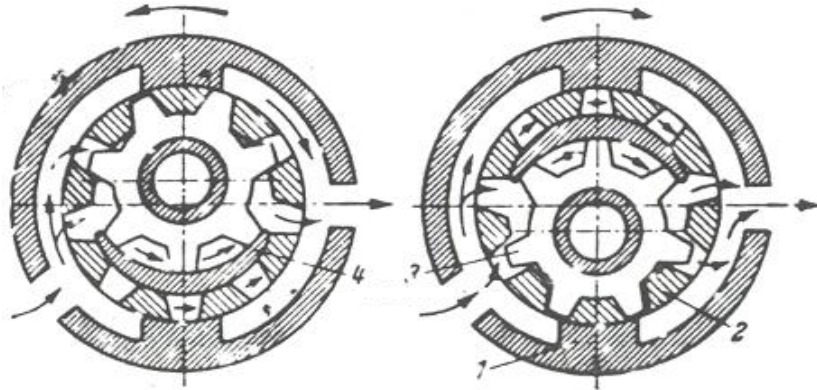


Figura 59 Bomba de aceite de tipo reversible. Posiciones de trabajo: rotación 1, rotación 2.

El aceite utilizado en la lubricación de los órganos móviles retorna rápidamente al carter 1 por las fugas debidas a las tolerancias de ajuste y por los deslizaderos dispuestos a este fin.

La figura 61 representa un corte mostrando la posición de la bomba en el interior de la tapa de cierre delantera del motocompresor.

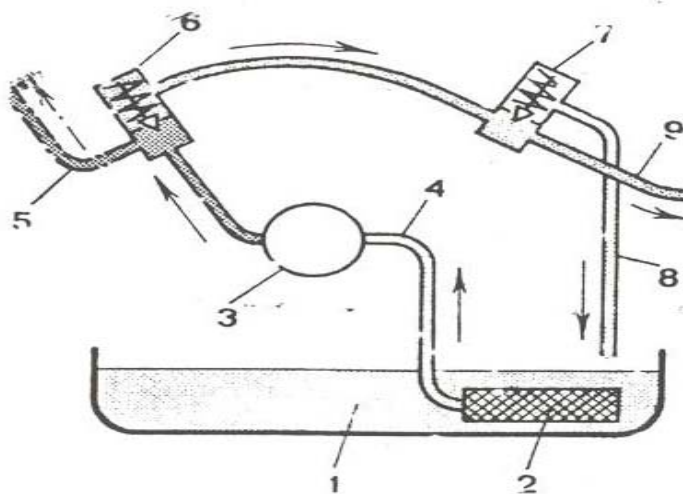


Figura 60 Esquema del circuito de aceite. 1. Carter, 2. Filtro de aceite, 3. Bomba, 4. Aspiración de la bomba, 5. Hacia el reductor prepotencia frigorífica, 6 y 7. Válvula de expansión reguladora de baja presión, 8. Retorno al carter 9. Lubricación de las partes mecánicas.

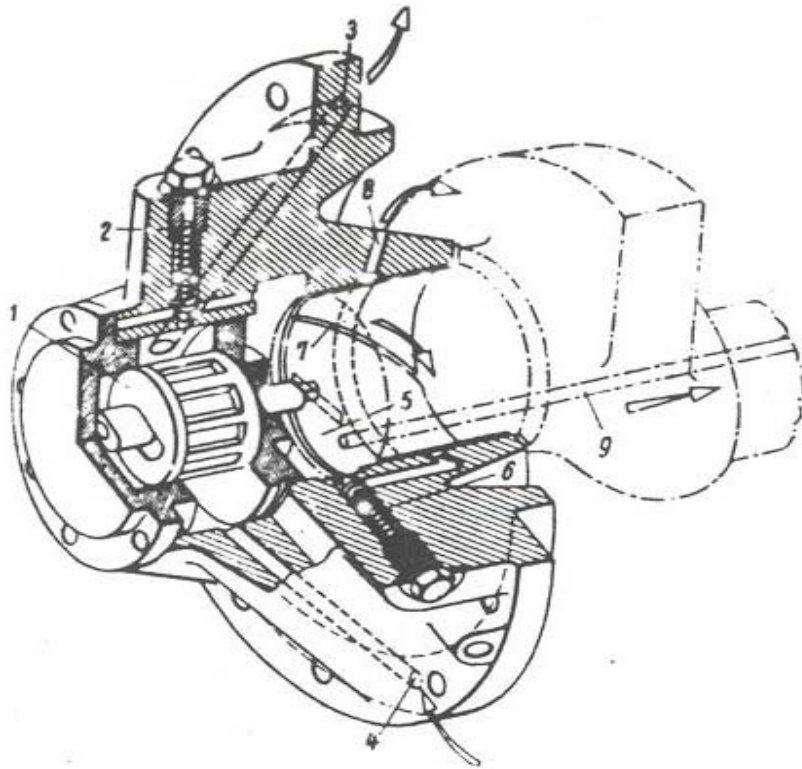


Figura 61 Montaje de la bomba en el interior de la tapa delantera.

Partes de la figura 61:

1. Bomba de aceite, 2. Válvula de expansión reguladora de alta presión, 3. Tubería de conducción de aceite al regulador de potencia frigorífica, 4. Admisión de aceite en la bomba, 5. Cámara de aceite a alta presión, 6. Válvula de expansión reguladora de baja presión, 7. Pata de araña del cojinete del eje, 8. By-pass de retorno de aceite al carter, 9. Canal de alimentación de los cojinetes, cuellos, cabeza y pie de bielas.

2.3.2.6-ENFRIAMIENTO DE LOS BOBINADOS DEL ESTATOR

El enfriamiento de los bobinados del estator puede efectuarse de dos formas diferentes e inherentes al dispositivo de aspiración del motocompresor o sea:

- enfriamiento exterior del cuerpo del motocompresor
- enfriamiento directo (interno en el cuerpo de motocompresor)

Enfriamiento externo del cuerpo del motocompresor

Aunque la aspiración de los vapores fríos del fluido frigorífico se hace directamente por la culata del motocompresor (motocompresor de pequeña potencia), los bobinados del motor no pueden enfriarse más que por la evacuación al exterior del calor producido.

A este fin, el cuerpo del motocompresor comporta unas nervaduras que se hayan sometidas al flujo de aire impulsado por el ventilador del condensador.

Si la condensación del fluido se efectúa por medio de un condensador de agua (figura 62), el cuerpo del motocompresor va envuelto en el propio lugar del motor con un serpentín de tubo de cobre que evacua el calor procedente de los bobinados mediante el agua de condensación que circula por dicho serpentín, que a su vez está conectado en serie con el haz de tubos del condensador.

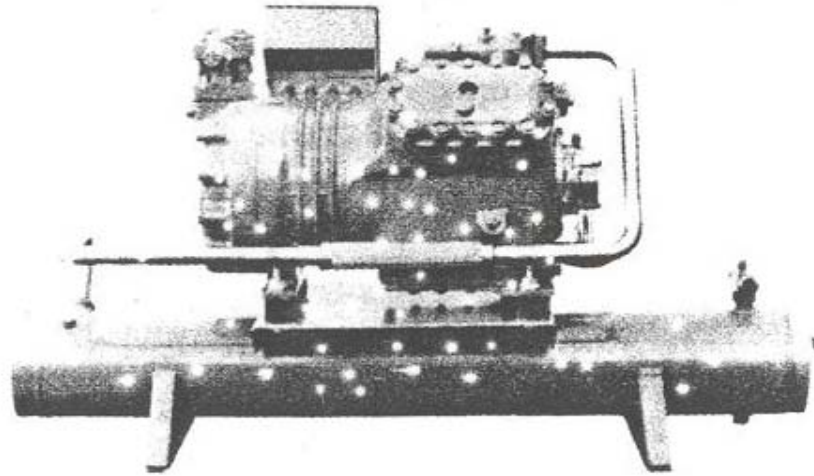


Figura 62 Compresor semi-hermético con condensador de agua (Copeland)

Enfriamiento directo

En los motocompresores de potencia más elevada, la aspiración de los vapores fríos se efectúa por la tapa posterior del motocompresor. Antes de penetrar en la cámara de aspiración de la culata, los vapores fríos “bañan” los bobinados del estator y los enfrían, calentándose ligeramente antes de ser admitidos en los cilindros.

La cantidad de calor absorbida por los vapores del fluido frigorífico es función de su caudal masico, por lo que el enfriamiento será menos eficaz si la temperatura es baja, así como también existe el riesgo de calentamientos

anormales de los bobinados si el motocompresor no se utiliza en la gama de temperaturas de aspiración prevista por el constructor.

2.3.2.7-NUEVOS DISEÑOS

Como ya aviamos mencionado antes la gama de compresores a ido evolucionando con nuevas cosas.

Estos compresores se usan en muchos sistemas de refrigeración y aire acondicionado, tienen mejores rendimientos a temperaturas bajas y compatibilidad con varios refrigerantes; estos compresores se usa mucho para los rack (figura 63) en donde llevan muchos accesorios mecánicos y electrónicos; donde todos estos compresores llegan a un condensador gigante y de ahí se distribuyen a varios evaporados.

Estos nuevos compresores llevan un sistema electrónico para medir las temperaturas de las líneas de succión y descarga y para medir el nivel de aceite y las presiones del refrigerante (figura 64).

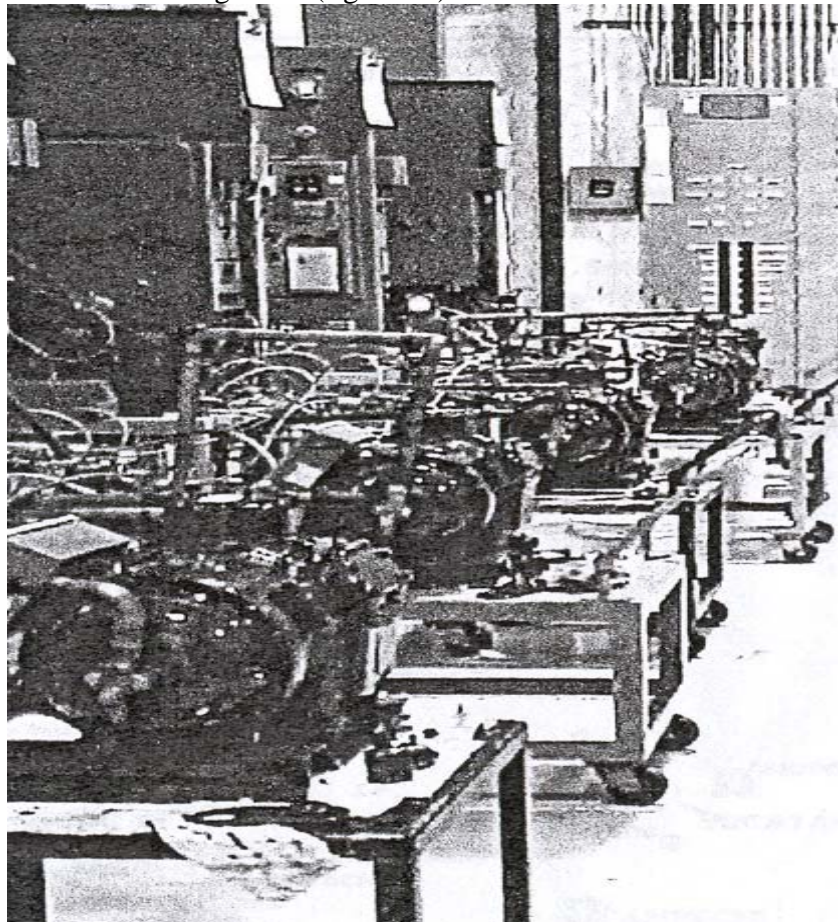


Figura 63 Rack de compresores semi-herméticos.

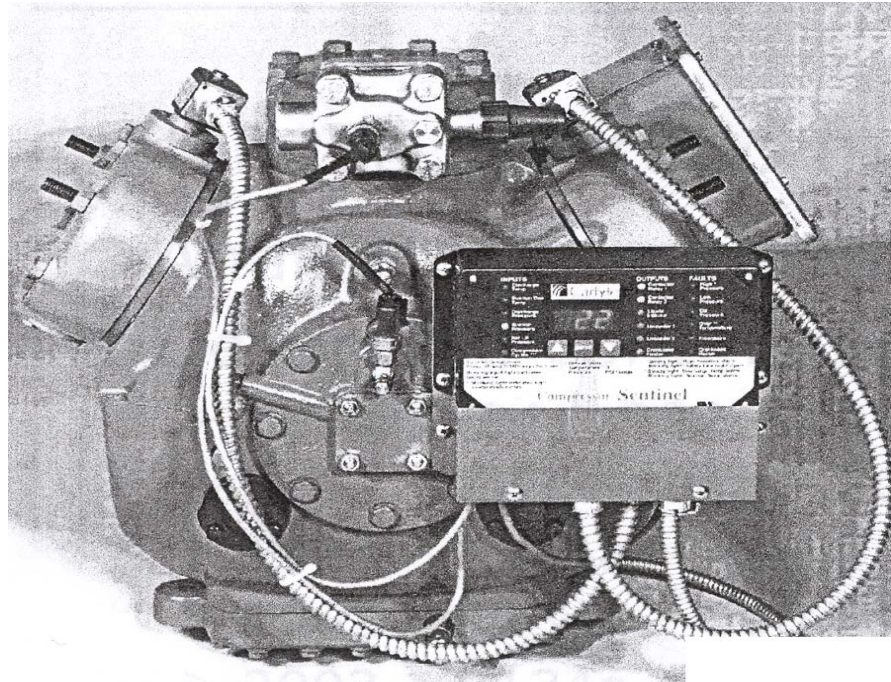


Figura 64 Compresor semi-hermético con sistema electrónico.

2.3.3-COMPRESORES HERMETICOS

El motocompresor hermético (figura 65) ha sido desarrollado para lograr una disminución de tamaño y costo; y es ampliamente utilizado en equipo de baja potencia, aunque ha ido aumentando su potencia para equipos un poco más grandes.

En éste tipo de compresores no se pueden llevar a cabo reparaciones interiores, puesto que la única manera de abrirlo es cortando la carcasa del compresor.

2.3.3.1-FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR

Este compresor reciprocante funciona la siguiente manera:

Cuando el refrigerante que viene del evaporador se acerca al compresor, el refrigerante a baja presión entra en la cubierta por conducto de una línea de succión que llega hasta el bloque del cilindro y llena casi por completo el cilindro; cuando el pistón comienza su curso hacia arriba, el gas situado sobre el comienza a comprimirse, la válvula de succión se cierra; y del refrigerante se comprime y se genera una presión más elevada, a medida que el pistón se acerca

la parte superior de su recorrido, la presión hace que la válvula de descarga se abra; el gas caliente es descargado por el cilindro y pasa por un amortiguador, el cual reduce los niveles de ruido y el martilleo; y el gas a alta presión es descargado hacia el condensador, repitiéndose nuevamente el ciclo.



Figura 65 Compresor hermético.

El rotor del motor eléctrico se coloca a presión sobre el eje; el estator del motor queda bien seguro dentro de la cubierta de acero prensado.

En la figura 66 se muestra un motocompresor hermético con vista del interior en este caso es un modelo para aire acondicionado.

Las conexiones eléctricas de los devanados del motor se llevan a cabo por terminales que van fundidas en el acero para evitar fugas de refrigerante, quedando las conexiones aisladas del recipiente mediante revestimiento cerámico y cubiertas por una caja externa de terminales.

Es algo común instalar un dispositivo de sobrecarga térmica bimetalica en el devanado de estator para desconectar el motor cuando su temperatura se eleve y provoque una sobrecarga térmica o eléctrica.

Los devanados del motor están expuestos en forma directa al gas refrigerante frío (figura 67, 3), que entra a la cubierta y es atraído hacia el orificio de succión del compresor.

Tal efecto de enfriamiento es en sí mismo una protección contra el sobrecalentamiento de los devanados, pero es esencial que el aislamiento aplicado a los devanados sea de un tipo que no se deteriore en presencia del refrigerante.

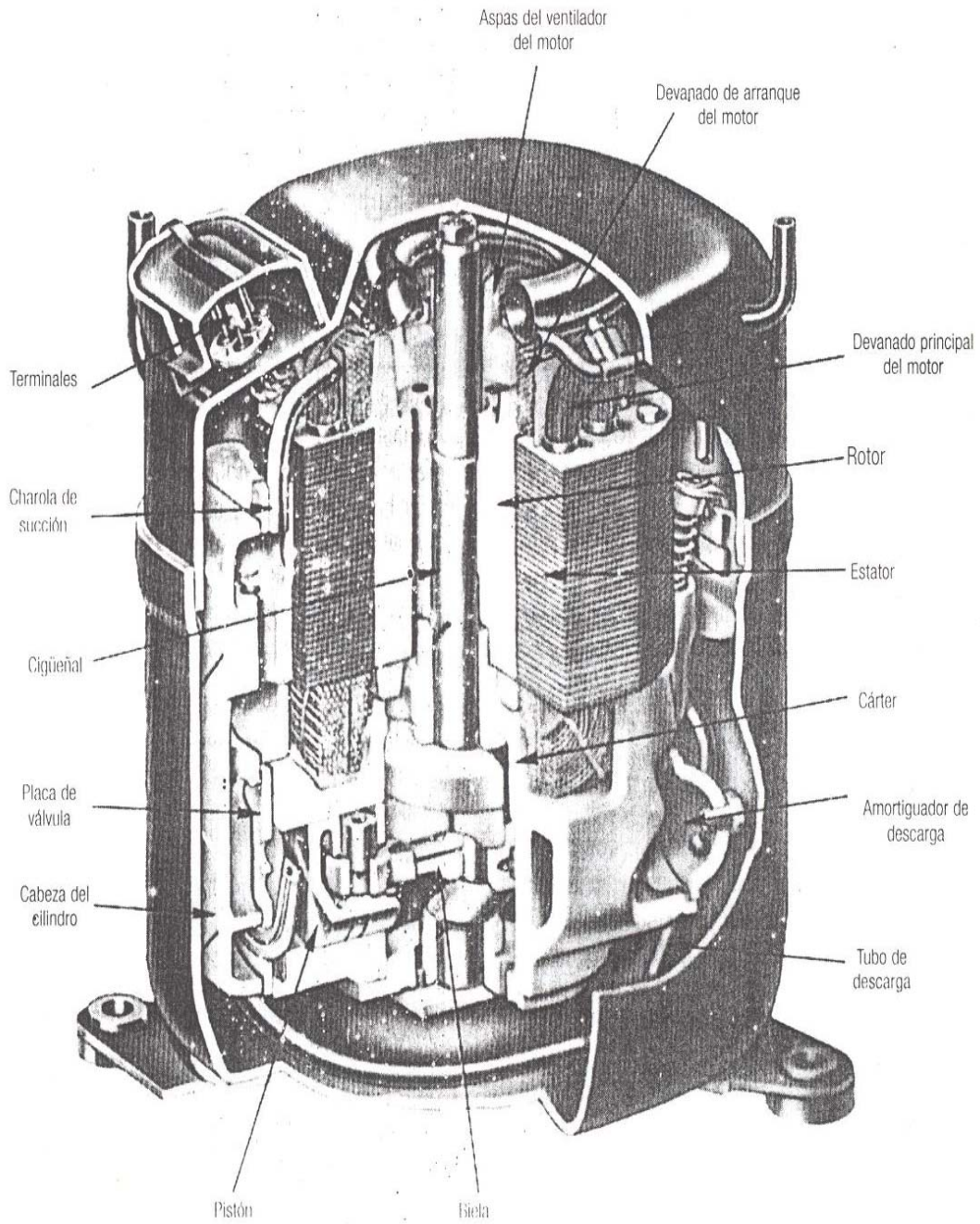
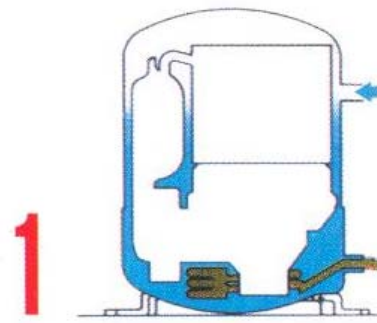
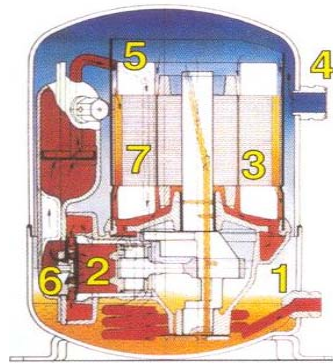
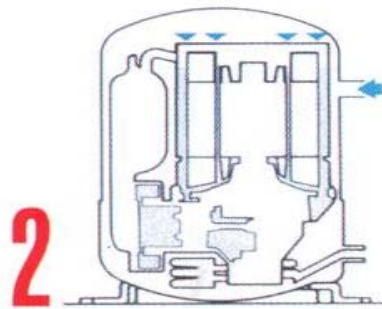


Figura 66 Compresor hermético con vista interior

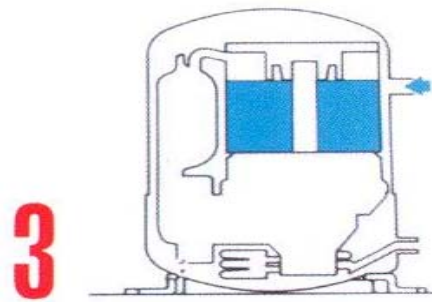
Los compresores más grandes incorporan unas válvulas de alivio de presión para evitar el bombeo contra presiones de columna excesivas. En la figura 67 se muestran unas características de diseño de los compresores herméticos de la Danfuss.



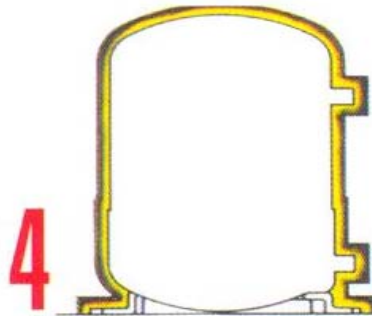
1 Tolerancia al regreso del líquido.



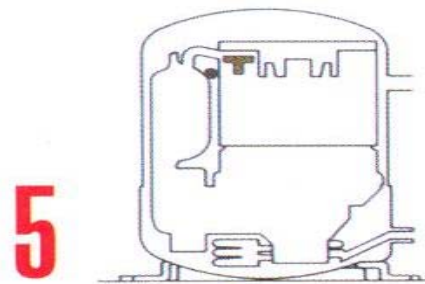
2 Baja pérdida por calor.



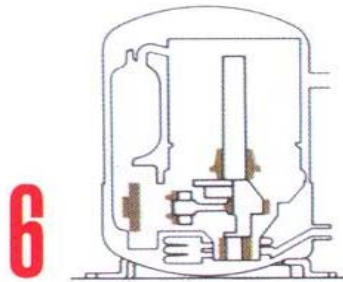
3 Motor 100% enfriado por gas.



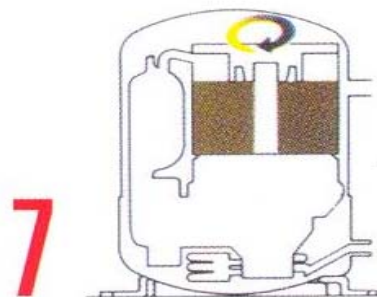
4 Permite aislar el compresor.



5 Protección del motor interna y válvula de alivio interna.



6 Alta relación de compresión, hasta 12.1



7 Motor de alto par de arranque.

Figura 67 Características de diseño (Danfuss).

2.3.3.2-CUERPO DEL COMPRESOR

Exteriormente, un motocompresor se presenta como una envolvente de acero formada por dos partes, soldadas eléctricamente una con la otra, cuya forma se asemeja a la de un cilindro (figuras 67 y 68). De esta envolvente salen dos tuberías cuidadosamente selladas, o bien conectadas a válvulas o grifos de servicio; en la parte inferior van soldadas tres o cuatro patas de fijación, y en la parte exterior de la envolvente se colocan igualmente los bornes de conexión eléctrica del motocompresor. En la actualidad han salido muchos modelos de compresores herméticos (figura 69) y muchos de estos modelos son empleados principalmente para refrigeradores domésticos (figura 70). Pero también han salido compresores herméticos de mayor potencia que son empleados en el aire acondicionado (figura 71).



Figura 67 Compresor hermético para aplicaciones domésticas (Danfoss).



Figura 68 Compresor hermético de alta presión y climatización

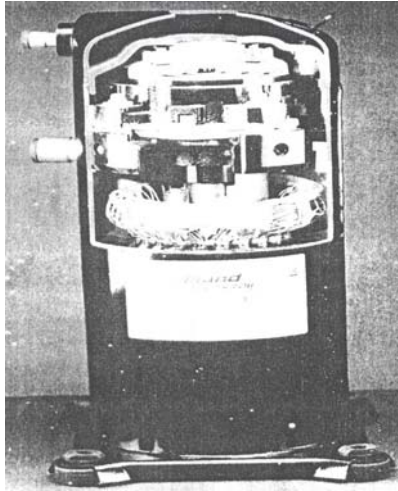


Figura 69 Varios modelos de compresores herméticos (Danfuss).



Figura 70
Refrigerador domestico

Figura 71
Compresor hermético de
espiral



El cuerpo del compresor (figuras 72 y 73) de fundición perlítica, sirve de soporte al mecanismo, aunque difiriendo, en ello, del cuerpo de los compresores tradicionales.

No incorpora carter, los cojinetes del motor y el posterior son abiertos, y el bloque-cilindro va insertado en el cuerpo que posee en una y otra parte del cilindro las cámaras de aspiración y de descarga llamadas silenciadores de aspiración y de descarga; uno de estos silenciadores se muestra en la figura 86.

En los motocompresores de dos o tres cilindros estos silenciadores no forman parte del cuerpo de fundición, hallándose constituidos por pequeños depósitos intercalados en las tuberías de aspiración y de descarga.

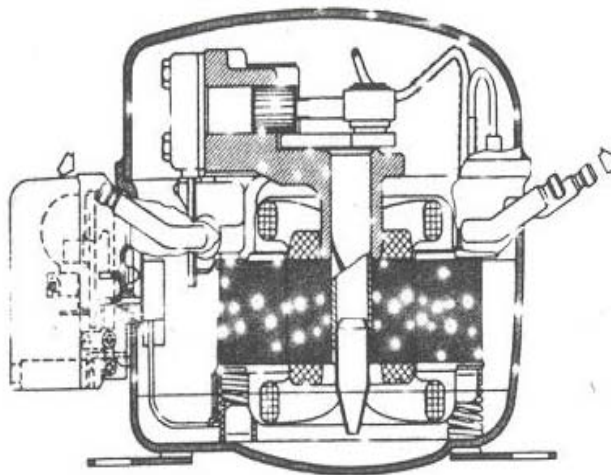


Figura 72 Corte de un compresor hermético (Danfuss).

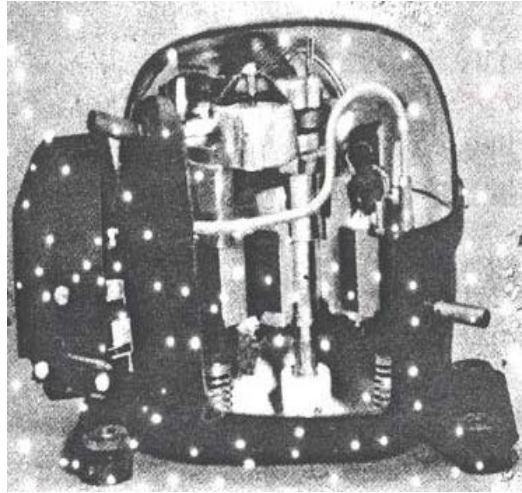


Figura 73 Corte de un compresor hermético (Hermetik)

2.3.3.3-LUBRICACION DE COMPRESORES HERMETICOS

El sistema de lubricación para este tipo de compresor es sencillo pero efectivo. El aceite se encuentra en la sección baja de la cubierta del compresor, cubriendo normalmente el cojinete inferior y las partes componentes del bloque del cilindro.

Unas venas de lubricación en el eje llevan el aceite al cojinete superior o a las superficies de desgaste y sólo resta un problema: durante los momentos fuera del ciclo del sistema, el aceite se acumula siempre en la parte más fría del sistema, que resulta ser el carter del compresor.

El R12 y más el R22 se mezclan fácilmente con el aceite. Si no se toman precauciones, dicha situación puede dar lugar a que el aceite salga del compresor cuando éste reanude la marcha o que el refrigerante líquido entre por el orificio de succión del cilindro, pudiendo ocasionar serios daños en cualquiera de los dos casos.

Tal situación se evita dejando un calentador de bajo voltaje en el sumidero de aceite o cerca del mismo. Este funciona cuando el motor se encuentra parado y hace hervir cualquier líquido refrigerante que trate de entrar al aceite.

El aceite usado en los compresores que operan con bajas presiones de succión puede calentarse demasiado para que sea posible enfriarlo a través de las paredes del recipiente, lo que dará por resultado una elevada relación de compresión. Estos compresores cuentan con enfriadores de aceite ubicados

fuera de la cubierta para circular del aceite caliente a través del aire ambiente frío en un adecuado intercambiador de calor para ser enviado al sumidero.

2.3.3.4-MOTOR ELÉCTRICO DEL COMPRESOR HERMÉTICO

En esta realización encontraremos la manera más práctica de unión entre motor y compresor, puesto que estos dos elementos se unen por un eje común, sobre el cual va, en una parte montado el rotor del motor, y las partes móviles del compresor en la otra.

Los motores de todos los motocompresores herméticos son motores del tipo de “jaula de ardilla” que no incorporan, indistintamente a los motores eléctricos clásicos, ni carcasa, ni cojinetes ni dispositivos de enfriamiento de las bobinas. Los motores quedan pues, limitados a su parte activa, o sea un estator bobinado y un rotor de “jaula de ardilla”.

Las primeras materias utilizadas son:

Circuito magnético: chapas magnéticas al silicio.

Bobinados del estator: hilo de cobre aislado por una cubierta de esmalte sintético resistente a la acción de los fluidos frigoríficos R12, R22 y R502, y así mismo, a los diferentes ácidos y a un calentamiento prolongado.

Los aislamientos de las muecas, de materia plástica, deben tener un perfecto comportamiento mecánico, térmico y dieléctrico. Los demás aislantes empleados, así como las Calas entre fases han de ser de cartón especial. Los cables de salida deberán estar aislados en algodón puro y las cabezas de las bobinas sujetas con nailon.

El aluminio del rotor debe ser aluminio puro al 99.5%.

Los hilos de salida de las bobinas se empalman a un conector, permitiendo un conexionado perfecto y fácil a los bornes de condición de la corriente. En la figura 74 se muestra una placa de bornes de un compresor hermético.

2.4.-COMPRESORES DE TORNILLO

Estos compresores pertenecen a la clase de las máquinas volumétricas de tipo rotativo como los compresores de pistón giratorio. A estos compresores también se les conoce como compresores helicoidales y se dividen en dos subgrupos:

-los birrotores

-los monorrotos

En cada uno de estos subgrupos se emplea el mismo principio de compresión, aunque sean de tecnología muy diferente.

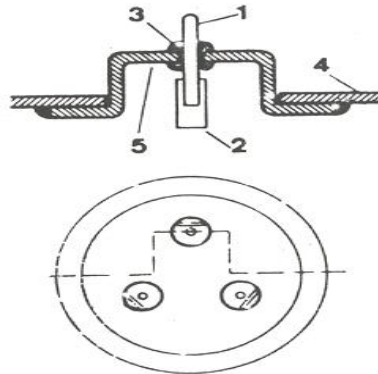
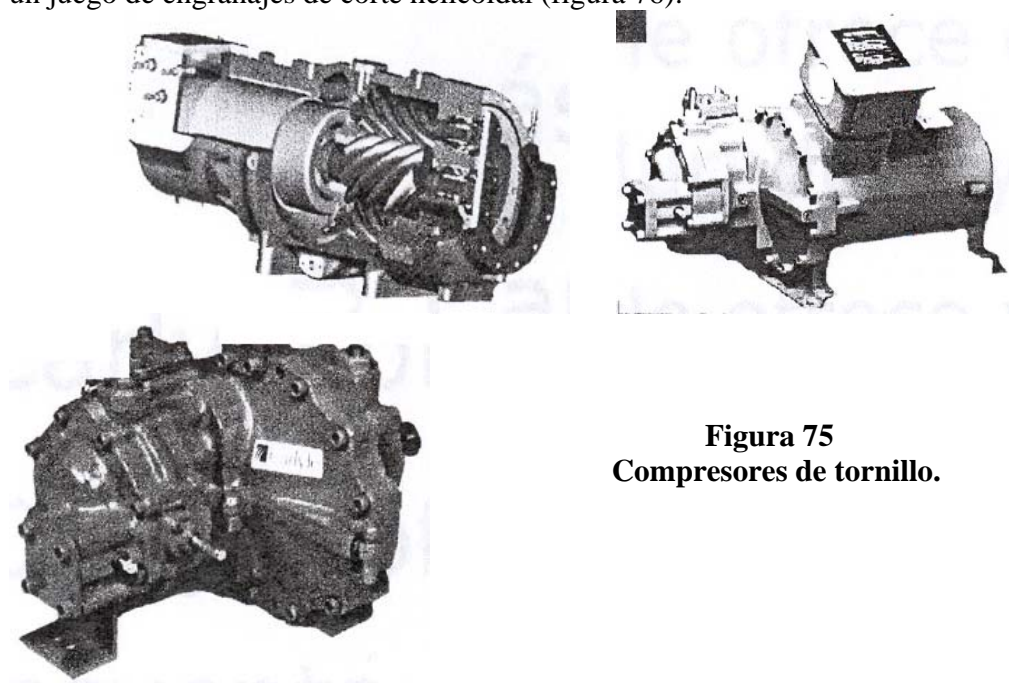


Figura 74 Placa de bornes.

Componentes: 1. Bornes de entrada de corriente, 2. Placa de conexión a los bobinados del motor, 3. Perlas de vidrio aislantes, 4. Carter del motocompresor, 5. Tapa de hierro de la placa de bornes.

Los compresores de tornillo (figura 75) son compresores rotativos de espacio variable, y deben su nombre al mecanizado del rotor que se asemeja a un juego de engranajes de corte helicoidal (figura 76).



**Figura 75
Compresores de tornillo.**

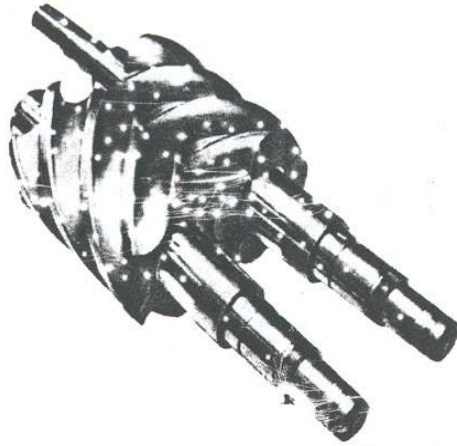


Figura 76 Rotores de un compresor de tornillo.

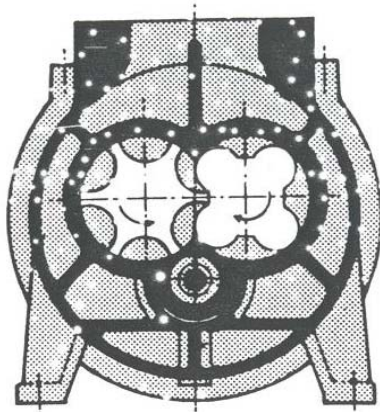


Figura 77 Rotación de los rotores birrotor de tornillo (York) de un compresor birrotor

2.4.1-COMPRESORES BIRROTORES

Su diseño de estos compresores es el siguiente: en un carter de fundición de alta resistencia se alojan dos rotores helicoidales del mismo diámetro exterior, o de diámetros diferentes, mecanizados con precisión y llamados rotor macho y rotor hembra.

El rotor macho posee cuatro hileras o lóbulos que engranan dentro de las seis gargantas o canales del rotor hembra; el accionamiento puede efectuarse por el rotor macho o por el rotor hembra, hallándose el otro rotor accionado por el primero, y siendo los sentidos de giro los indicados (figura 77).

2.4.2-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La variación del volumen ocupado por el fluido que debe comprimirse se obtiene merced al desplazamiento relativo de dos rotores en el interior de un cilindro de forma apropiada.

Los dos rotores tienen perfiles que se conjugan, uno formando los lóbulos (rotor macho) y el otro, los alvéolos (rotor hembra).

Durante la rotación, el contacto de los perfiles se desplaza a lo largo del eje de la máquina, creando así una descarga axial del fluido comprimido dentro de un alveolo por el lóbulo correspondiente.

El alveolo juega, muy aproximadamente el papel de un cilindro cuyo volumen se reduce progresivamente en su lado delantero, mientras que el lóbulo realiza la función del pistón hasta que la rotación lo lleva frente a la boca de descarga permitiendo que el fluido comprimido se escape por la tubería de descarga.

En la figura 78 y 79 se muestra el principio de funcionamiento de los compresores de tornillo. Debe hacerse notar que los compresores de tornillo no tienen válvulas tanto de descarga como de aspiración.

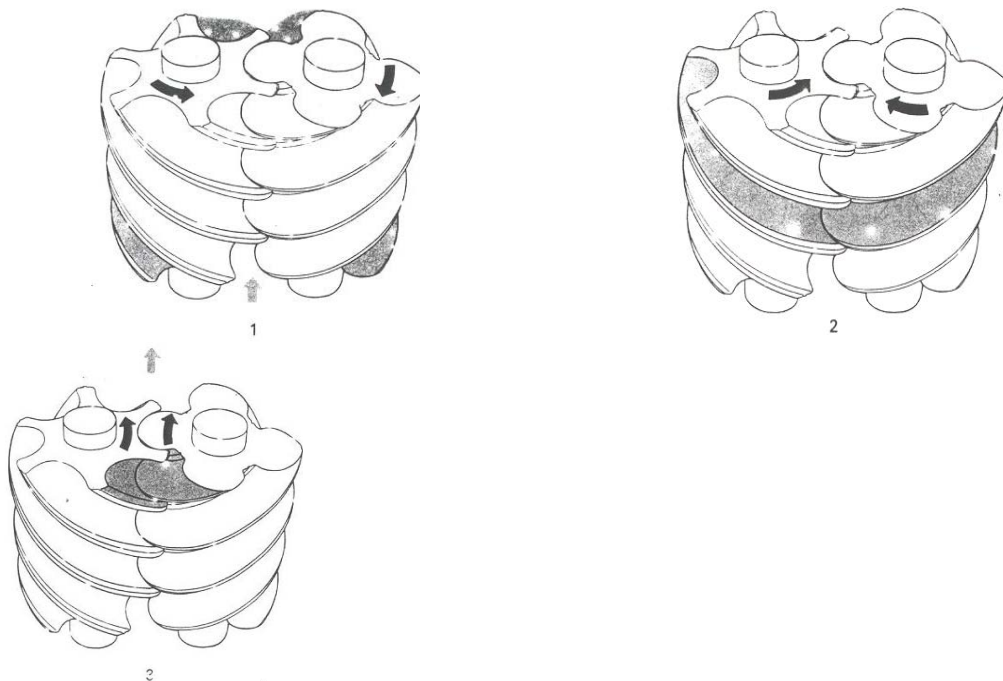


Figura 78 Principio de funcionamiento de compresores birrotores

1. Aspiración

Debido al giro de los rotores, el gas es aspirado a través del orificio de admisión, llenando los espacios entre lóbulos. Estos espacios aumentan con la rotación, hasta su completo desarrollo. Al terminar de llenarse dichos espacios

entre lóbulos, se cierra la aspiración y se termina la fase de aspiración con una cantidad de gas encerrado en el compresor.

2. Compresión

Continúa la rotación reduciendo el espacio entre lóbulos y disminuyendo el volumen de gas almacenado, con lo que se produce el aumento de la presión.

3. Descarga

En determinada posición de los rotores, el gas comprimido alcanza el orificio de salida y se inicia la fase de descarga, que continúa hasta la evacuación completa del gas.

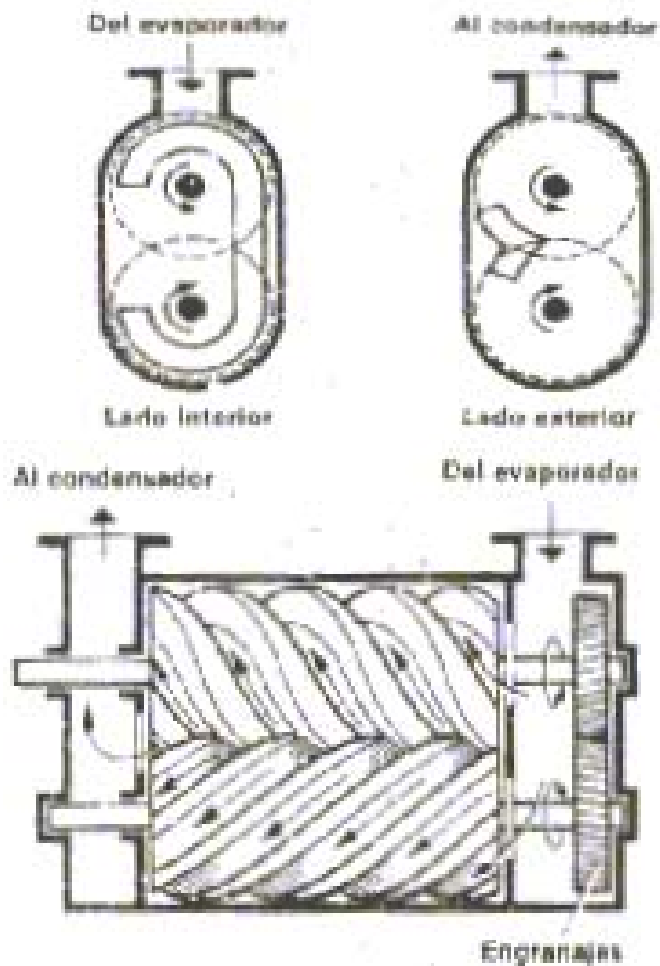


Figura 79 Principio de funcionamiento y un compresor de tornillo.

En la figura 80 se muestra como pasa el gas a través de los rotores y en la figura 94 se muestra cuanto alcanza a comprimir el compresor de tornillo.

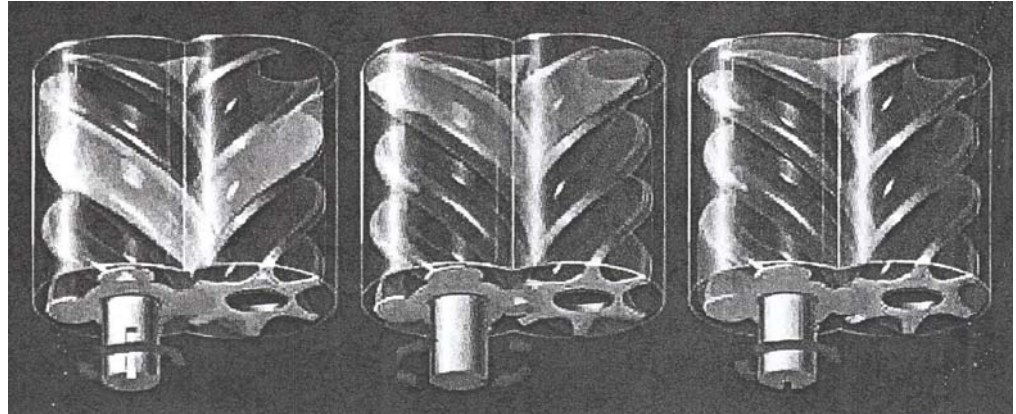


Figura 80 Paso de gas en los rotores.

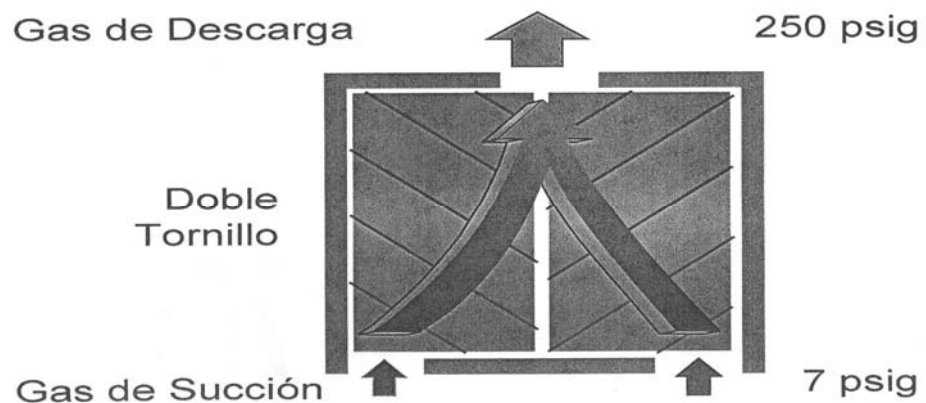


Figura 81 Presión del refrigerante.

2.4.3-TIPOS DE COMPRESORES BIRROTORES

Como ya se ha visto antes en los compresores reciprocantes sobre sus tres tipos de compresores: abiertos, semi-herméticos y herméticos; en los compresores de tornillo también existen compresores abiertos, semi-herméticos y herméticos; que tienen el mismo principio del funcionamiento.

Los más usados actualmente son los compresores abiertos y semi-herméticos.

En la figura 82 se muestra un compresor abierto de tornillo su funcionamiento es igual que los otros compresores de tornillo; comprime a base de tornillos, pero su diseño de construcción es diferente.

En la figura 83 se muestra un compresor de tornillo abierto con vista interior.

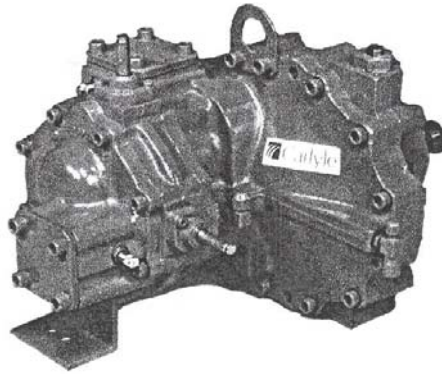


Figura 82 Compresor de tornillo abierto (Carrier)

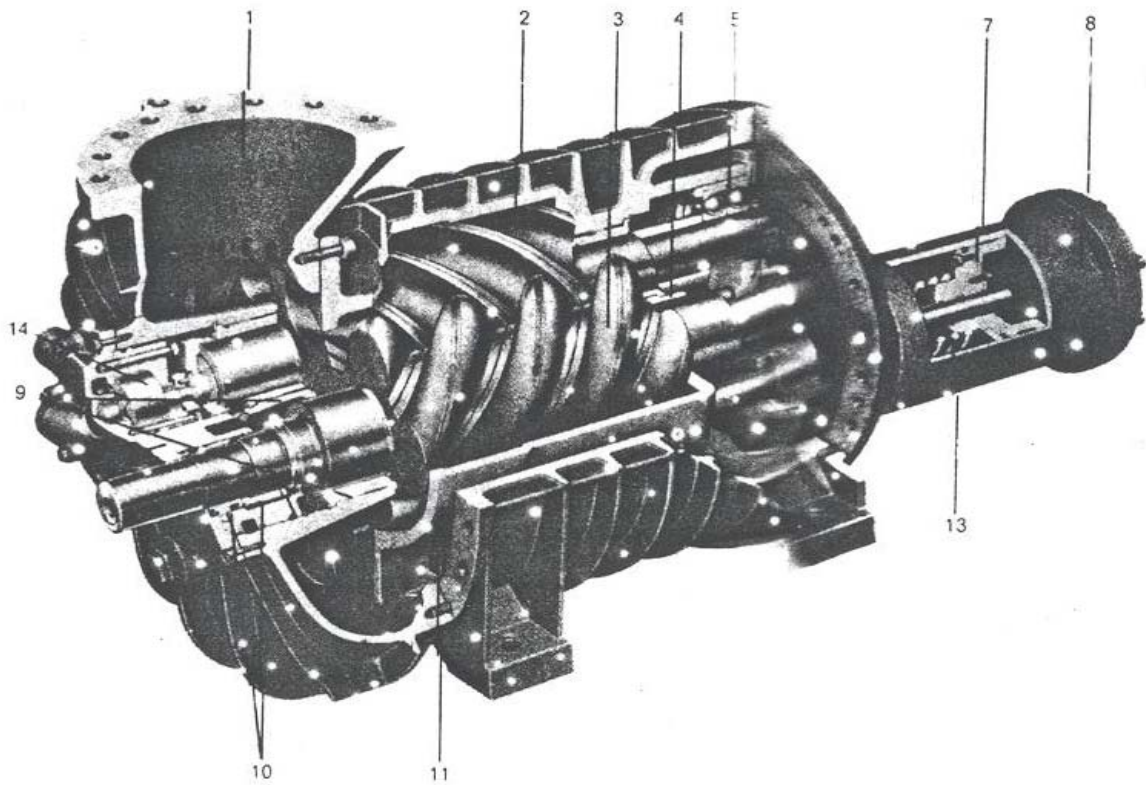


Figura 83 Compresor abierto de tornillo con vista interior.

Componentes: 1. Aspiración, 2. Rotor hembra, 3. Rotor primario macho, 4. Cojinete liso, 5. Cojinete axial, 7. Pistón de mando con distribuidor de regulación, 8. Cilindro de regulación, 9. Cojinetes, 10. Sello de estanqueidad, 11. Retornó de los gases para regulación de la capacidad, 13. Resorte de retorno, 14. Bomba de aceite.

En la figura 84 se muestra un compresor semi-hermético de tornillo con vista exterior y en la figura 85 se muestra un compresor semi-hermético de tornillo con vista interior y sus componentes.

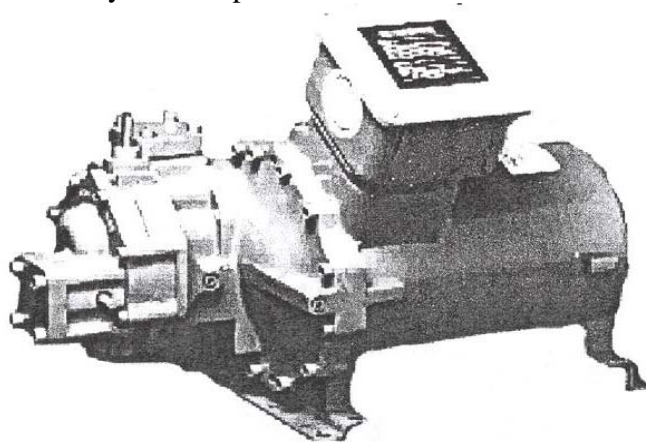


Figura 84 Compresor semi-hermético de tornillo (Carrier).

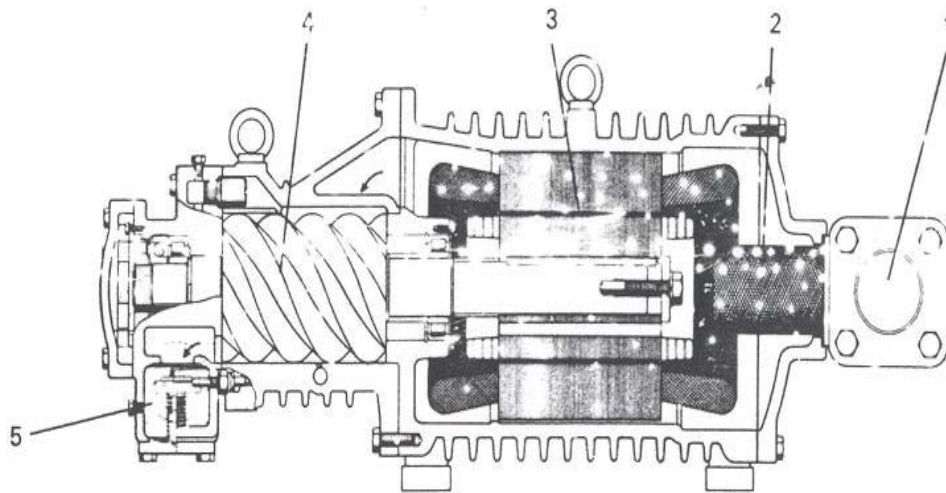


Figura 85 Compresor de tornillo semi hermético con vista interior.

Componentes: 1. Orificio de aspiración, 2. Filtro de aspiración, 3. Motor eléctrico, 4. Tornillo, 5. Orificio de descarga.

Ahora se señalarán algunas particularidades del compresor hermético de tornillo (figura 86). Se trata de un compresor vertical que contiene un 20% menos de piezas que un compresor de pistón:

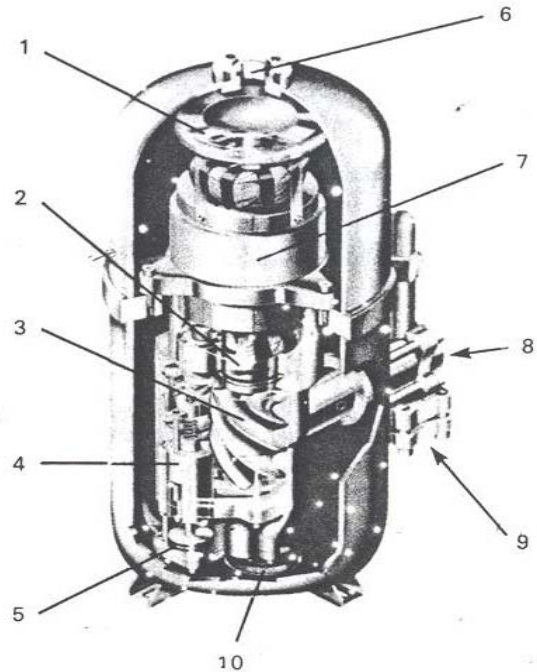


Figura 86 Compresor de tornillo hermético.

Componentes de la figura 86: 1. Deflector de aceite, 2. Cojinete principal, 3. Tornillo, 4. Válvula deslizante, 5. Pistón de reducción de potencia, 6. Orificio de descarga, 7. Cubierta del motor, 8. Válvula-grifo de aspiración, 9. Orificio de aspiración, 10. Filtro de aceite.

Particularidades:

-No incorpora bomba de aceite; este, que se halla depositado en la parte baja del carter, se distribuye para la lubricación y la reducción de potencia por la presión de condensación (el carter se halla bajo la presión de descarga):

-Un separador de aceite interno: la separación del aceite se obtiene bajo el efecto de la fuerza centrífuga y de un deflector especial interno (1);

-Enfriamiento del aceite por inyección de fluido frigorífico al punto óptimo en el transcurso de la compresión;

-El control del nivel de aceite se efectúa por un flotador magnético;

-La temperatura del aceite se controla por un sensor de temperatura;

-La regulación de la potencia frigorífica se lleva a cabo a través de un dispositivo (4) mandado por el pistón (5);

-El motor se encuentra protegido térmicamente por sensores de temperatura en cada bobina, sistema similar al empleado en los compresores herméticos y semi herméticos de pistón.

2.4.4-NUEVOS COMPRESORES DE TORNILLO BIRROTORES

Los compresores de tornillo han ido evolucionando actualmente y se usan para sistemas comerciales e industriales; en la figura 87 se muestra un sistema de refrigeración con un compresor de tornillo. Y en la figura 88 se muestran los nuevos compresores de tornillo birrotores que han salido actualmente; estas compresores alcanzan mayor potencia de compresión y son muy efectivos en corriente alterna.

Tornillo - Sistema de Refrigeración

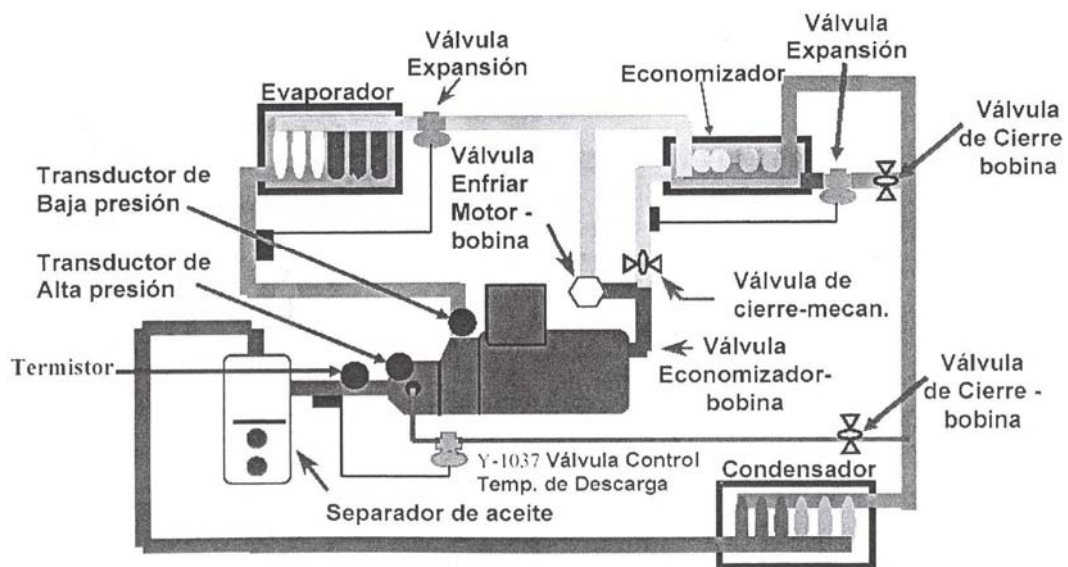


Figura 87 Sistema de refrigeración con compresor de tornillo (Carrier).

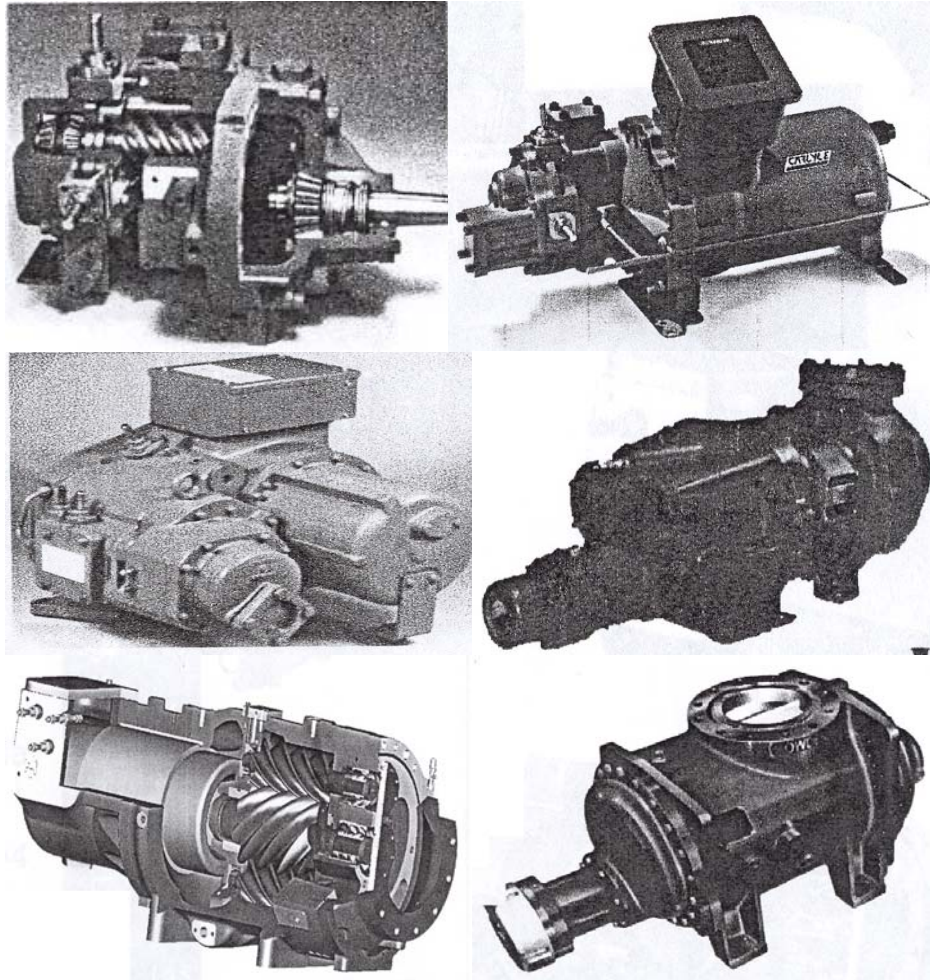


Figura 88 Nuevos compresores de tornillo (Carrier).

2.4.5-COMPRESORES MONORROTORES

Este compresor se compone de un rotor cilíndrico ranurado helicoidalmente en su núcleo y de dos piñones satélites opuestos y situados en el plano del eje del rotor.

Rotor y piñones van alojados en un carter estancó. El rotor gira con muy poco juego en el interior de un cuerpo cilíndrico mecanizado en el carter. En este cuerpo, hay dos alojamientos en cuyo interior giran los piñones; el rotor viene accionado desde el exterior y los piñones libres son puestos en rotación por el rotor.

2.4.6-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR MONORROTOR

La compresión y la transferencia del fluido se efectúan como en un compresor birrotor, sustituyéndose el rotor hembra por los dos piñones.

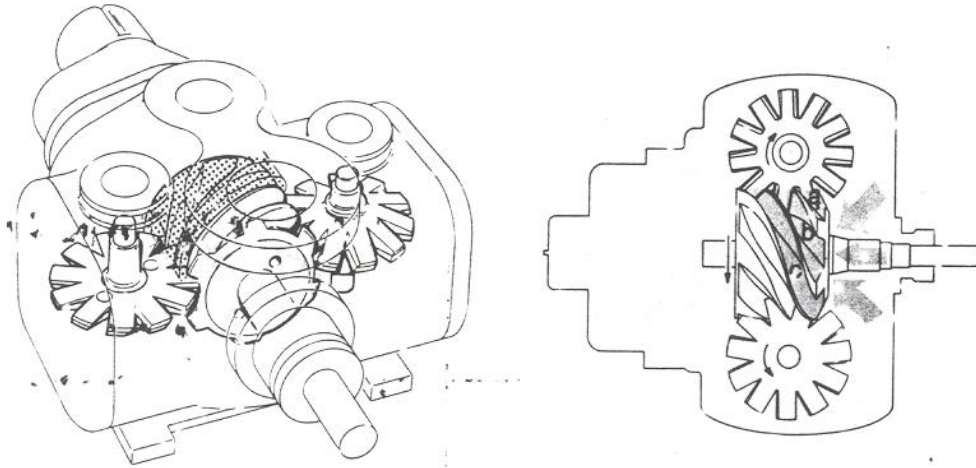


Figura 89 Compresor monorrotor (fase de aspiración).

Un diente de cada ranura emboca completamente su sección y, debido a su desplazamiento es la ranura, ésta aspira el fluido frigorífico (figura 89).

El espacio ofrecido al fluido es cada vez más reducido y se encuentra comprimido hasta que llega al extremo de la ranura que entonces comunica con un orificio de descarga. En la figura 90 se muestra el principio de funcionamiento de los compresores monorrotos.

1. Aspiración

El gas llena las ranuras del rotor antes de su engrane con los dientes del satélite A

2. Compresión

A medida que se efectúa el giro, el gas queda retenido prisionero en el espacio formado entre las ranuras del rotor, el carter y los dientes del satélite. Siguiendo el giro del rotor disminuye el volumen dentro de las ranuras y se comprime el gas.

3. Descarga

Cuando se ha alcanzado el punto de máxima compresión, se abre un orificio de escape y todo el gas se expulsa de las ranuras del rotor.

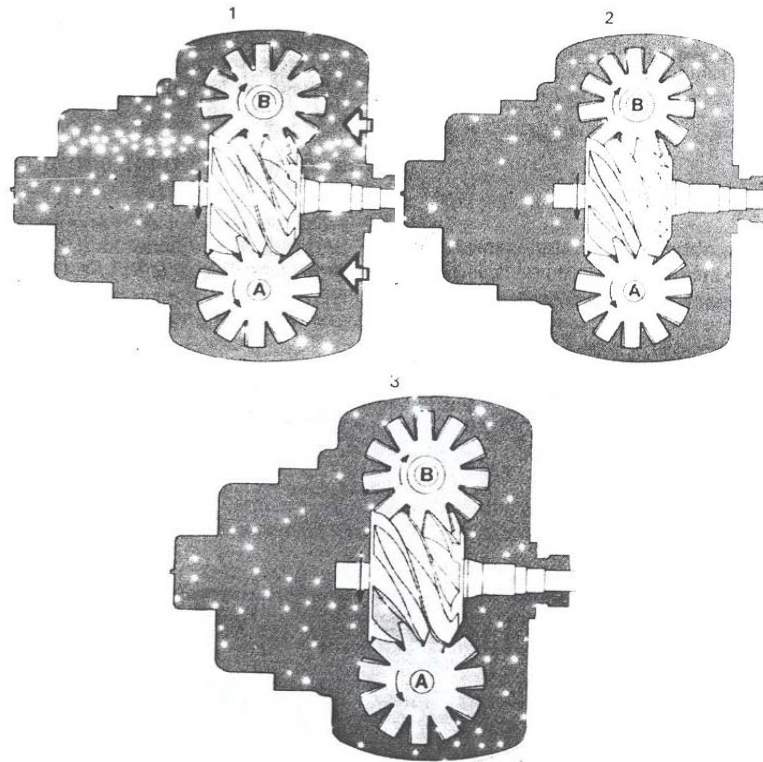


Figura 90 Principio de funcionamiento de los compresores monorrotores.

2.4.7-COMPRESORES DE ESPIRAS

El compresor de espiras emplea dos piezas en forma de espiral, una fija y la otra móvil. El centro de rotación de la espira móvil está decalada en relación con el de la espira fija (figura 91), con un valor llamado de radio orbital que permite compresión volumétrica de los vapores aspirados.

Estas dos espirales se mantienen entre dos placas (figura 92), moviéndose en posiciones que permiten alcanzar la capacidad máxima de aspiración. El perfil de las dos espiras es de tal forma que permite que la espira móvil gire sin rozar sobre la espira fija.

Componentes de la figura 92: 1. Espira giratoria, 2. Espira fija, 3. Orificios de aspiración, 4. Cámara de compresión, 5. Vapores en curso de compresión, 6. Orificio de descarga, 7. Manguito de acoplamiento: motor / espira giratoria.

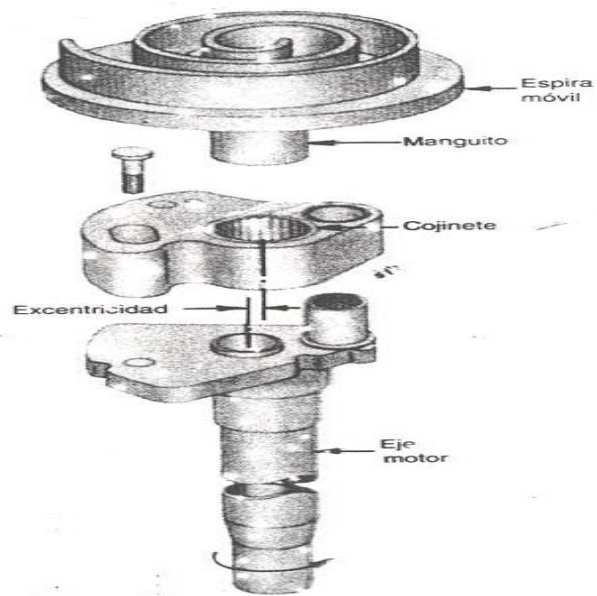
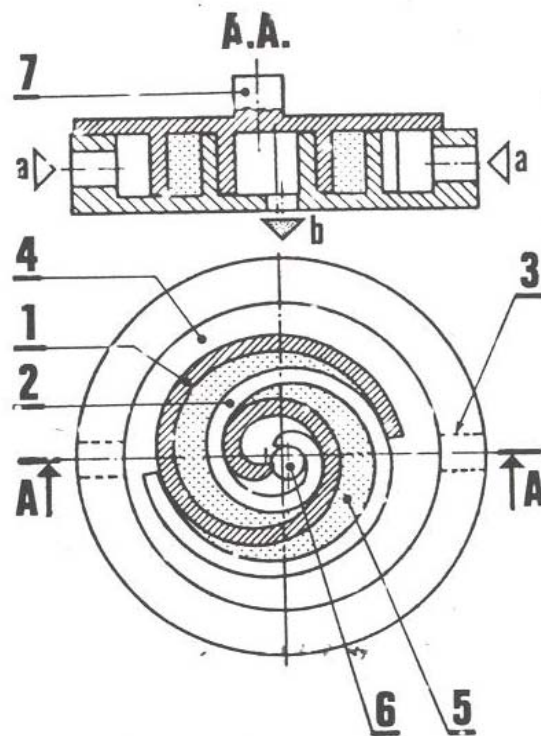


Figura 91 Espira (Trane).



a: Aspiración de los vapores
 b: Descarga de los vapores

Figura 92 Espiras

2.4.8-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL COMPRESOR DE ESPIRAS

Ciclo de admisión, por la rotación del eje del motor, las paredes de las dos espiras se separan permitiendo de esta forma la admisión de gas (figura 93). Al final de este primer ciclo, las paredes vuelven a ponerse en contacto, formando entonces bolsas de gas estancas (estado I). En la figura 94 se muestran unos tipos de espiras de estos compresores; en la figura 95 se muestra un compresor de scroll de Maneurop y en la figura 96 se muestra un compresor de scroll de Carrier.

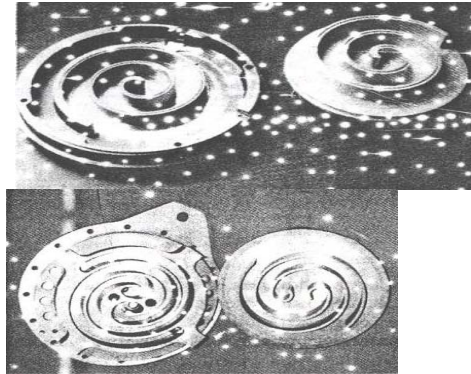


Figura 93 Espiras.

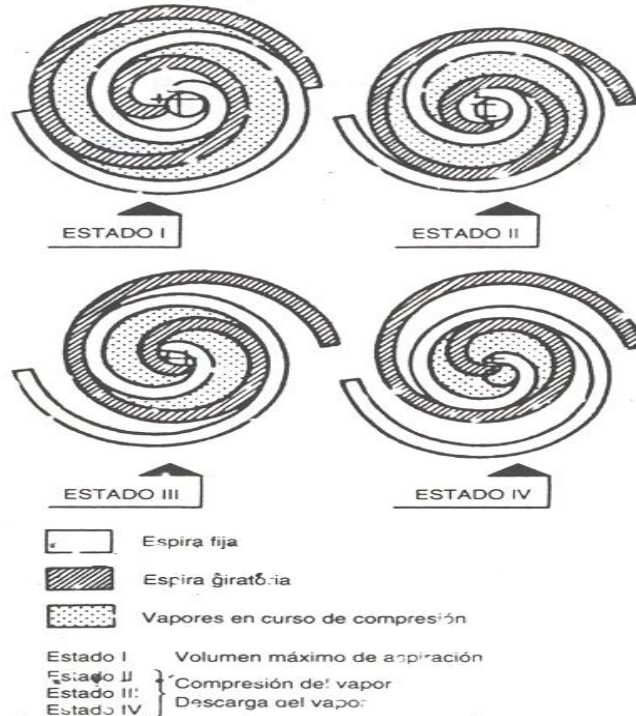


Figura 94 Principio de funcionamiento de compresor de espiras.

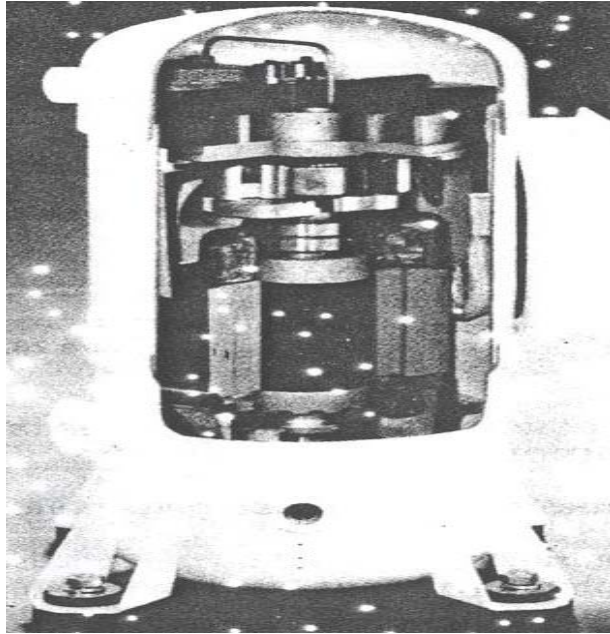


Figura 95 Compresor scroll (Maneurop).

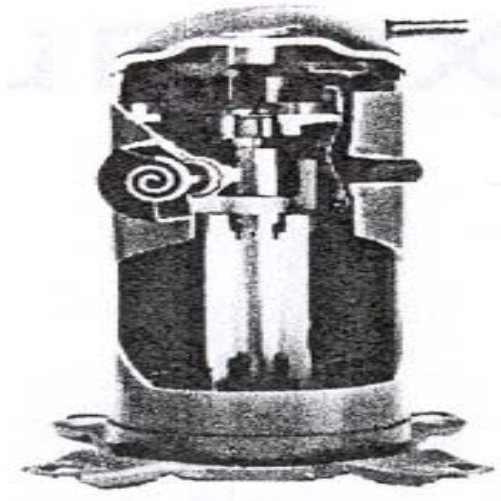


Figura 96 Compresor scroll (Carrier).

CAPITULO III

MANTENIMIENTO A COMPRESORES RECIPROCANTES HERMETICOS

3.1.-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Como ya aviamos visto antes el compresor reciprocante hermético va unido por dos partes soldadas con planta eléctrica y es muy usado para aplicaciones domesticas en los refrigeradores; su principio de funcionamiento es el siguiente:

Cuando el refrigerante que viene del evaporador se acerca al compresor, el refrigerante a baja presión entra en la cubierta por conducto de una línea de succión que llega hasta el bloque del cilindro y llena casi por completo el cilindro; cuando el pistón comienza su curso hacia arriba, el gas situado sobre el comienza a comprimirse, la válvula de succión se cierra; y del refrigerante se comprime y se genera una presión más elevada, a medida que el pistón se acerca la parte superior de su recorrido, la presión hace que la válvula de descarga se abra; el gas caliente es descargado por el cilindro y pasa por un amortiguador, el cual reduce los niveles de ruido y el martilleo; y el gas a alta presión es descargado hacia el condensador, repitiéndose nuevamente el ciclo.

3.2.-MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Este mantenimiento es uno de los más importantes que se debe llevar a cabo, este mantenimiento consiste en adelantarse a las futuras fallas de los equipos o este caso de los compresores, para que tengan más tiempo de vida y funcionen bien.

Un ejemplo de mantenimiento predictivo seria; que si un sistema de refrigeración sencillo no se le pusiera un filtro deshidratador al hora de cambiar el compresor entraría humedad en el sistema; y esta humedad nos puede ocasionar varios problemas; se podría formar un tapón en el evaporador o dañar el compresor; en cambio si nos antecedemos, que va ocurrir este problema y colocamos un filtro deshidratador para retirar toda la humedad el sistema va a trabajar bien y se evitan otros gastos o tiempo.

3.2.1-MANTENIMIENTO PREDICTIVO EN EL SISTEMA ELECTRICO DEL COMPRESOR HERMETICO

Los devanados del motor están expuestos en forma directa al gas refrigerante frío (figura 1); estos devanados deben estar aislados totalmente; de estos devanados salen las conexiones eléctricas que se llevan a cabo por terminales que van fundidas en el acero; este paso de las conexiones debe ser estanco para evitar fugas de refrigerante. Se emplea una placa de bornes para lograr la estanqueidad al fluido, se logra por medio de una soldadura eléctrica de la tapa de la caja de bornes sobre la envolvente del compresor, y el aislamiento eléctrico, por medio de perlas de vidrio (revestimiento cerámico),

quedando así totalmente independiente los bornes de conexiones y la caja soldada sobre la envolvente (figura 2).

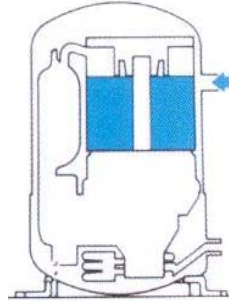


Figura 1 Devanados enfriados por gas refrigerante.

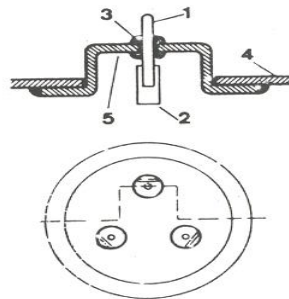


Figura 2 Placa de bornes gas refrigerante.

Componentes de la figura 114: 1. Bornes de entrada de corriente, 2. Placa de conexiones a los bobinados del motor, 3. Perlas de vidrio aislantes, 4. Carter del compresor, 5. Tapa de hierro de la placa de bornes.

3.2.2-PROTECTOR TERMICO

Puesto que los compresores herméticos en ocasiones tienen que soportar grandes variaciones en la carga durante periodos prolongados, deberá establecerse un dispositivo de sobrecarga térmica bimetalica (protector térmico) en el devanado del estator para desconectar el motor cuando su temperatura se eleve peligrosamente, como consecuencia de una sobrecarga térmica o eléctrica.

3.2.3-RELEVADORES

Un relevador consiste en un juego de contactos junto con un mecanismo de bobina magnética que controla la posición del contacto. Un relevador dado puede tener de 1 a 5 o más juegos de contactos.

Cuando la bobina es activada los contactos cierran o abren varios circuitos según se desee; un relevador puede utilizarse para controlar una carga de gran intensidad por medio de un circuito piloto, para permitir la combinación de controles de circuitos separados para cualquier aplicación en donde se requiera un control a distancia.

La mayoría de los relevadores son de tipo potencial y actúan cuando es energizada su bobina con el voltaje apropiado; los relevadores de corriente son accionados por un flujo suficiente de corriente a través de la bobina del relevador y se utilizan normalmente cuando se desea cerrar o abrir un circuito con un gran cambio de corriente. Estos se utilizan en los circuitos de arranque de motores monofásicos (herméticos) y en ocasiones en circuitos de seguridad.

Un relevador de impedancia es similar a un relevador potencial normal a excepción de que la bobina está devanada de modo que opone mucha resistencia al paso de corriente; cuando se colocan en paralelo con un relevador normal, la elevada impedancia (resistencia) del relevador desvía la corriente hacia el circuito normal y la bobina de impedancia quedará inactiva.

En caso de que se abra el circuito normal y la corriente deba pasar a través del relevador de impedancia, la bobina de este se activará y entrará en funcionamiento; la caída del voltaje a través de la bobina del relevador es tan grande que otras bobinas magnéticas instaladas en serie con la bobina de impedancia quedarán inactivas dada la reducida tensión resultante. Los relevadores de impedancia se utilizan para circuitos de restablecimiento manual por seguridad en el caso de que se dispare el protector del compresor.

3.2.4-CONDENSADORES (CAPACITORES)

Un condensador eléctrico es un dispositivo que almacena energía eléctrica. Estos se utilizan en los motores eléctricos, básicamente para desplazar la fase de la corriente que pasa a través del devanado de arranque; aunque un estudio detallado de la teoría eléctrica se aparta del objeto, puede decirse que los condensadores en un motor proporcionan par de arranque, mejoran las características de funcionamiento, la eficiencia, y mejoran el factor de potencia.

La cantidad de energía eléctrica que soportará un condensador depende del voltaje que se aplique, si el voltaje se aumenta, la cantidad de energía eléctrica almacenada en el condensador aumenta. La capacidad de un condensador se expresa en microfaradios (MFD) y depende del tamaño y construcción del condensador.

Los condensadores de funcionamiento no deben someterse a voltajes que excedan de él 110% de su capacidad nominal, y los condensadores de arranque no deben someterse a voltajes que excedan del 130% de su capacidad nominal,

el voltaje a que está sometido un condensador no es voltaje de la línea sino un potencial muy superior (frecuentemente llamado fuerza electromotriz) que se genera en el devanado de arranque. En un motor de 230 voltios el voltaje generado puede alcanzar los 450 voltios y se determina mediante las características del devanado de arranque, la velocidad del compresor y el voltaje aplicado.

Los condensadores ya sean de arranque o funcionamiento, pueden conectarse tanto en serie como en paralelo para proporcionar las características deseadas; si dos condensadores de la misma capacidad se conectan en serie, la capacitancia resultante es de $\frac{1}{2}$ de la capacitancia nominal de un solo condensador.

La capacidad de voltaje de condensadores similares conectados en serie es igual a la suma del voltaje de los dos condensadores; sin embargo, puesto que el voltaje a través de condensadores individuales, conectados en serie variara con la capacidad del condensador, se recomienda que para las sustituciones de emergencia, se conecten en serie únicamente condensadores de voltaje y capacitancia similar, con el fin de evitar el posible deterioro debido a un voltaje que rebasa los límites del condensador.

Cuando los condensadores se conectan en paralelo su capacidad en microfaradios es igual a la suma de las capacidades individuales, la capacidad de voltaje es la del menor de ellos. En la figura 3 se muestra un circuito eléctrico de un compresor conectando un protector térmico, un relevador y un condensador de arranque.

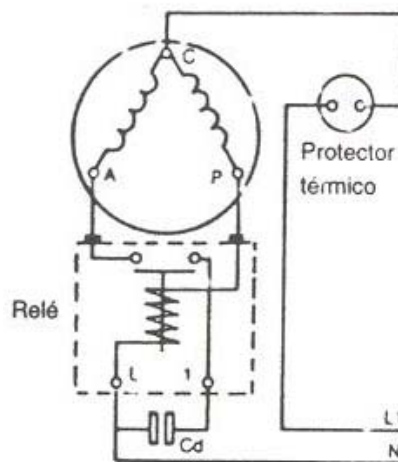


Figura 3 Circuito eléctrico de un motor monofásico empleando: protector térmico, rele (relevador) y condensador de arranque (cd); C: común de los devanados, A: bobinado auxiliar, P: bobinado principal, L1: línea eléctrica, N: neutro.

3.2.5-TERMOSTATOS

Un termostato actúa para conectar o interrumpir un circuito en respuesta a un cambio en temperatura, en este caso para parar el compresor cuando se alcance la temperatura deseada.

Existen numerosos tipos de termostatos que van desde un simple interruptor bimetalico o interruptores múltiples que actúan con la señal de bulbos sensibles remotos; los termostatos pueden tener un punto de control fijo o bien pueden ser ajustables.

Normalmente un termostato de refrigeración cerrará su circuito con una elevación de la temperatura y lo interrumpirá con un descenso de esta, mientras que un termostato de calefacción cerrará su circuito con un descenso de la temperatura y lo interrumpirá con una elevación.

En la figura 4 se muestra un termostato universal; el rango de temperatura es de 30°C a -30°C, y se utiliza para cámaras, enfriadores de refrescos, vitrinas y unidades de aire acondicionado.

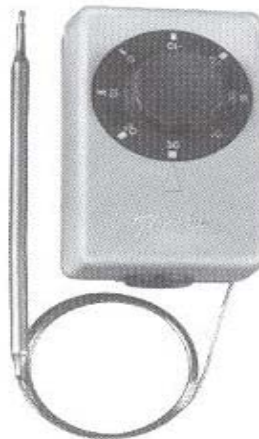


Figura 4 Termostato universal (Danfuss).

3.2.6-RELOJES PARA DESCONGELACION (TIMER)

Frecuentemente es deseable detener el funcionamiento del compresor durante cierto periodo de tiempo para permitir la descongelación. Con el fin de asegurar que esto se lleve a cabo de modo regular y en el momento adecuado, puede utilizarse un reloj (figura 5) para que abra o cierre los circuitos a intervalos de tiempo predeterminados. Se fabrican relojes para ciclos de 24 horas y de 7 días, pudiendo ajustarse, según se desee, el intervalo de descongelación y el momento de comienzo y finalización de este.

Normalmente se utilizan diversos tipos de circuitos de control de descongelación, tales como momento de comienzo, momento de terminación; momento de comienzo, temperatura de terminación; o momento de comienzo, presión de terminación.

Normalmente en los circuitos con finalización por presión o temperatura se fija una finalización de tiempo límite en el caso de que el ciclo de descongelación, por cualquier razón, se prolongue anormalmente.

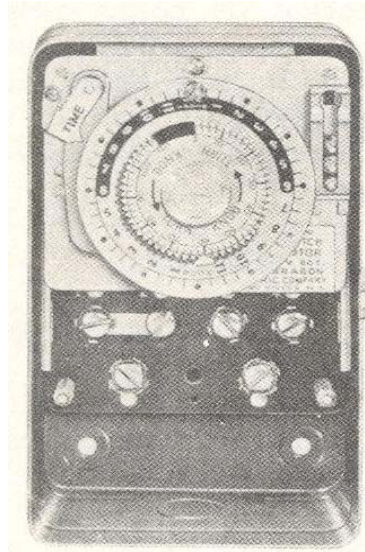


Figura 5 Reloj para descongelación (timer).

3.2.7-TERMOSENSOR

El termosensor es un termostato de reacción rápida incrustado en los devanados del motor, y es sensible a la temperatura del motor.

Su capacidad conductora de corriente limita su empleo a la protección de circuito piloto, sin embargo por el hecho de su rápida respuesta, proporciona protección contra el sobrecalentamiento en condiciones de rotor frenado, así como en condiciones de funcionamiento. Por consiguiente, éste puede utilizarse con un contactor sin dispositivos protectores externos sensibles a la corriente, de lo que resulta un circuito de control simplificado.

3.2.8-CONTROLES DE BAJA Y ALTA PRESION (PRESOSTATOS)

Un control de baja presión actúa con la presión de succión del refrigerante y normalmente se utiliza para regular el ciclo del compresor con el fin de controlar la capacidad, o como control límite de baja presión. El control de baja presión se utiliza frecuentemente como único control en pequeños

sistemas, que pueden tolerar ciertas fluctuaciones en la temperatura que ha de mantenerse. El control de baja presión estándar cierra del circuito al subir la presión y lo interrumpe al descender esta.

Un control de alta presión es sensible a la presión de descarga del compresor, y normalmente se utiliza para parar al compresor en el caso de que exista una presión excesiva.

Deberá utilizarse el control adecuado de alta presión para el tipo de refrigerante del sistema, puesto que el límite de presión permisible varía según los diferentes refrigerantes. Un control de alta presión cierra un contacto al bajar la presión y lo abre con un aumento de la misma.

Un control de alta y de baja presión (figura 6) está compuesto de un control de baja presión y otro de alta presión montados en una misma caja y con un solo interruptor accionado por cualquiera de ellos.

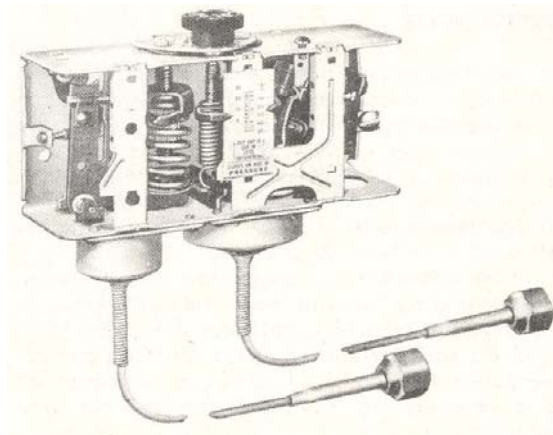


Figura 6 Control de alta y baja presión (presostato compuesto).

3.2.9-CONTACTORES Y ARRANCADORES

Un contactor es un dispositivo a través del cual pasa la corriente de carga, y que abre y cierra el circuito para poner en funcionamiento o detener el motor del compresor. Un arrancador es meramente un contactor con elementos protectores del motor montados en la misma caja.

En los motores monofásicos hasta de 3 HP la corriente del motor es lo suficientemente baja para ser conducida por los contactos del termostato o del control de presión, no siendo necesario un contactor separado.

A medida que aumenta la potencia del motor, el consumo de amperaje aumenta; por lo que la corriente del motor debe ser conducida a través de los contactos de un arrancador o de un contactor, mientras que el control abre y cierra un circuito piloto que energiza la bobina del contactor.

Para los motores de compresores cuyo consumo de energía sea tal que se precisen contactores, es esencial que estos sean seleccionados adecuadamente para la carga. La capacidad del contactor para el amperaje de carga plena y el amperaje de arranque debe ser superior a la capacidad indicada en la placa de identificación del compresor, mas la capacidad indicada en la placa de identificación de ventiladores u otros accesorios que estén conectados a través del mismo contactor.

Dado que los contactores del compresor frecuentemente están sujetos a una rápida repetición de ciclo, los contactos deben ser lo suficientemente grandes para que disipen el calor satisfactoriamente, con el fin de evitar el calentamiento del contactor. El calentamiento de los contactores puede causar que se peguen los contactos, o que operen en una fase, causando una falla del motor aún cuando los protectores del motor se accionen y abran el circuito de control.

3.2.10-FUSIBLES

La mayoría de agencias de inspección eléctrica exigen actualmente que los motores de compresores de tipo herméticos se ajusten a la capacidad máxima del fusible que establece el código electrónico nacional. Este código establece la capacidad máxima del fusible a 225% de la corriente de carga total del motor y se considera corriente de carga total al amperaje indicado en la placa de identificación del moto-compresor, a menos que esta capacidad sea sustituida por otra que figura en la placa de identificación de la unidad.

Por el hecho de que el protector del motor puede tardar en dispararse hasta 17 segundos en caso de que el compresor no arranque, es probable que un fusible del tipo normal o interruptor de circuito, calibrados a base del 225% de la corriente de carga total, pueda interrumpir el circuito antes de que se dispare el protector del compresor, puesto que la corriente de rotor frenado del motor puede ser de 400% al 500% del amperaje de la placa de identificación.

3.2.11-MANTENIMIENTO PREDICTIVO AL SISTEMA MECANICO DEL COMPRESOR HERMETICO

Hay varios componentes mecánicos que tienen diferentes funciones para proteger el sistema o el compresor y nos sirven para que el compresor trabaje en óptimas condiciones.

3.2.12-ELIMINADORES DE VIBRACION

Estos antivibradores (figura 7) se usan con el fin de evitar la transmisión de ruido y vibración procedente del compresor a través de las tuberías de refrigeración, se instalan tanto en la línea de succión como en la de descarga.

Se emplean en pequeñas unidades, en donde se emplea tubería de cobre blanda de pequeño diámetro, para las líneas de refrigeración. En compresores de mayor potencia se utiliza un conducto metálico flexible.

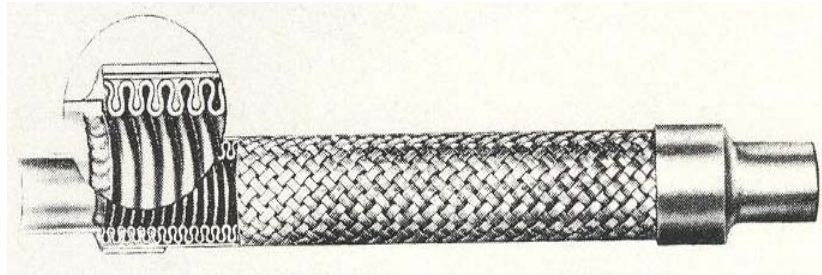


Figura 7 Eliminador metálico de vibración.

3.2.13-MANOMETROS DE REFRIGERACION

Los manómetros (figura 8), calibrados en forma especial se emplean para la refrigeración, constituyen la herramienta principal del mecánico.

Los manómetros para el lado de alta presión del sistema tienen escalas con lecturas desde 0 a 21 kg./cm² (0 a 300 libras por pulgada cuadrada) (o para usarse con presiones elevadas, de 0 a 28 kg/cm² o a 400 libras por pulgada cuadrada).

Los manómetros para la parte de baja presión se denominan manómetros compuestos, ya que la escala está graduada para presiones superiores a la presión atmosférica, en kg por cm² (libras por pulgada cuadrada), y para presiones por debajo de la presión atmosférica, en vacío en milímetros (pulgadas) de mercurio.

El manómetro compuesto este calibrado desde 762 milímetros (30 pulgadas) de vacío; adicionalmente las escalas de presiones se representan en la carátula de los manómetros, las temperaturas de saturación equivalentes para los refrigerantes normalmente utilizados.

Estos manómetros se utilizan para comprobar la carga del refrigerante en el sistema y verificar que no haya fugas en el sistema y que no se eleven las

presiones; estos manómetros van colocados, el manómetro compuesto en la línea de succión, y el manómetro de alta en la línea de descarga del compresor.

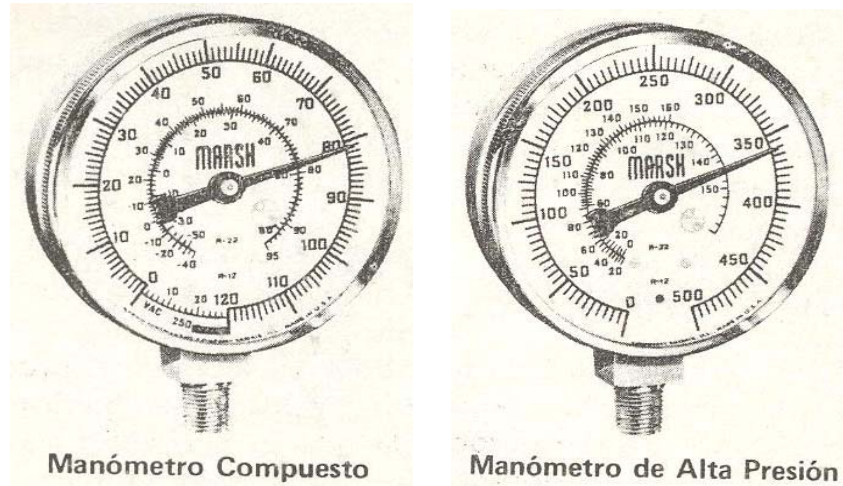


Figura 8 Manómetros de refrigeración,

3.2.14-VALVULAS DE ACCESO TIPO PIVOTE

Las válvulas de acceso tipo pivote (figura 9) cubren todo el rango de aplicaciones requeridas en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Están diseñadas para uso con los refrigerantes R-12, R-22, R-502, R-134a, R-404, aceites mineral PAG y POE. Ofrecen puertos de acceso a los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Las válvulas de acceso pueden instalarse en cualquier posición tanto en la línea de líquido como en la de succión para una carga rápida, checar presiones, purga o pruebas en el sistema y recuperación de refrigerante. Sus cuerpos están fabricados en barra rolada de latón. Todos los pivotes de las válvulas de acceso tienen un rango de presión de trabajo de 35 kg/cm² (500 psi), y un rango de temperatura de -40°C a 204°C (-40°F a 400°F).

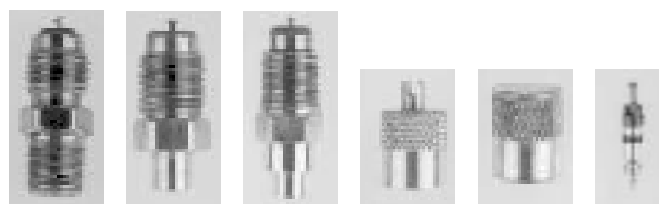


Figura 9 Válvulas de acceso tipo pivote

3.2.15-VALVULAS SOLENOIDES

En la mayoría de las aplicaciones de refrigeración es necesario abrir o detener el flujo en un circuito de refrigerante, para poder controlar automáticamente el flujo de fluidos en el sistema. Para este propósito, generalmente se utiliza una válvula solenoide (figura 10) operada eléctricamente. Su función básica es la misma que una válvula de paso operada manualmente; pero, siendo accionada eléctricamente, se puede instalar en lugares remotos y puede ser controlada convenientemente por interruptores eléctricos simples. Las Válvulas Solenoide pueden ser operadas por interruptores termostáticos.

Una Válvula Solenoide se compone de dos partes interdependientes: la válvula y la bobina solenoide. Este solenoide es un conductor eléctrico enrollado en espiral, en forma de bobina, alrededor de la superficie de forma cilíndrica. Cuando se hace pasar corriente eléctrica a través de la bobina, esta actúa como un electroimán poderoso, formando un campo magnético capaz de atraer hacia sí, un émbolo móvil de hierro, que es el vástago de la válvula para que pueda abrir.



Figura 10 Válvula Solenoide.

3.2.16-VALVULA TERMOSTATICA DE EXPANSION

La válvula termostática de expansión (figura 11), es el componente del sistema de refrigeración que:

- 1) Controla la alimentación de refrigerante líquido al evaporador en la proporción exacta a la capacidad de evaporación del evaporador.
- 2) Reduce la presión del líquido a efecto de que se pueda evaporar a baja temperatura, y
- 3) controla el sobrecalentamiento del gas en la salida.

La válvula de thermo expansión tiene tres funciones:

- 1) Reduce la presión del refrigerante líquido que entra al evaporador para que se evapore a baja temperatura y absorba calor (enfríe).
- 2) Controla el refrigerante que entra al evaporador para que haya líquido que evaporar, justo en toda su superficie de evaporación.
- 3) Controla el sobrecalentamiento del gas en la salida del evaporador, a fin de asegurar que dicho evaporador trabaja al 100% de su capacidad y no pase líquido al compresor.

Cada válvula lleva dentro de su bulbo el mismo refrigerante que tiene el sistema.



Figura 11 Válvula termostática de expansión.

3.2.17-VALVULAS DE PASO MANUALES

Las válvulas de paso manuales (figura 12), se utilizan con frecuencia en muchos sistemas de refrigeración y aire acondicionado, se utilizan de modo que puede aislarse algunas partes del sistema para hacer reparaciones o mantenimiento y no perder gas refrigerante.



Figura 12 Válvula de cierre manual.

3.2.18-TUBO CAPILAR

Los tubos capilares son muy utilizados para el control del refrigerante líquido en equipos unitarios pequeños tales como unidades paquete, equipos de refrigeración doméstica y vitrinas para refrigeración comercial.

Un tubo capilar es una longitud de tubo cuyo diámetro interno se mantiene dentro de tolerancias extremadamente pequeñas, este se emplea como un orificio fijo para desempeñar la misma función que la válvula de expansión, separando los lados de alta y baja presión del sistema y controlando la alimentación de refrigerante líquido.

Una de las principales ventajas del tubo capilar, en ciertos sistemas, consiste en el hecho de que el refrigerante continúa fluyendo al evaporador después de detenerse el compresor, igualando las presiones en los lados de alta y baja del sistema, lo que permite el empleo de motores de bajo par de arranque.

3.2.19-FILTROS DESHIDRATADORES

La humedad es uno de los enemigos básicos de un sistema de refrigeración o de aire acondicionado y el nivel de humedad debe ser mantenido al mínimo con el fin de evitar alteraciones en el funcionamiento del sistema o el deterioro del compresor.

Aun con las más extremadas precauciones, la humedad penetrara en un sistema en el momento en que este se abra para alguna reparación o mantenimiento. Con un deshidratador (figura 13) es la única forma efectiva para eliminar pequeñas cantidades de humedad; el filtro deshidratador esta constituido por una envoltura de acero o de cobre rellena con un secante o agente de secado provisto de un filtro de malla gruesa de un lado y de malla fina del otro lado.



Figura 13 Filtros deshidratadores de aplicación domestica.

3.2.20-INDICADOR DE HUMEDAD (MIRILLA)

El indicador de líquido y humedad de forja de latón, es un accesorio que previene al técnico visualmente, indicando si son adecuadas las condiciones que guarda el refrigerante en la línea de líquido, antes de la válvula de expansión; que esté totalmente líquido y que su nivel de sequedad sea aceptable.

Por su diseño, ofrece buena claridad en la visibilidad del líquido que pasa a través de él, a fin de asegurarse fácilmente que pasa únicamente líquido (sin burbujas). El centro del visor funciona como sensor del contenido de humedad en el refrigerante, por medio de la coloración que adquiere.

El indicador de líquido y humedad (figura 14) es de la más alta confiabilidad y sensibilidad para indicar los mínimos contenidos de humedad, que son altamente dañinos para el sistema de refrigeración.



Figura 14 Indicador de humedad.

3.3.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El mantenimiento preventivo consiste en prever las fallas en sistemas o compresores que a futuro nos pueden ocasionar serios problemas.

Este mantenimiento es muy necesario para que el compresor no presente fallas y tenga un mejor rendimiento. Básicamente el mantenimiento preventivo es dar limpieza a todo.

Como se sabe el mantenimiento preventivo a compresores herméticos es muy reducido ya que existe muy poca información.

3.3.1-CINTA AISLANTE

Para usarse como aislante en tuberías calientes o frías, en unidades de aire acondicionado comercial o residencial, unidades de refrigeración y aplicaciones similares. Detiene la condensación y escurrimiento. Se adhiere al metal y también es auto adherible para capas múltiples. No se reseca ni se agrieta. Puede utilizarse en un rango de temperatura de -29° a 70°C .

Esta cinta (figura 15) puede cortarse en pedazos o moldearse alrededor de las conexiones o en el tubo de succión del compresor para no perder temperatura y evitar que el compresor este trabajando constantemente. Condición Térmica: $1.6 \text{ BTU} / (\text{hr}) (\text{pie}^2) (^{\circ}\text{F}/\text{pulg})$.

Resistente al agua y vapor de agua, ácidos y bases leves, alcohol, álcalis, detergentes y cambios de temperatura.



Figura 15 Cinta aislante.

3.3.2-LIMPIEZA DE INTERRUPTORES Y CONTACTORES

El polvo es uno de los principales agentes más dañinos para los sistemas eléctricos y electrónicos.

Para este problema se han inventado productos que son muy buenos para combatir el polvo y así dar un mantenimiento preventivo mucho mejor; Emerson a sacado un producto que es muy bueno para este mantenimiento.

Limpia y protege equipo eléctrico y electrónico.

Y se usa en todo tipo de interruptores eléctricos, contactos, relevadores, arrancadores, conmutadores, etc., limpia y extiende la vida de componentes electromecánicos. Aplicado en intervalos regulares, previene fallas eléctricas y no es conductor de la corriente.

3.3.3-SUMARIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO AL COMPRESOR HERMETICO.

- Antes de empezar con el mantenimiento verificar que todo se encuentre totalmente apagado.
- Destapar la tapa de bornes del compresor y verificar que los componentes eléctricos se encuentren bien.
- Desmontar los componentes y dar una limpieza general a estos componentes, tratando de que no quede nada de polvo.
- Verificar si no hay cables rotos o quemados, en caso de que haya replazarlos.
- Conectar nuevamente todos los componentes tratando de que queden bien conectados.
- Dar una limpieza general a todos los componentes mecánicos.

- Checar el sistema eléctrico y observar si no hay cables flojos.
- Atornillar todo y apretar cables y zapatas.
- Dar una limpieza general al sistema eléctrico de preferencia con aire comprimido o con un líquido especial.
- Tapar todo nuevamente.
- Arrancar el sistema.
- Verificar si el compresor no hace ruidos extraños.
- Verificar si no hay fugas de refrigerante.

Este sumario nos ayudara a dar mantenimiento a un compresor hermético y que nuestro compresor tenga menos fallas y nuestro sistema funcione mejor.

3.4.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO A COMPRESORES HERMETICOS (RECONSTRUCCION)

Este mantenimiento consiste en corregir las fallas que ya estén presentes, por ejemplo el cambiar un compresor es un mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo depende mucho del mantenimiento predictivo y preventivo, si no se realizan bien estos dos mantenimientos el compresor tendrá fallas y ahí es donde entra el mantenimiento correctivo para corregir todas las fallas presentes.

En este mantenimiento se tiene que cortar el compresor por la mitad para identificar que piezas están afectadas para remplazarlas y así cumplir con este mantenimiento, sus refacciones son difíciles de conseguir por lo que muchas personas los consideran como desechables.

Estos compresores se abren regularmente con esmeriles o con un arco con segueta, sus piezas intercambiables son:

- *Pistón
- * Biela
- * Embobinados
- * Protector del motor
- * Válvulas de aspiración y descarga
- * Amortiguadores
- * Cigüeñal
- * Cojinetes
- * Rotor
- * Estator

Para hacer bien este mantenimiento se tienen que seguir los siguientes pasos:

- En caso de que el compresor no arranque, revisar si están bien conectadas las terminales del compresor y sus componentes eléctricos (relevador, capacitor y protector térmico), verificar si no se encuentra algún cable roto o algún falso.
- Verificar si no se encuentra alguna fuga en el sistema mecánico.
- En caso de que todo lo anterior se encuentre bien, arrancar el compresor directamente.
- Verificar si el compresor arranca; checar algún ruido extraño o algún sobrecalentamiento. Si el compresor no arranca checar con un amperímetro si los bornes dan continuidad, de no ser así alguno de los devanados se encuentra abierto.
- De presentarse alguna de las anomalías del punto anterior se procederá a cortar el compresor por la mitad con mucho cuidado.
- Una vez abierto el compresor verificar que piezas se encuentran dañadas y si es que se pueden intercambiar.
- Verificar el daño de las siguientes piezas: pistón desgastado, biela desgastada, embobinados quemados, protector del motor en mal estado, válvulas rotas, amortiguadores rotos, cigüeñal desgastado, cojinetes con señas de sobrecalentamiento, rotor y estator pegados.
- De encontrarse en mal estado algunas de las piezas del punto anterior remplazarlas teniendo cuidado de no afectar otras piezas.
- Acomodar todo y soldar el compresor con planta eléctrica
- Colocar el compresor de nuevo en el sistema.
- Poner nuevo aceite y cargar el sistema con el refrigerante que indica la placa del compresor.
- Verificar si el compresor no presenta algún ruido durante su funcionamiento.
- Checar constantemente el funcionamiento del compresor para verificar que el compresor este trabajando bien.

Con estos puntos se podrá dar un mantenimiento bueno al compresor para que nos siga sirviendo y así evitar gastos al remplazar el compresor por uno nuevo.

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO A COMPRESORES RECIPROCANTES SEMI-HERMETICOS

4.1.-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cuando el pistón se mueve hacia abajo en la carrera de succión se reduce la presión en el cilindro. Y cuando la presión del cilindro es menor que la de la línea de succión del compresor la diferencia de presión motiva la apertura de las válvulas de succión y fuerza al vapor refrigerante a que fluya al interior del cilindro.

Cuando el pistón alcanza el fin de su carrera de succión e inicia la subida, (carrera de compresión), se crea una presión en el cilindro forzando el cierre de las válvulas de succión. La presión en el cilindro continúa elevándose a medida que el pistón se desplaza hacia arriba comprimiendo el vapor atrapado en el cilindro. Una vez que la presión en el cilindro excede la presión existente en la línea de descarga del compresor, las válvulas de descarga se abren y el gas comprimido fluye hacia la tubería de descarga y al condensador.

Cuando el pistón inicia su carrera hacia abajo, la reducción de la presión permite que se cierren las válvulas de descarga, dada la elevada presión del condensador y del conducto de descarga, y se repite el ciclo.

4.2.-MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Como ya se ha mencionado antes este mantenimiento consiste en adelantarse a las fallas de los compresores, este mantenimiento se confunde con el preventivo, aunque no es lo mismo.

4.2.1-FILTROS DE ACEITE

El filtro deshidratador de aceite (figura 1), ha sido diseñado especialmente para los sistemas de refrigeración como un excelente auxiliar para la descontaminación del sistema y protección del compresor.

Esta diseñado para limpieza y deshidratado de aceite, compatible con los refrigerantes R-12, R-22, R-134a, R-404A/507, mezclas y aceites comerciales. Tiene filtros con capacidad de retención de partículas de 10 micrones. Y una gran área de filtración para permitir la mínima caída de presión, es desecante 100% molecular para muy alta retención de humedad. Tiene una extraordinaria capacidad de retención de humedad y suciedad debido al tipo de desecante y al tipo de filtros que contiene.

Es ideal para sistemas de refrigeración en paralelo y se puede instalar también a cualquier sistema de refrigeración simple, va instalado después del compresor en la línea de retorno de aceite al compresor. Es adecuado para todo tipo de sistemas de refrigeración, este filtro deshidratador mantiene el aceite del compresor en óptimas condiciones.



Figura 1 Filtro de aceite.

4.2.2-SEPARADOR DE ACEITE

La correcta lubricación del compresor depende de varios factores, siendo uno de ellos mantener el nivel de aceite dentro del carter. Para mantener el nivel de aceite en el compresor, hay que asegurarse que la misma cantidad de aceite que sale, es la que regresa. Cuando el compresor funciona, descarga refrigerante en forma de gas con algo de aceite atomizado. Pequeñas cantidades de aceite en circulación dentro del sistema de refrigeración, no afectan el funcionamiento; pero si es mucho, éste interfiere en el funcionamiento adecuado del sistema y sus componentes.

En gran cantidad de instalaciones el compresor se daña por el mal diseño y dimensionamiento de las tuberías. El aceite no regresa en cantidad suficiente al carter y el compresor se desbuela por falta de aceite.

La mejor forma de asegurarse que el aceite regrese al carter del compresor es con un separador de aceite (figura 2), la función del separador de aceite es asegurar el correcto retorno de aceite al compresor por medio de una válvula de flotador.

El separador de aceite se instala en posición vertical, en la línea de descarga, a la salida del compresor, teniendo cuidado de conectar la línea de retorno de aceite, entre el separador y el cárter del compresor.

Para acumular el refrigerante en el recibidor, este deberá tener una válvula a la salida. La salida del recibidor debe disponerse de modo que siempre exista refrigerante líquido aun cuando el nivel del tanque receptor pueda variar, con el fin de evitar que pueda penetrar vapor en el conducto de líquido. Por consiguiente si la salida se encuentra en la parte superior o si se ha colocado a

un lado, se utiliza un tubo sumergido que se extiende hasta $\frac{1}{2}$ pulgada, aproximadamente del fondo.



Figura 2 Separador de aceite.



Figura 3 Recibidor de líquidos.

4.2.4-VALVULA CHECK

Las válvulas check (figura 4) de globo permiten el flujo del refrigerante en un solo sentido, con mínima caída de presión.

Las válvulas, se pueden instalar en posición horizontal y vertical, excepto con el lado del bonete hacia abajo y pueden utilizarse en líneas de líquido o de gas y se usan frecuentemente para evitar el retroceso de líquido refrigerante o gas caliente en condensadores controlados para ambiente frío, y en bombas de calor de ciclo inverso. Las válvulas check de globo son de forja de latón, con diseño de tipo Y. Asimismo, su diseño de bonete con pistón y

resorte, desmontable por medio de tornillos, permite el fácil armado de la válvula después de soldar. El tipo de empaque del bonete y su asiento de teflón, permite a la válvula operar a temperaturas hasta de 200 °C.

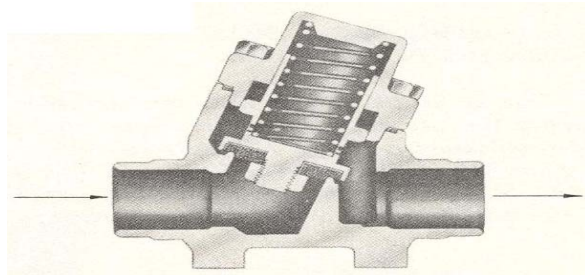


Figura 4 Válvula de un solo paso (check).

4.2.5-VALVULAS TERMOSTATICAS DE EXPANSION

En el capítulo 4 se muestra el funcionamiento de esta válvula, solo que para los compresores semi-herméticos se usan válvulas de mayor capacidad, en la figura 5 se muestra una válvula para aplicaciones de refrigeración comercial y aire acondicionado.



Figura 5 Válvula de expansión termostática.

4.2.6-VALVULA SOLENOIDE DE DOS VIAS

Las válvulas solenoides, de dos vías (figura 6), de acción directa son válvulas, normalmente cerradas. Esta es ideal para el servicio de refrigerante líquido o de descarga. Su funcionamiento básico es igual al de las válvulas de cierre operadas manualmente, sin embargo, son activadas por un solenoide, esta

válvula puede ser colocada en sitios remotos y controlada por dispositivos eléctricos adecuados.

Opera en cualquier posición, menos con la bobina hacia abajo. Sin embargo se recomienda la instalación horizontal tradicional.

4.2.6.1-DESVIO DEL GAS CALIENTE

El desviar la descarga de gas del compresor, del condensador, ya sea hacia la entrada del evaporador o a la línea de succión, se ha hecho cada día más común como método para reducir la capacidad del compresor.

Una válvula solenoide adecuada para servicio en la descarga de gas del compresor, debe instalarse adelante de la válvula que controla la línea derivada (by-pass) de gas caliente.

Esta válvula solenoide permite un cierre definitivo de la línea derivada (by-pass), cuando no se requiere una reducción de la capacidad y además, cuando se cablea para que cierre con la válvula solenoide de la línea de líquido, permite que el sistema opere en vacío.



Figura 6 Válvula solenoide de dos vías

4.2.7-CONTROLES DE PRESION

Los controles de baja presión (figura 7) se diseñaron para sensar la presión de succión en los sistemas de refrigeración para aplicaciones de cicleo, protección, alarma del compresor y control de capacidad. Aseguran flexibilidad y precisión ya que incorporan un interruptor de uso rudo de 24 Amp, un polo doble tiro así como rangos de presión usuales para sensar la presión en forma precisa.

Los controles de alta presión (figura 8) se diseñaron para sensar la presión en el lado de alta en los sistemas de refrigeración para un límite de protección por alta presión, alarma y para control del abanico del condensador. Se asegura una máxima flexibilidad en su aplicación con el switch de uso rudo

de 24 Amp., un polo doble tiro así como la capacidad de ajustar la presión en un amplio rango.



Figura 7 Control de baja presión .



Figura 8 Control de alta presión

4.2.8-CONTROL DE ALTA Y BAJA PRESION

Los controles de presión combinan las funciones de un control de límite de alta y uno de baja presión (figura 9) en una misma unidad.

A diferencia de los controles convencionales de alta y baja presión, estos controles ofrecen los últimos adelantos en la tecnología respecto a flexibilidad en aplicaciones.

Dos switches independientes de un polo doble tiro, son controlados por los lados de alta y baja presión del control. El lado de baja presión con restablecedor automático proporciona todas las características disponibles en un control de baja presión de un polo doble tiro.

El lado de alta presión proporciona la función convencional de paro por alta presión con un contacto para alarma en el paro por alta presión. Este control tiene la característica de restablecedor "convertible" en el lado de alta presión que le permite al usuario seleccionar entre restablecedor automático o manual después de que la presión en el lado de alta vuelva a su nivel normal.

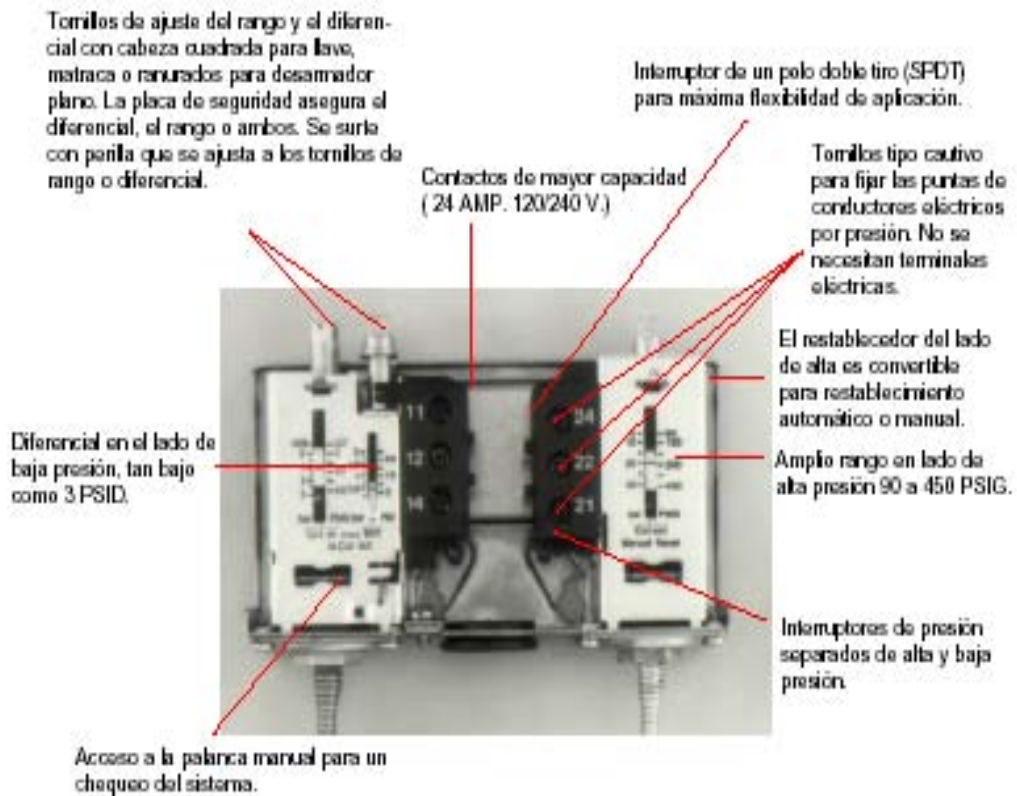


Figura 9 Control de alta y baja presión.

4.2.9-CONTROL DE PRESION DEL ACEITE

El control de protección diferencial de aceite (figura 10), censa la presión efectiva de aceite en los compresores lubricados por presión. Si existe una presión de aceite inadecuada, se energiza un retardador. Si la presión de aceite no se recobra a un nivel seguro dentro del ajuste del retardador de tiempo, se cortará el suministro de corriente al compresor parándolo.

El retardador permite al compresor el tiempo adecuado para restablecer la presión del aceite en el arranque y evita los molestos paros en las caídas de presión cortas durante el ciclo de trabajo.

Una máxima flexibilidad en las aplicaciones se asegura al proporcionar un switch de presión diferencial ajustable que puede ser regulado a las necesidades mínimas de presión de aceite del compresor así como un retardador de tiempo electrónico ajustable que permite al instalador seleccionar el tiempo en el que el compresor operará por debajo del mínimo de presión de aceite antes de parar.

Los valores de ajuste de presión mínima y tiempo de retardo especificados por el fabricante del compresor deben tomarse en cuenta al instalar un control para el aceite.



Figura 10 Control de presión para el aceite.

4.2.10-ACUMULADOR DE SUCCION

El compresor para refrigeración está diseñado para comprimir refrigerante en estado gaseoso, no líquido. La compresión de líquido lo dañará, rompiendo sus partes internas.

Este daño puede ser desde roturas leves como en las válvulas de succión y descarga, hasta roturas severas como de platos de válvulas, pistones, bielas y cigüeñales, dependiendo de la cantidad de líquido que regrese al compresor.

El regreso de líquido al compresor podría ser tanto por una condición de falla, por falta de carga térmica o la válvula de expansión sobredimensionada, como por una condición normal de operación como es el caso de los sistemas de baja temperatura con deshielo por gas caliente.

Para evitar que el refrigerante líquido retorne al compresor y lo dañe, se debe instalar un Acumulador de Succión. Este atrapa el líquido y solo permite pasar vapor hacia el compresor.

La función del Acumulador de Succión, es proteger al compresor de los daños que ocasionan el refrigerante líquido o el aceite cuando retornan repentinamente. El Acumulador de Succión cuenta con un orificio dimensionado en la parte inferior del tubo en forma de U, que permite el retorno del aceite con un poco de líquido al compresor, sin que le hagan daño.

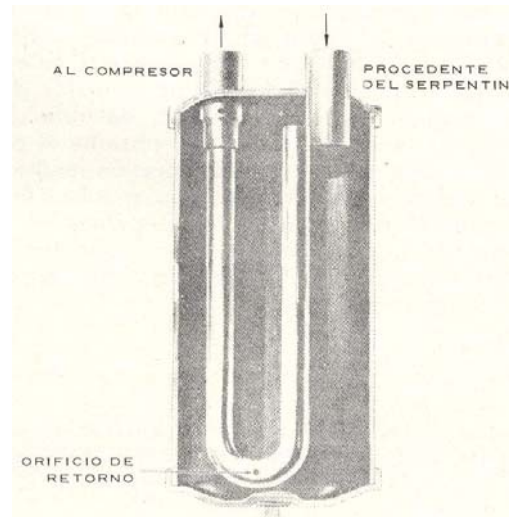


Figura 11 Acumulador de succión.

En la figura 12 se muestra un sistema con un compresor semi-hermético y varios componentes que ya se habían hablado de ellos anteriormente.

4.3.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Este es el mantenimiento que consiste en prever las fallas que se puedan ocasionar a futuro.

En este caso se hablara de como darle mantenimiento preventivo a los compresores semi-herméticos 06D de carrier (figura 13).

Se mostrara como dar mantenimiento preventivo a estos compresores. Siempre se debe desconectar la corriente y descargar la presión antes de dar mantenimiento al compresor.

Primeramente aflójense y quiétense los 4 tornillos que sujetan la tapa y el empaque en su lugar (figura 14), al quitar la tapa quedan expuestos el resorte y el aspa guía (figura 15).

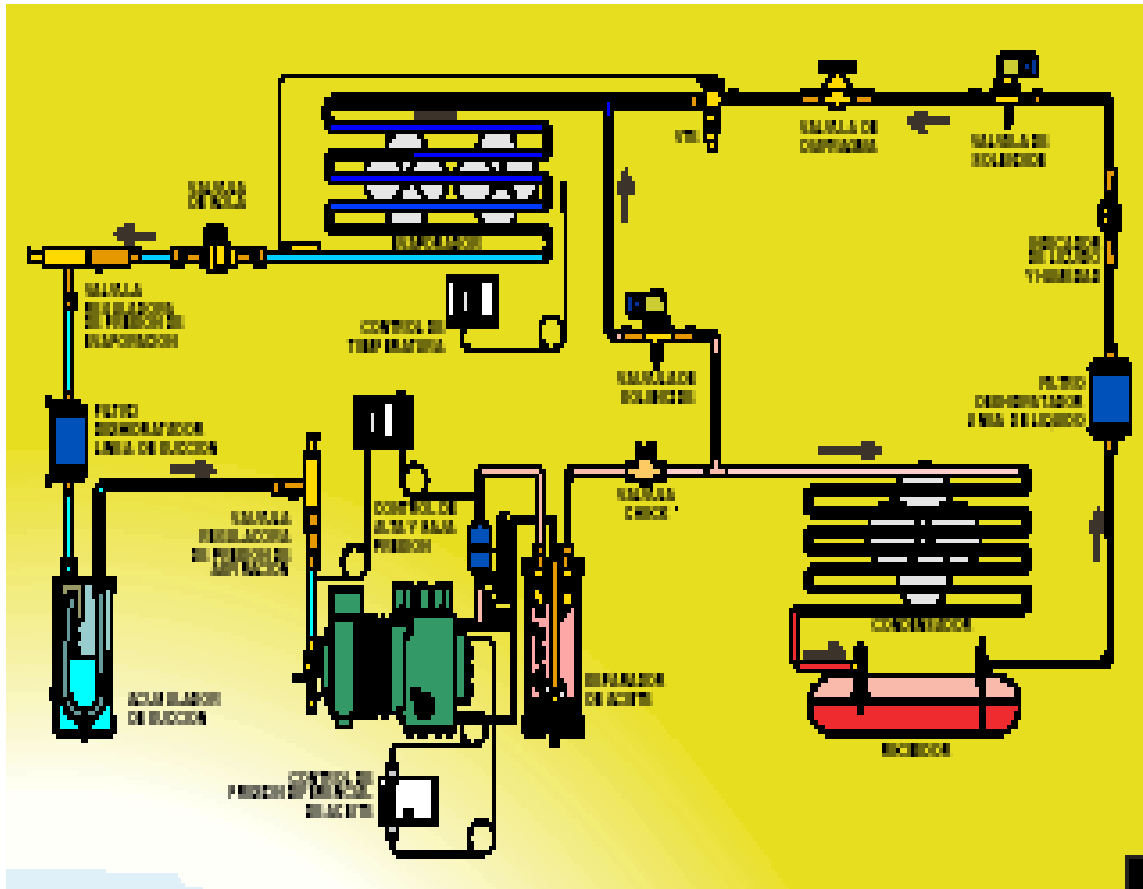


Figura 12 Compresor semi-hermético con varios componentes.

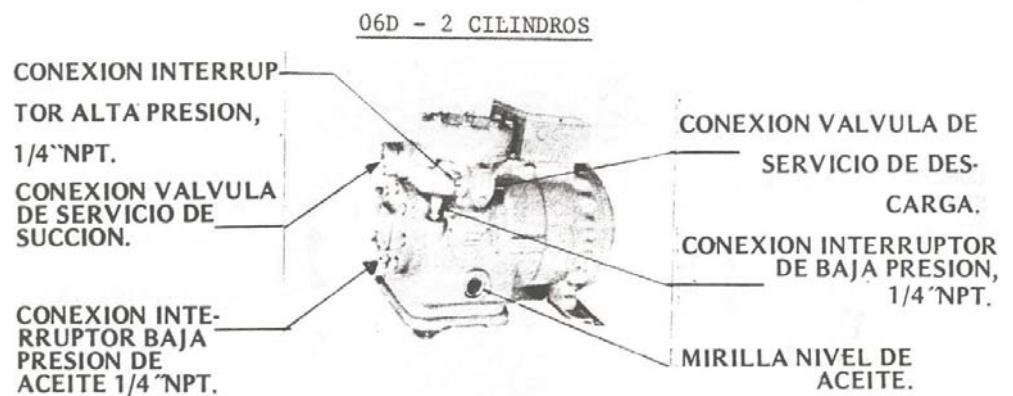


Figura 13 Compresor semi-hermético 06D de dos cilindros Carrier.



Figura 14

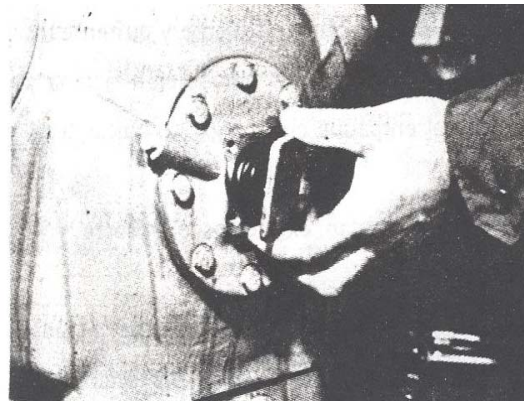


Figura 15

Ahora aflójense y quítense los tornillos tipo Allen que sujetan el segmento de accionamiento de la bomba de aceite al cigüeñal (figura 16).

Es necesario quitar el segmento de accionamiento de la bomba de aceite antes de poder quitar el ensamble cojinete bomba de aceite.

Quítense los ocho tornillos (figura 17) que sujetan el ensamble cojinete-bomba al carter, golpéese ligeramente el ensamble para romper el sello del empaque. Quítense el ensamble.

Utilizar una espátula o cuchillo y limpiar el material del empaque de la superficie del asiento del carter (figura 18). Asegurarse de que cualquier pieza de material del empaque que caiga en el carter sea retirada, tener cuidado de no rayar las superficies durante la limpieza.

Humedecer la superficie del empaque con aceite sin empaparlo simplemente pasar un poco de aceite con lo dedos. Reinstalar el empaque y el ensamble en el compresor colocándolo como se muestra en la figura 19

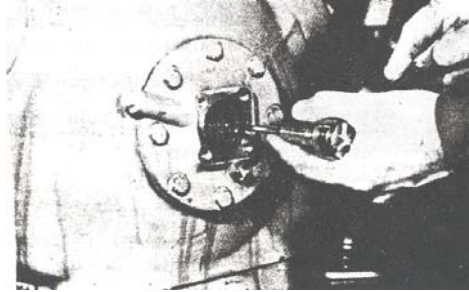


Figura 16

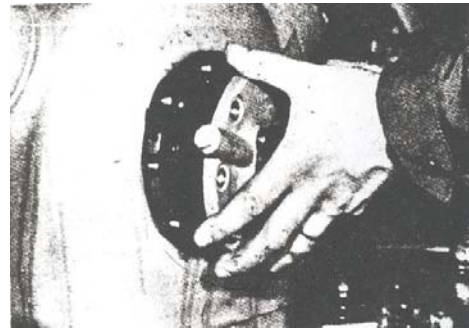


Figura 17

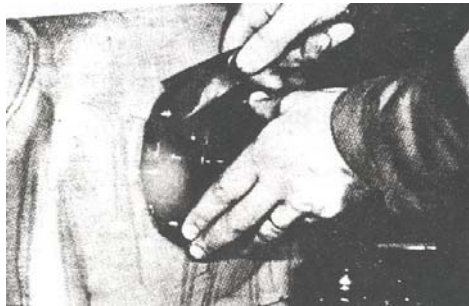


Figura 18

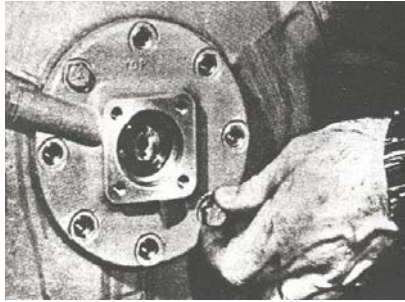


Figura 19

Luego se deben poner los tornillos, tratando de que queden bien apretados (figura 20).

Instalar 1 segmento de accionamiento de la bomba de aceite utilizando las piezas del ensamble, apretar el tornillo pequeño (figura 21)

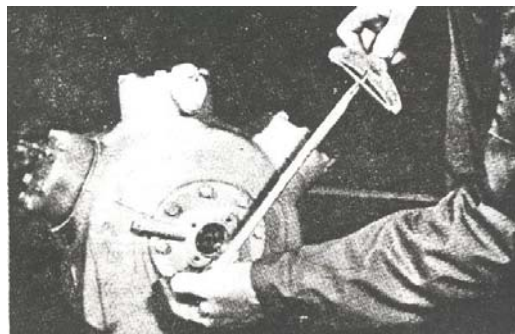


Figura 20

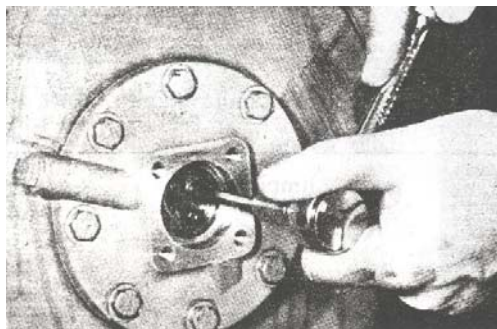


Figura 21

Recolocar el aspa guía y el resorte. El aspa guía se coloca antes del resorte (figura 22).

El ultimo paso en la recolocación del ensamble; poner un delgado revestimiento de aceite en ambos lados del empaque de la tapa de la bomba. Instalar el empaque y la tapa, apretar los tornillos, tratando de no apretarlos demasiado (figura 23). El ensamble cojinete-bomba es de aluminio y apretarlo demasiado podría causar daños

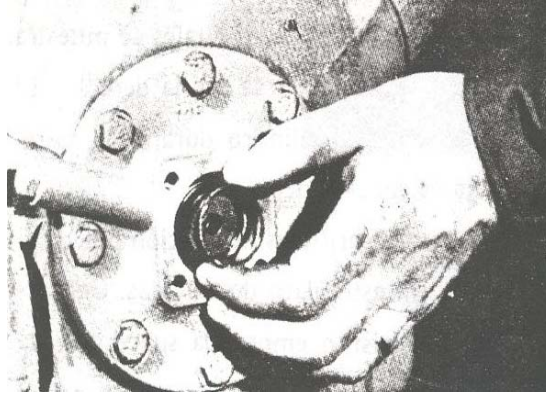


Figura 22



Figura 23

Ahora se mostrara el procedimiento para quitar y dar mantenimiento a los platos de válvulas (figura 24).

Para quitar los cabezales, aflójense y quítense los ocho tornillos (figura 25). Insértese un birlo en uno de los orificios roscados para evitar que el cabezal caiga del compresor.

Insértese un cuchillo o una espátula para romper el sello del empaque que sostiene el cabezal (figura 26). Si es necesario golpear el cabezal para

romper el sello, deberá tenerse cuidado para evitar romper las espigas que fijan en su lugar las válvulas de succión y el plato de válvulas.



Figura 24

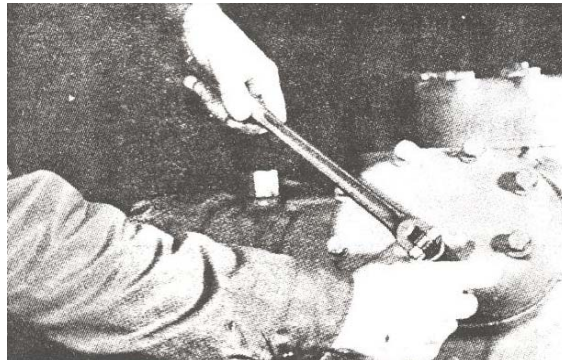


Figura 25

Una vez desprendido el cabezal, podrá quitarse el plato de válvula siguiendo este procedimiento quítense uno de los tornillos Allen que sujetan el tope de la válvula (figura 27), gírese el tope de la válvula para permitir acceso al orificio del cual fue quitado el tornillo, re-insértese el tornillo para romper el sello. Al apretar el tornillo, el plato de válvulas se levantara del compresor.

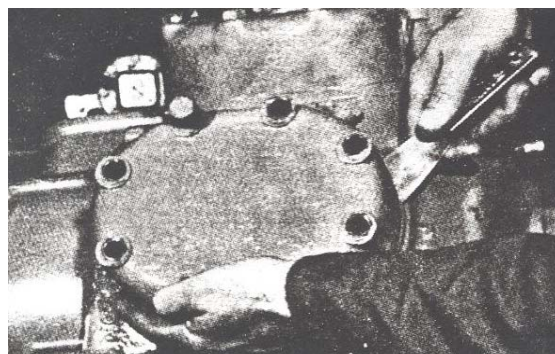


Figura 26

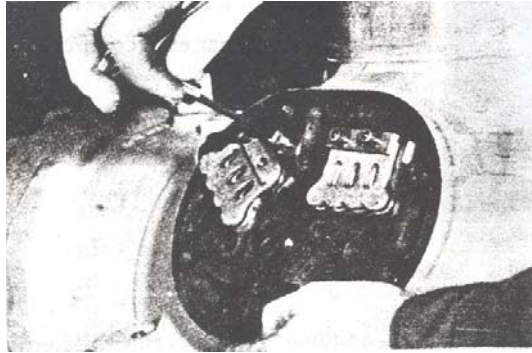


Figura 27

Todo el material del empaque deberá quitarse del cabezal y del plato de válvulas, así como la parte superior de los cilindros, úsese un cuchillo para quitar mastic. Deberá tenerse cuidado de no dejar caer ningún pedazo del material del empaque en el carter use un trapo limpio o toallas de papel para tapar los orificios y los cilindros (figura 28).

No se deberá poner aceite en los empaques d acero revestido de neopreno. Si el empaque es de fibra de asbesto y neopreno, póngase un ligero film de aceite en toda la superficie. Las partes deberán instalarse en este orden:

Válvula de solución, empaques de plato de válvulas, plato de válvulas, empaque del cabezal y finalmente el cabezal (figura 29)



Figura 28

Antes de instalar el cabezal y el empaque, revise el movimiento de las válvulas de solución con un borrador de lápiz (figura 30).

Las válvulas deberán moverse hasta los topes sin restricción, si hubiese restricción en el movimiento de las válvulas el empaque del plato de las válvulas podría estar mal alineado.

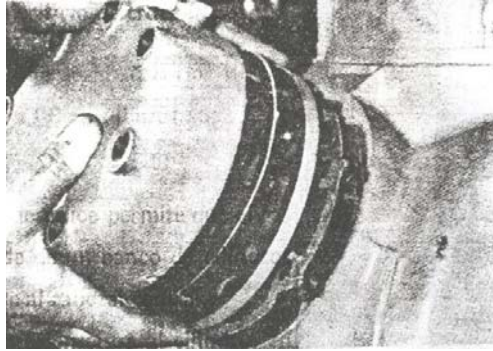


Figura 29

Después de haber apretado todos los tornillos en forma pareja y uniforme se debe arrancar el compresor, después de una hora de operación del compresor, es necesario volver a apretar todos los tornillos (figura 31).

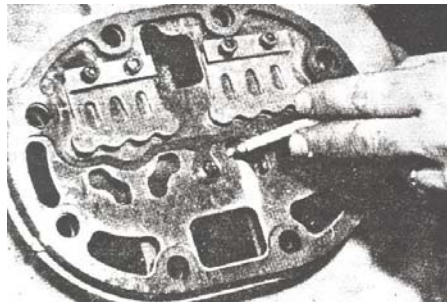


Figura 30

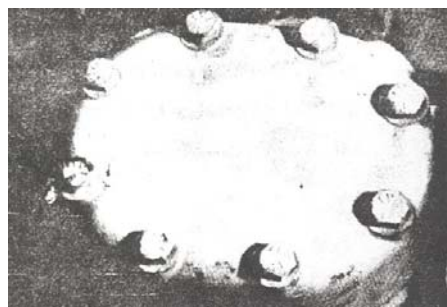


Figura 31

Todo lo que se menciona anteriormente son algunos mantenimientos preventivos que se deben seguir para que el compresor trabaje en óptimas condiciones.

4.4.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO

En este mantenimiento se corrigen las fallas ya ocasionadas, y se hablara de varias correcciones en el compresor.

Se empezaran a tratar los diversos cambios en los arreglos de las terminales (figura 32) de modo que se puedan remplazar o cambiar apropiadamente.

En la figura 33 se muestran unas terminales de tres clavijas, en este compresor no hay protección interna para el motor. Originalmente se utilizaban dispositivos suplementarios de sobrecargas externas y arrancadores con relevadores de sobrecarga con este tipo de arreglo.

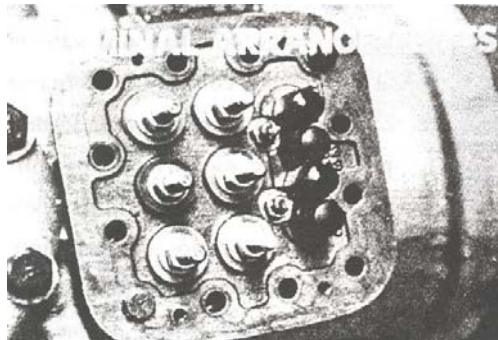


Figura 32

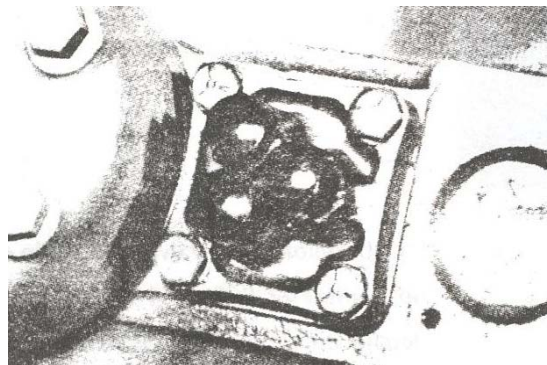


Figura 33

Tipos mas recientes usan una placa de terminales de 5 o 6 clavijas, se utiliza también un papel para aislar una terminal de otra.

Se va usar un compresor 06D para mostrar como reparar de manera apropiada una placa de terminales, en caso de que se encuentre una fuga de refrigerante en esta área. Aparte de los repuestos se deberán tener las herramientas correctas para realizar el trabajo.

Advertencia antes de empezar algún trabajo de servicio en una caja de terminales, desconéctese toda la corriente (figura 34), incluyendo la corriente que va al calentador del carter y descárguese la presión del compresor. Sígase las instrucciones de seguridad que se encuentran en la tapa de seguridad de terminales.

Una vez que la presión del compresor haya sido descargada, la placa de terminales y el empaque se reemplazaran de la manera siguiente:

Primeramente, quítense los cables externos y la caja, posteriormente aflójese y quítense los tornillos de la placa de terminales (figura 35)



Figura 34

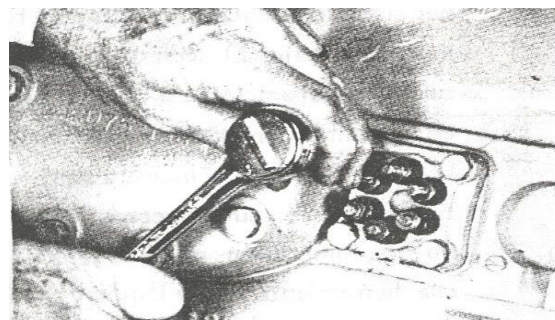


Figura 35

Tirar la placa hacia a fuera del carter (figura 36) y marcar los cables para que al recolocarlos se puedan identificar y colocar debidamente al mismo sitio.

Cortar los cables tan cerca de la terminal como sea posible, para quitar de ese modo la vieja placa de terminales (figura 37).

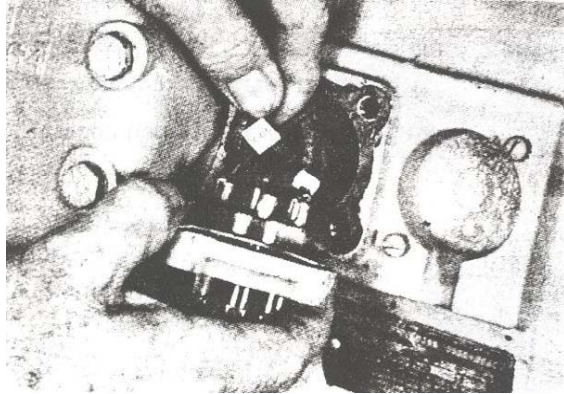


Figura 36

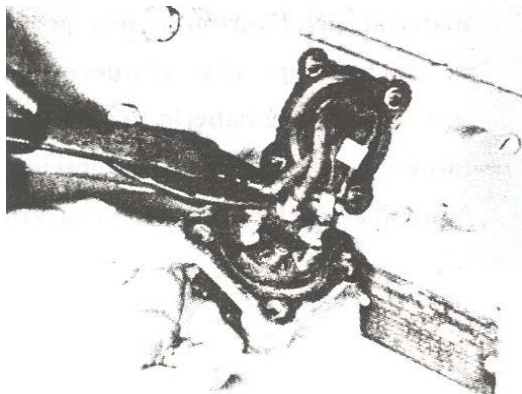


Figura 37

Desgarrar el aislante hacia atrás aproximadamente $3/8$ desde el extremo de cada cable. Torcer las puntas del cable conjuntamente y estañar cada cable lo necesario como para evitar que llegue a desebrarse o soltarse internamente. Para ello, usar soldadura de núcleo de resina (figura 38). Recortar los extremos de los cables con una lima, de modo que queden ajustados para entrar en las nuevas terminales.

Los dos cables de bajo voltaje no entraran apretadamente en la terminal (figura 39), debido a su tamaño, por consiguiente, deberá usarse un conector de cabos en cada punta para incrementar su diámetro y asegurar un buen contacto.

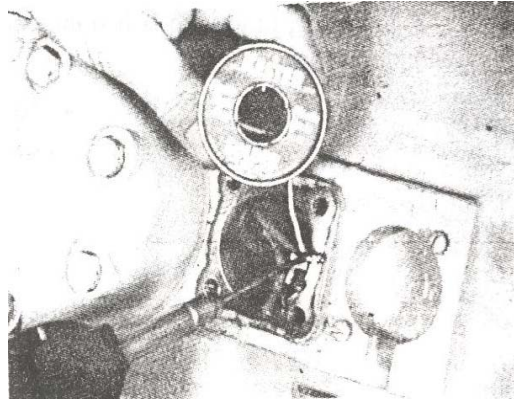


Figura 38

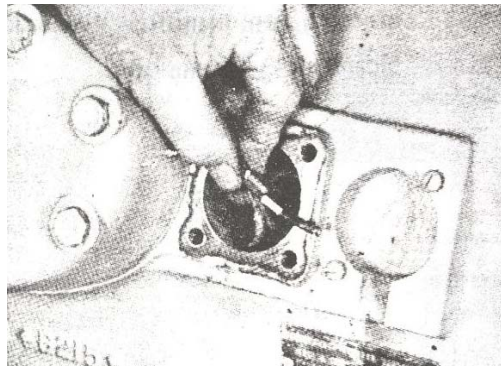


Figura 39

Antes de conjuntar los cables a sus respectivas terminales, límpiase el viejo material del empaque que proviene del carter e instálase el nuevo empaque (figura 40), después de haberlo lubricado ligeramente con aceite de refrigeración. No empapar el empaque en el aceite. Luego, identificar e insertar los cables en sus propias terminales y apretarlo cada uno utilizando la herramienta apropiada (figura 41).



Figura 40

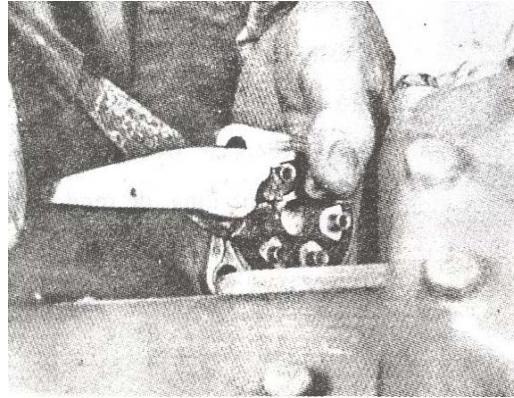


Figura 41

Recolocar la placa de terminales, tener cuidado de no punsonar o torcer los conductores del motor. Apretar los tornillos (figura 42)

Evacuar cargar y probar si hay fugas en el compresor (figura 43), y luego revisar cada terminal para ver si están aterresidas, usando para esto un ohmetro, después recolocar la caja, el alambre de conexión externa y la tapa de la caja. Con esto se considera terminado este tratado acerca de como remplazar una placa. De terminales de un compresor 06D.

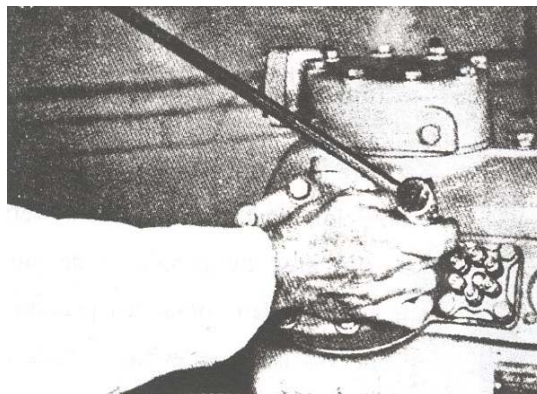


Figura 42

Con esto se concluye este mantenimiento de terminales, en los demás mantenimientos se sigue el mismo proceso para abrir el compresor (figura 44) y cambiarle varias piezas como las que se muestran a continuación.

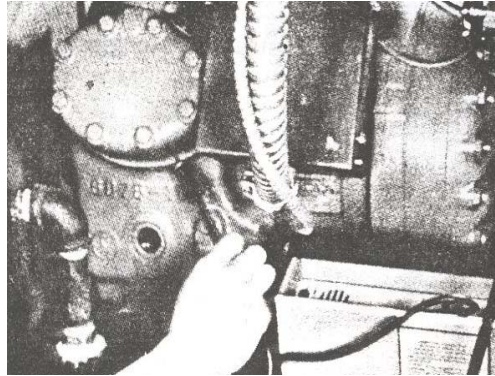


Figura 43

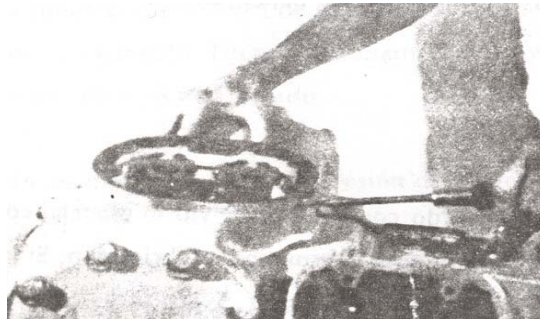


Figura 44 Desmontaje del compresor semi-hermético.

En la figura 45 se muestran algunas piezas rotas o en mal estado del compresor semi-hermético y se dará una breve explicación de cuales son las causas de estas fallas, que si no se corrigen seguirán ocasionando serios problemas.

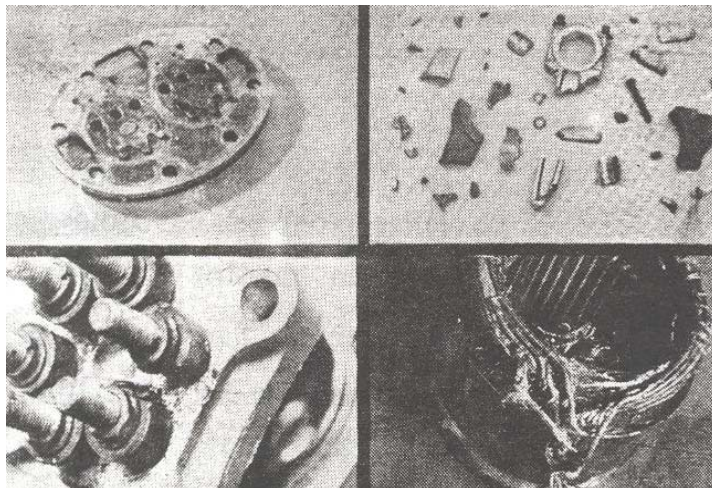


Figura 45

La figura 45 muestra algunas fallas del sistema eléctrico y mecánico de estos compresores que incluyen válvulas rotas, cigüeñales marcados, bielas dobladas, y sobrecalentamiento. Por lo tanto se tiene que confirmar que problemas ocasionaron estas fallas.

Los compresores fallan por las siguientes causas:

- Golpes de líquido.
- Arranques inundados.
- Contaminación.
- Pérdida de lubricación.
- Inundación.
- Sobrecalentamiento.
- Problemas de fallas eléctricas.

Golpes de líquido: termina generalmente con un componente roto por lo regular comienza con el pistón, si el pistón soporto el golpe del líquido las válvulas de succión o descarga probablemente no.

En la figura 46 se muestra como un golpe de líquido dobla la válvula al tratar de empujarla a través del asiento. Nótese como el golpe de líquido logro perforar la válvula. En la figura 47 se ve una válvula de descarga rota, el golpe de líquido tuvo suficiente presión hidráulica para romper también el tope de la válvula.

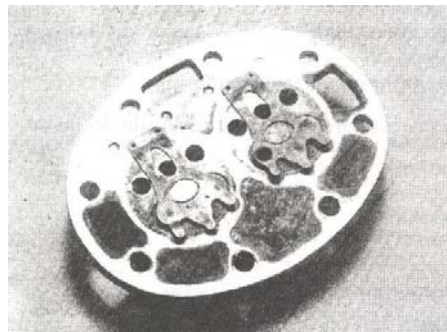


Figura 46

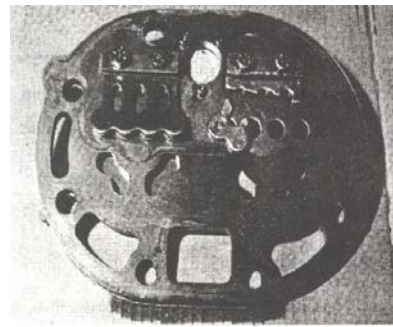


Figura 47

Inundación: termina generalmente en una falla de lubricación

Arranques inundados: pueden verse con una parte rota o una falta de lubricación

Pérdida de lubricación: termina generalmente con cojinetes secos o sobrecalentados.

Contaminación: termina generalmente en la falla de cojinetes o deterioro del devanado.

Sobrecalentamiento termina generalmente en carbón y decoloración.

Eléctricos: termina generalmente en sobrecalentamiento y falla del devanado del motor.

Siempre que se encuentre un daño mecánico en un compresor semi-hermético es preciso verificar si también se dañó el motor, pedazos del compresor pueden alojarse en el estator, o entre el rotor y el estator, causando eventualmente una falla del motor.

Con esto se concluye el mantenimiento correctivo para que el compresor siga trabajando y tenga un buen funcionamiento.

CAPITULO V

MANTENIMIENTO A COMPRESORES RECIPROCANTES ABIERTOS

5.1.-PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Como se sabe el compresor abierto es de tipo reciprocante y comprime a base de pistones igual que los compresores herméticos y semi-herméticos, estos compresores son muy antiguos y existe muy poca información sobre estos compresores. Sus mantenimientos son muy reducidos.

Cuando la presión de aspiración que existe en la cámara de aspiración y la cámara de obturación se eleva por encima del punto de consigna del resorte del regulador de capacidad, el diafragma se mueve bruscamente y reduce la presión aplicada sobre la válvula. El resorte de accionamiento desplaza la válvula hacia la izquierda quedando en posición de cierre. Al hallarse esta válvula cerrada, el vapor a alta presión pasa por el orificio de equilibrado hacia la cámara del pistón de descarga, ya que la presión que se aplica sobre este pistón es superior a la del resorte del sistema de reducción de capacidad, por lo que el pistón desplaza el obturador hacia la derecha abriendo el orificio de aspiración. Los vapores pueden aspirarse entonces dentro de los cilindros y la hilera de cilindros funcionaran a plena carga.

5.2.-MANTENIMIENTO PREDICTIVO

En este mantenimiento se pueden retomar los mismos componentes empleados en los compresores herméticos y semi-herméticos ya que este mantenimiento trata sobre predecir las fallas que se pueden ocasionar a futuro por falta de componentes

Se complementa con los siguientes componentes:

- Filtro deshidratador
- Filtro de aceite
- Indicador de humedad (mirilla)
- Separador de aceite
- Acumulador de succión
- Recibidor de líquidos
- Válvula de expansión
- Válvula solenoide
- Válvula de un solo paso (check)
- Válvulas tipo pivote
- Control de alta y baja presión
- Control para aceite
- Calentador del carter

5.3.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Como ya se avía visto este mantenimiento consiste en prever las fallas y se aplica igual que el del compresor semi-hermético.

Se tienen que lubricar las piezas móviles esto se obtiene a base de una bomba instalada en el carter del compresor.

Revisar que ninguna de sus piezas presente alguna anomalía y también se hace una limpieza general de todo el sistema.

5.4.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Este mantenimiento consiste en corregir las fallas ya ocasionadas.

El compresor abierto presenta varios problemas ocasionado por muchas causas un ejemplo de esto seria un pistón que trate de comprimir liquido (figura 1)

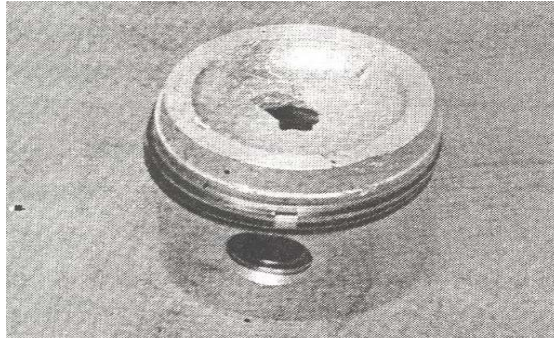


Figura 1 Pistón dañado

Si el regreso de líquido fue severo puede provocar un daño a las válvulas y se presenta un desgaste en los pistones (figura 2).



Figura 2 Desgaste de pistones

Las bielas y el cigüeñal también pueden ser afectadas gravemente al grado de que se puedan romper por un golpe de líquido (figura 3)



Figura 3 Bielas y cigüeñal rotas por golpe de gas líquido.

La consecuencia del regreso de líquido es generalmente la dilución del aceite, esto terminara con un espúmeo (figura 4) en el compresor y sobrecalentamiento de las superficies de los cojinetes.

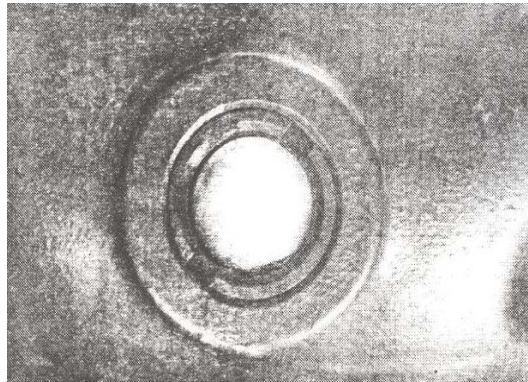


Figura 4 Disolución del aceite.

Si el compresor se opera con una temperatura mas de lo normal, el nivel de ruido aumentara y tendrá un sonido de golpeteo.

Esto provocara un desgaste en las bielas (figura 5) y esto contribuirá a problemas en otros componentes tales como daños a las paredes del cilindro o falla de las superficies de los cojinetes.

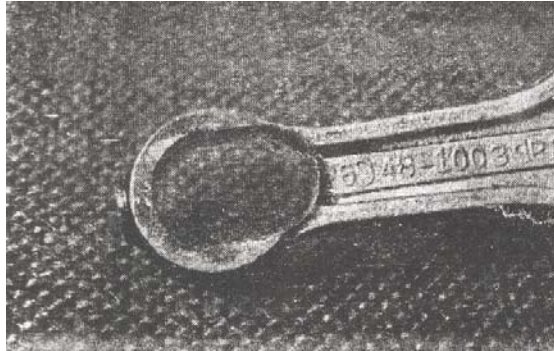


Figura 5 Biela desgastada.

El daño por falta de lubricación puede ser desvieltamiento, válvulas rotas o juntas reventadas (figura 6), esto se ocasiona por una pérdida parcial del compresor o si una porción importante de aceite es bombeada fuera del carter. En estos casos la falla del compresor se debe a la falta de lubricación.

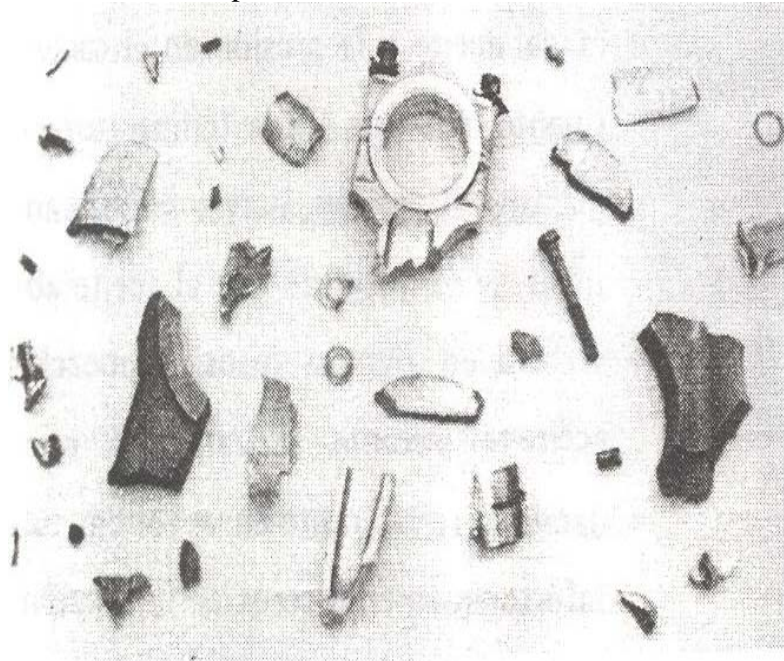


Figura 6 Falta de lubricación.

Todas estas piezas tienen que ser corregidas para el mejor funcionamiento del compresor.

CONCLUSIONES

Una vez que ya e terminado de realizar este trabajo de investigación para titularme, llegue a las siguientes conclusiones:

1. Con esta obra se expusieron varios tipos de compresores pero se hizo énfasis hacia los compresores recíprocos. Se hizo mucha mención acerca de la refrigeración y el aire acondicionado por que ahí es en donde esta una gran aplicación dentro del desarrollo de nuestra vida profesional, refiriéndose al mantenimiento industrial.
2. También se analizaron los nuevos modelos de compresores que están saliendo en el mercado y que muchos de estos se usan principalmente para refrigeración comercial e industrial al igual que en el aire acondicionado.
3. Se estudiaron varios tipos de mantenimientos tales como el predictivo, preventivo y correctivo y de como se deben aplicar estos, se dieron a conocer varias piezas que componen un compresor y como funcionan estas.
4. Este trabajo será de gran utilidad a generaciones futuras para que conozcan sobre esta área y sus diferentes dispositivos. Con objeto de aumentar la productividad dentro del ámbito laboral.
5. Se deja este trabajo como un manual de referencia hacia las personas interesadas en esta área, ya que como mencione antes, se carece de mucha información acerca de este tema.
6. Por ultimo solo mencionar que se cumplió el objetivo planteado desde un inicio por lo que creo que mi investigación esta bien estructurada. Solo repetir que se uso mucho los conceptos relacionados con la refrigeración y aire acondicionado por que ahí es donde se encuentra la mas grande aplicaciones de compresores y es muy común que en nuestro desarrollo profesional como ingenieros mecánicos, algún día nos topemos con problemas en esa área.

BIBLIOGRAFIA

Aire Acondicionado y Refrigeración para regiones tropicales
Cottell Olarewaju
Limusa

Curso practico de refrigeración y aire acondicionado
N. Cook
A. Madrid Vicente

Instalaciones frigoríficas tomo 2
P. J Rapin/P. Jacquard
Alfa Omega Marcombo

Principios de Refrigeración
Roy J. Dossat
Cecsa

Principios de la Refrigeración
R. Warren Marsh/ C. Thomas Olivo
Diana

Tecnología de Refrigeración y Aire Acondicionado
Willian C. Whitman/ William M. Johnson
Marcombo