



# REFRIGERACIÓN



*Tecumseh*





## ÍNDICE

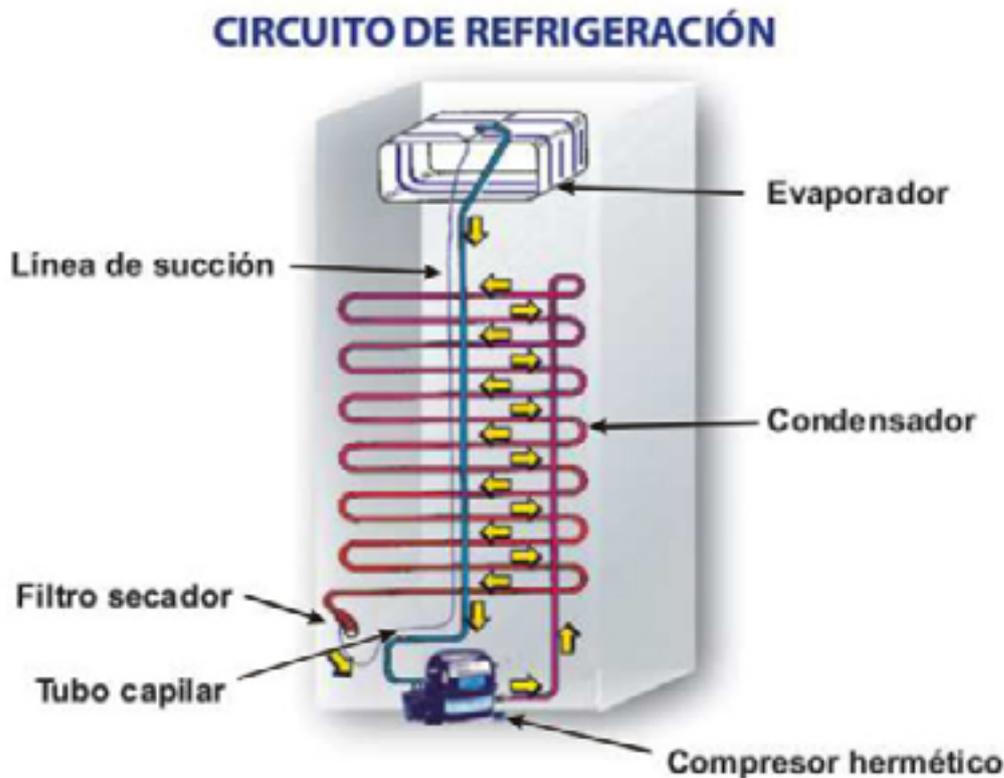
<b>CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN</b> .....	04
COMPRESOR .....	05
CONDENSADOR .....	05
FILTRO SECADOR .....	05
ELEMENTOS DE EXPANSIÓN .....	07
EVAPORADOR .....	08
<b>COMPONENTES ELÉCTRICOS</b> .....	08
RELÉS DE ARRANQUE .....	08
RELÉ AMPEROMÉTRICO .....	08
RELÉ PTC .....	09
RELÉ VOLTIMÉTRICO .....	10
PROTECTORES TÉRMICOS .....	10
CAPACITORES .....	11
CAPACITOR DE ARRANQUE .....	11
CAPACITOR DE MARCHA .....	11
<b>CUIDADOS CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS</b> .....	12
<b>TENSIÓN DE ARRANQUE</b> .....	13
<b>VACÍO</b> .....	14
<b>CARGA DE FLUIDO REFRIGERANTE</b> .....	15
<b>SELECCIÓN DE LOS COMPRESORES</b> .....	17
RANGOS DE APLICACIÓN .....	18
CUIDADOS CON EL MANOSEO DEL COMPRESOR .....	18
<b>RECOMENDACIONES DE LA INGENIERÍA DE APLICACIÓN</b> .....	20
FALLAS ELÉCTRICAS .....	22
DAÑOS EN LAS VÁLVULAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA .....	23
HUMEDAD DENTRO DEL COMPRESOR .....	25
<b>TECUMSEH DO BRASIL</b> .....	26

## CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN

En un refrigerador, el circuito de refrigeración más común tiene como principales elementos: compresor, condensador, filtro secador, tubo capilar (elemento de expansión) y evaporador. Estos elementos normalmente son también encontrados en otros tipos de sistemas de refrigeración.

Con el objetivo de entender mejor el principio de funcionamiento de estos elementos, incluimos en este cuaderno los componentes eléctricos básicos que componen un sistema de refrigeración y las mejores prácticas para la realización de vacío y carga de fluido refrigerante, además de otros cuidados relacionados con presiones y temperaturas de operación, ya que las condiciones de operación de los diversos elementos tienen influencia directa en el funcionamiento y en la vida útil del compresor.

La refrigeración en un sistema ocurre debido a las diversas transformaciones físicas que suceden en el fluido refrigerante en su recorrido por el sistema. Para entenderlas mejor vea la ilustración del circuito abajo.



A partir de ahora, serán vistos elementos y aspectos del sistema de refrigeración objetivando siempre el lado práctico del tema, con la finalidad de aclarar algunos misterios y dejar el servicio de mantenimiento del sistema de refrigeración como una tarea más fácil y descomplicada.

## COMPRESOR



Su principal función es succionar el fluido refrigerante a baja presión de la línea de succión, y comprimirlo en dirección al condensador a alta presión y alta temperatura en la fase gaseosa (vapor sobrecalentado).

## CONDENSADOR

Posee la función de liberar el calor absorbido por el evaporador y por el proceso de compresión para el medio ambiente.

En este proceso el fluido refrigerante proveniente del compresor está a alta presión y alta temperatura. Durante el recorrido del fluido refrigerante por el condensador, ocurre la transformación del estado físico del fluido refrigerante de vapor sobresaturado para líquido, subenfriado, a alta presión.



## FILTRO SECADOR



El filtro secador contiene material desecante y ejerce dos funciones de suma importancia para el buen funcionamiento de un sistema de refrigeración:

- Retener partículas sólidas que en circulación en el circuito podrían causar obstrucción o daños a las partes mecánicas del compresor.
- Absorber la humedad residual del circuito que no haya sido removida durante la realización del vacío, y que puede causar daños al sistema. Los ejemplos más comunes de daños causados por la humedad residual son: obstrucción del sistema por congelamiento, aumento de presiones, corrosión y formación de ácidos, etc.

## FILTRO SECADOR

El filtro secador debe ser instalado en la posición vertical con la salida para abajo. El jamás debe ser montado en la posición vertical con la salida para arriba.



POSICIÓN CORRECTA

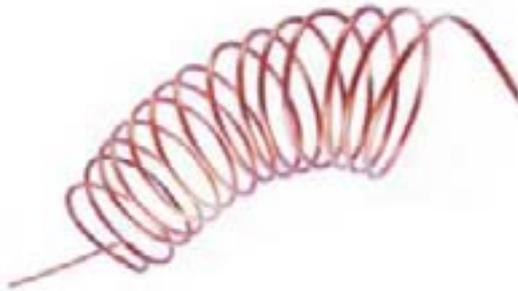


POSICIÓN INCORRECTA

El filtro secador debe ser elegido de acuerdo con su aplicación, debiéndose siempre llevar en cuenta el fluido refrigerante, presiones de trabajo y flujo de masa. Vea abajo la tabla indicativa:

FLUIDOS REFRIGERANTES	TELA	SILICA	XH-5	XH-6	XH-7	XH-9	UNIVERSAL
R-22 <small>(Aplicación en Acondicionadores de Aire)</small>	X	-	-	-	-	-	X
R-12, R-22	-	X	X	X	X	X	X
R-134a	-	-	-	-	X	X	X
R-404A / R-507	-	-	-	X	X	X	X
Blends HFC / HCFC	-	-	-	-	-	X	X
R-600a, R-290	-	-	X	X	X	X	X
R-410A	X	-	-	-	-	-	X

## ELEMENTOS DE EXPANSIÓN



TUBO CAPILAR



VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA

El elemento de expansión es responsable por la reducción de la presión del fluido refrigerante en el estado líquido, y por la regulación del caudal de fluido refrigerante que entra en el evaporador separando el lado de alta y el lado de baja presión. La pérdida de presión se da a medida que el fluido escurre por el elemento de expansión por consecuencia de su roce y aceleración. La regulación del caudal ocurre de acuerdo con la capacidad de la restricción durante el paso del fluido.

Los elementos de expansión más comunes son la válvula de expansión termostática y el tubo capilar, siendo este último el más utilizado entre los fabricantes de sistemas de refrigeración.

La elección del dispositivo de expansión debe llevar en consideración diversos factores como: costo, facilidad de instalación, espacio disponible, característica de funcionamiento, tamaño del sistema y otros, pues su definición final sólo es obtenida a través de la realización de ensayos.

Para elegir entre un tubo capilar y una válvula de expansión se deben considerar las características del siguiente cuadro:

	TUBO CAPILAR	VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Bajo costo;</li><li>■ Fácil instalación;</li><li>■ Compacto;</li><li>■ Permite la equalización de las presiones del sistema cuando el compresor está desconectado.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Restricción variable del paso de fluido refrigerante;</li><li>■ Proporciona un mejor rendimiento del sistema;</li><li>■ Facilidad en la selección de modelos y aplicaciones;</li><li>■ Necesaria en sistemas de gran porte.</li></ul>
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Restricción constante del paso de fluido refrigerante;</li><li>■ No proporciona el mejor rendimiento del sistema;</li><li>■ Difícil determinación de sus dimensiones ideales;</li><li>■ No recomendado para sistemas de gran porte.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Costo elevado;</li><li>■ Instalación más compleja;</li><li>■ No permite la equalización de las presiones del sistema cuando el compresor está desconectado.</li></ul>

## EVAPORADOR

El evaporador es un componente que tiene la finalidad de retirar el calor que recibe del fluido refrigerante en el estado líquido, a baja presión y temperatura, proveniente del elemento de expansión.



En esta condición, el fluido refrigerante se evapora absorbiendo el calor de la superficie de la tubulación del evaporador, ocurriendo la transformación de líquido subenfriado para la fase de vapor saturado a baja presión. Este efecto acarrea la reducción de la temperatura del compartimento interno del refrigerador. Después de absorber el calor a lo largo del evaporador, el fluido refrigerante retorna al compresor a través de la línea de succión, en el estado de vapor sobrecalentado a baja presión, para ser succionado por el compresor, dando inicio al nuevo ciclo de refrigeración.

## COMPONENTES ELÉCTRICOS

### RELÉS DE ARRANQUE

El relé de arranque tiene papel fundamental en el arranque de los compresores herméticos, pues es el responsable por la energización de la bobina de arranque (auxiliar) del motor eléctrico (que determina el sentido de rotación y promueve el torque necesario para el arranque), y posteriormente desconexión de la misma (cuando se acerca a la rotación normal de funcionamiento del motor eléctrico). En el caso de compresores que utilizan capacitor de marcha, la bobina de arranque (auxiliar) permanece energizada a través de él. Los relés de arranque pueden ser del tipo amperométrico, PTC y voltimétrico. Las principales diferencias y aplicaciones serán descritas a continuación.

### RELÉ AMPEROMÉTRICO

Su funcionamiento es electromecánico y posee los contactos eléctricos en la posición normalmente abierta, cuando el compresor está desconectado. Para el funcionamiento correcto del relé, este debe ser montado en la posición vertical y con la bobina para abajo, para que los contactos permanezcan abiertos.

Cuando el motor del compresor es energizado, una corriente eléctrica pasa por la bobina del relé y genera un campo magnético que atrae la armadura para arriba, proporcionando el cierre de los contactos y energizando la bobina de arranque del motor. Cuando el motor del compresor logra la rotación de marcha, la corriente disminuye hasta el punto en que el campo magnético no tiene fuerza para mantener la armadura para arriba, de esta forma ésta baja debido a la fuerza de la gravedad abriendo los contactos y, en consecuencia, desconectando la bobina de arranque del motor.



Es más comúnmente usado en aplicaciones comerciales.

## RELÉ PTC

Posee funcionamiento electrotérmico y es formado por una pastilla de material cerámico que tiene la propiedad de aumentar su resistencia eléctrica cuando ocurre el paso de la corriente eléctrica entre sus terminales.

Durante el arranque del motor la pastilla del PTC está fría (temperatura ambiente) y con baja resistencia eléctrica. Por eso el relé es capaz de conducir corriente a través de la bobina de arranque, haciendo el motor arrancar. Con el tiempo esta corriente irá aumentando la temperatura de la pastilla del relé, aumentando la resistencia eléctrica de la misma y disminuyendo la corriente que pasa a través de esa bobina hasta dejarla prácticamente nula.

Su uso es más común en refrigeradores y congeladores domésticos, donde el tiempo entre los ciclos de operación es suficiente para que el PTC se enfríe y esté listo para un nuevo arranque. El arranque del motor sólo es posible un minuto después de su parada, tiempo mínimo necesario para el enfriamiento de la pastilla.



Ambos relés ofrecen ventajas y desventajas conforme muestra el cuadro abajo:

### COMPARACIÓN RELÉ AMPEROMÉTRICO X PTC

	RELÉ AMPEROMÉTRICO	RELÉ PTC
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"><li>■ No requiere tiempo de espera para poder conectarlo nuevamente;</li><li>■ Tiempo de conexión depende del arranque del motor.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ No posee partes móviles;</li><li>■ No tiene desgaste;</li><li>■ No produce chispas;</li><li>■ Pocos modelos;</li><li>■ Funciona en cualquier posición.</li></ul>
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Posee partes móviles;</li><li>■ Tiene contactos eléctricos que se desgastan;</li><li>■ Las chispas pueden causar interferencia magnética;</li><li>■ Diversidad muy grande de modelos (aplicación específica);</li><li>■ Funcionamiento depende de la posición vertical;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Requiere tiempo de espera para enfriamiento;</li><li>■ Tiempo de conexión no depende del arranque del motor.</li></ul>

## RELÉ VOLTIMÉTRICO



Es generalmente utilizado en aplicaciones comerciales de medio porte donde son necesarios capacitores de arranque y de marcha.

Posee los contactos normalmente cerrados. La bobina del relé es conectada en paralelo con la bobina de arranque del compresor. La tensión en la bobina de arranque aumenta con el aumento de la velocidad del motor hasta que se alcance el valor específico de pick-up, en este punto la armadura del relé es atraída abriendo sus contactos y desconectando el capacitor de arranque del circuito. Después de la abertura, hay tensión inducida en la bobina de arranque suficiente para continuar atrayendo la armadura y mantener los contactos del relé abiertos.

## PROTECTORES TÉRMICOS



T



RT

Este componente es conectado en serie con el circuito que alimenta el motor y es responsable por evitar que sobrecargas eléctricas o altas temperaturas puedan dañar el compresor. Estas sobrecargas pueden causar el deterioro prematuro del motor eléctrico y la falla de aislación proveniente de las fluctuaciones de las tensiones, que pueden ocasionar la quema del compresor.

El térmico es conectado al terminal hermético, cerca de la carcasa del compresor y actúa desconectando el circuito eléctrico del compresor en caso de aumento anormal de temperatura o de corriente, ocasionado por problemas mecánicos, eléctricos o por aplicación inadecuada.

Nota: La familia de compresores TY posee protector térmico interno, por lo tanto no necesita que se utilicen protectores externos.

## CAPACITORES

### CAPACITOR DE ARRANQUE



El capacitor de arranque es utilizado en aplicaciones que exigen mayor torque de arranque debido a las presiones del sistema no estar ecualizadas. Por ejemplo: productos para aplicaciones comerciales.

Este componente es conectado en serie con la bobina de arranque, aumentando el torque de la bobina en consecuencia de la elevación del corriente proporcionada por él. Después del arranque, cuando el motor alcanza la rotación normal de funcionamiento, este es desconectado por el relé.

### CAPACITOR DE MARCHA

El capacitor de marcha es utilizado en aplicaciones que exigen mayor eficiencia del compresor instalado. Este tipo de capacitor también es conectado en serie con la bobina de arranque, pero actúa de forma continua (la bobina de arranque (auxiliar) continúa energizada durante el funcionamiento del compresor) y su utilización aumenta la eficiencia del motor, en consecuencia disminuye el consumo de energía.

Cuando un capacitor de marcha con capacitancia diferente de la especificada es utilizado, la eficiencia del compresor disminuye, resultando en mayor consumo de energía.



## CUIDADOS CON LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS



Los componentes eléctricos que pueden equipar un compresor son: protector térmico, relé de arranque, capacitor de arranque y capacitor de marcha.

Siendo los componentes eléctricos vitales para el buen funcionamiento del compresor y garantía de su vida útil, es esencial que se tomen ciertos cuidados al manipularlos, aplicarlos y almacenarlos. Siguen algunas instrucciones:

### Protegerlos de humedad y polvo

La humedad y el polvo pueden oxidar y ensuciar los contactos de los relés y protectores, causando mal contacto. Los capacitores pueden tener sus características eléctricas alteradas por los efectos de la humedad.

### No usar herramientas para inserción o extracción

El uso de herramientas en el manejo de los componentes eléctricos puede dañarlos mecánicamente, causando desde el mal contacto en las conexiones, hasta la rotura de la carcasa y pérdida de funcionalidad.

### No intentar ajustarlos

Todos los componentes eléctricos son ajustados conforme su especificación técnica de proyecto. Cualquier intento de ajuste comprometerá su funcionamiento adecuado y podrá causar daños al compresor.

### Conectarlos firmemente sin movimientos laterales

Al conectar un relé de arranque a los terminales S y R del compresor se debe hacer un movimiento firme en el sentido perpendicular a la carcasa del compresor. Movimientos laterales causan el ensanche del terminal del relé, provocando mal contacto en la conexión y en consecuencia su falla.

### No hacer equivalencia

No existe equivalencia de componentes eléctricos para compresores, pues estos son determinados específicamente para cada modelo de compresor. En estos casos solamente la referencia comercial en HP y tensión no son suficientes para la elección del componente eléctrico correcto.

### Siga las especificaciones de los capacitores

En el caso de capacitores, si la capacitancia del capacitor de reposición es inferior, la eficiencia del motor y la capacidad de arranque disminuirán. Si es superior, las corrientes y las temperaturas del motor aumentarán. La tensión de aislamiento debe ser igual o mayor que la especificada, pues si es menor, el capacitor se quemará. Por lo tanto en el caso de sustitución de capacitores de arranque o marcha, deben ser seguidas las mismas especificaciones de los capacitores originales, o sea, la capacitancia ( $\mu\text{F}$ ) y tensión de aislamiento (VAC).

## TENSIÓN DE ARRANQUE

La tensión mínima y máxima de arranque de funcionamiento de un compresor es determinada midiéndose estos valores directamente en los terminales del compresor. De esta manera se evitan errores de lectura provenientes de la caída de tensión a través de cables, llaves y conexiones presentes en el circuito eléctrico.

En equipos de refrigeración la energía eléctrica recorre algunos metros de cables, interruptores y conexiones antes de llegar a los terminales del compresor. Por lo tanto, para determinar la tensión que está alimentando al compresor, la medición debe ser hecha directamente en sus terminales, más específicamente en los terminales común (C) y marcha (R).

Para determinar la tensión que alimenta el compresor durante el arranque, ésta debe ser medida en la condición de mayor corriente del circuito, lo que ocurre exactamente en el momento del arranque o cuando el compresor no consigue arrancar (bloqueado).

Para simular esta condición, se puede forzar un arranque con presiones desequilibradas de la siguiente manera: después del sistema funcionar por algunos minutos y las presiones estar desequilibradas, desconectar y conectar rápidamente el sistema antes que las presiones se hayan equilibrado. En esta condición, el compresor tendrá dificultad de arrancar e irá trabar momentáneamente. La tensión debe ser medida antes de la actuación del protector térmico.

En muchos casos, la dificultad en el arranque del compresor es debida a la utilización de cables eléctricos inadecuados (espesor errado), que pueden estar presentes en la red eléctrica del local o en la instalación eléctrica del producto. Este tipo de configuración, así como la utilización de accesorios para conectar varios productos en una única toma de corriente, generan una caída de tensión elevada, o sea, existe una diferencia muy grande entre la tensión nominal suministrada por la distribuidora de energía y la tensión en los terminales del compresor.



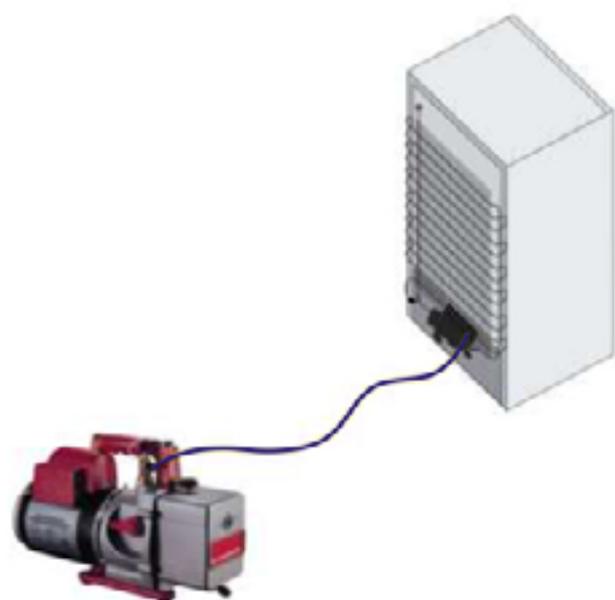
## VACÍO

La realización de vacío en un sistema de refrigeración es uno de los procedimientos más importantes en la sustitución de un compresor, pues solamente a través de la realización de un alto vacío, se puede garantizar la:

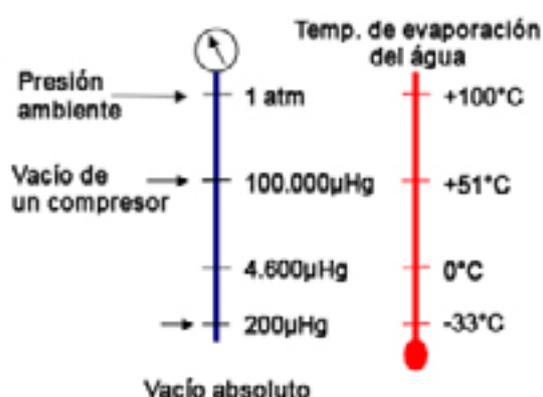
### Retirada de humedad y de gases no condensables del sistema de refrigeración

Al someter el interior del sistema a una bajísima presión, el agua contenida en él irá evaporarse (debido a su baja temperatura de evaporación a baja presión) y salir a través de la bomba de vacío. También en este proceso ocurre la eliminación de gases no condensables.

Deshidratar el sistema es esencial para su buen funcionamiento, pues así son evitados problemas como formación de ácidos, corrosión, aumento de presiones y diversos otros.



El vacío ideal para garantizar las condiciones arriba relacionadas es obtenido solamente con el uso de una bomba de alto vacío y cuando se logra una presión por debajo de 200 microns (-29,913 pul.Hg).



Es importante resaltar que los compresores no deben ser utilizados como bomba de vacío, una vez que no fueron proyectados para eso y si para comprimir un fluido refrigerante. Por lo demás, el nivel de vacío alcanzado cuando se utiliza un compresor es de aproximadamente 100.000 microns, que es una presión muy por encima de la requerida para que toda la humedad del sistema se evapore.

La utilización de los llamados "anticongelantes" a base de alcohol no es recomendada, pues además no retirar la humedad, estos productos reaccionan con el aceite causando daños al compresor.

## CARGA DE FLUIDO REFRIGERANTE

La cantidad de fluido refrigerante en un sistema de refrigeración es otro factor determinante en su mantenimiento, pues una carga incorrecta puede causar diversos daños, por ejemplo, pérdida de rendimiento y desperdicio de energía eléctrica.

El exceso de carga puede causar diversos problemas como:

### Presión de descarga elevada

El exceso de masa de fluido refrigerante en el sistema hace con que la presión del lado de alta presión se eleve por encima de los valores normales de operación.

### Sobrecalentamiento del compresor

Como consecuencia de este aumento de presión el motor es más exigido y se calienta más, causando un aumento en la temperatura del fluido refrigerante comprimido.

### Aumento de la presión de evaporación

El aumento de la presión de descarga causa el aumento de la presión de succión y en consecuencia el aumento de la temperatura de evaporación, lo que puede ocasionar pérdida de rendimiento del sistema.

### Retorno de líquido al compresor

El exceso de cantidad de fluido refrigerante en el evaporador puede no ser totalmente evaporada y retornar al compresor en la fase líquida, causando daños a sus partes mecánicas.

### Carbonización de las válvulas y pérdida de compresión

La elevación de las temperaturas del compresor puede causar la carbonización del aceite lubricante en el contacto de éste con los puntos más calientes, que son las válvulas de succión y descarga. El material carbonizado que queda depositado en estas válvulas no permite la correcta abertura o cierre de las mismas, causando la pérdida de compresión y eficiencia del compresor.

Para evitar estos problemas es necesario utilizar un procedimiento criterioso para garantizar la carga correcta y obtener el mejor desempeño del sistema.

El método de carga más recomendado y más utilizado por las montadoras de productos de refrigeración es la carga por masa, en gramos de fluido refrigerante. Este método garantiza que, bajo cualquier condición de temperatura y presión, sea introducida la cantidad correcta de fluido refrigerante en el sistema.

Para ejecutar tal método se puede utilizar un medidor de caudal, cilindro graduado, balanza, etc. El método de la balanza, por ser el más simple y por necesitar de menores inversiones, será presentado ahora. Recordando que cualquier cilindro de transporte de fluido refrigerante puede ser utilizado y también cualquier modelo de balanza desde que:

- La escala posea divisiones suficientes para la dosis correcta del refrigerante;
- La capacidad de carga sea compatible con el peso del cilindro;
- Esté debidamente calibrada.



## Procedimiento para efectuar la carga de fluido refrigerante en un sistema de refrigeración

### Hacer el vacío en el producto a través de una válvula

Después de todo el proceso de limpieza del sistema y sustitución del compresor, se debe instalar una válvula en el tubo de proceso del compresor, o utilizar las mangueras y válvulas del manifold para evacuar el sistema, alcanzando una presión absoluta máxima de 200 microns (-29,913 pul.Hg).

### Conectar el cilindro de fluido refrigerante en la válvula

Cerrar la válvula y conectar el cilindro de fluido refrigerante. La válvula del cilindro debe ser totalmente abierta para que la manguera de esta conexión permanezca llena de fluido refrigerante.

### Pesar el cilindro

En este momento, se debe colocar el cilindro en la balanza.

### Calcular el peso final del cilindro después de la carga

Sustraer del peso del cilindro el peso del fluido refrigerante que se quiere adicionar al producto para obtenerse el peso final del cilindro después de la carga, utilizando la siguiente fórmula:

$$PF = PI - CARGA$$

Donde:

PF = Peso final del cilindro después de la carga;

PI = Peso inicial del cilindro, antes de iniciar la carga;

CARGA = Peso del fluido refrigerante que se desea cargar en el producto.

### Abrir la válvula hasta la balanza marcar el valor calculado

Manteniendo el cilindro en la balanza, abrir lenta y cuidadosamente la válvula del producto, para que el fluido refrigerante sea cargado y observar el marcador de la balanza. Cuando este marcar el valor calculado (PF), cerrar la válvula del producto y la del cilindro. Fin de la operación.

### Ejemplo

Suponiendo que un refrigerador necesite de una carga de fluido refrigerante de 120g.

Después de seguir los procedimientos relacionados arriba con respecto a la preparación del producto, se verifica que el cilindro del refrigerante pesa 3950g. Aplicando la fórmula de arriba se obtiene PF= 3830g. Por lo tanto se debe abrir la válvula del producto hasta la balanza marcar 3830g.

## SELECCIÓN DE LOS COMPRESORES

Con el propósito de seleccionar un compresor adecuado a la aplicación y que atienda a todos los requisitos deseados de desempeño, durabilidad etc; se debe verificar diversos parámetros como:

### Aplicación

De acuerdo con la temperatura (presión) de evaporación, se puede determinar cual es el rango de aplicación del compresor: baja presión de evaporación (LBP), media/alta presión de evaporación (M/HBP) o alta presión de evaporación/aire acondicionado (HBP/AC).

### Capacidad frigorífica (Btu/h)

La capacidad frigorífica es uno de los factores más importantes para que se seleccione adecuadamente un compresor que atienda a las necesidades del sistema. Puede ser especificada en Btu/h, Kcal/h o Watt y es determinada en condiciones de operación especificadas por norma para cada rango de aplicación. En Brasil la unidad más comúnmente utilizada es el Btu/h.

Tabla de conversión de unidades:

$$1 \text{ Btu/h} = 0,252 \text{ Kcal/h}$$

$$1 \text{ Btu/h} = 0,2928 \text{ Watt}$$

$$1 \text{ Watt} = 0,86 \text{ Kcal/h}$$

$$1 \text{ Watt} = 3,415 \text{ Btu/h}$$

### Fluido refrigerante

Cada modelo de compresor posee características específicas para elección del tipo de fluido refrigerante, tipo de aceite, desplazamiento, dimensionamiento del motor, bomba y componentes eléctricos.

### Tensión y frecuencia

Es necesario que sean seleccionadas correctamente la tensión y frecuencia del compresor para que opere en condiciones adecuadas.

### Dimensiones

El compresor seleccionado debe tener dimensiones compatibles con el producto donde será instalado.

## RANGOS DE APLICACIÓN

Los compresores Tecumseh son proyectados para presentar el mejor desempeño dentro de los rangos específicos de aplicación. Así, respetando los rangos, se optimiza el uso del compresor, garantizando su funcionamiento adecuado.

Los rangos de aplicación y sus límites son presentados en la tabla a continuación:

RANGO DE APLICACIÓN	TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN
Baja Presión de Evaporación (LBP)	-34,4°C a -12,2°C
Media/Alta Presión de Evaporación (MBP/HBP)	-15,0°C a +12,8°C (Compresores AE) -20,0°C a +10,0°C (Compresores TY)
Presión Comercial de Evaporación (CBP)	-17,8°C a +10,0°C
Acondicionador de Aire (HBP/AC)	0°C a +12,8°C

La utilización de un compresor fuera de su rango de aplicación puede traer las siguientes consecuencias:

- Pérdida de rendimiento;
- Sobrecalentamiento;
- Alto consumo de energía;
- Reducción drástica de la vida útil;
- Pérdida de la capacidad de arranque.

## CUIDADOS CON EL MANIPULEO DEL COMPRESOR

A pesar de aparentemente robusto se debe tomar diversos cuidados en su manipuleo, para no dañarlo ni perjudicar su desempeño.

### No volcar

Al volcar el compresor, el aceite de su carga de aceite puede entrar por la succión de su bomba e ir para el interior de la cámara de compresión. Como el compresor no es proyectado para bombear aceite puede bloquear, teniendo sus partes mecánicas dañadas o simplemente no funcionar.

### No dejar caer

Una caída puede dañar el compresor, inutilizándolo o perjudicando su funcionamiento. Puede también desplazar su bomba, haciendo con que ésta se apoye en la carcasa resultando en ruido durante su funcionamiento.



## CUIDADOS CON EL MANIPULEO DEL COMPRESOR

### No dejar abierto por más de 15 minutos

Dejar el compresor sin los tapones de sellado de los tubos conectores por un largo tiempo permite que la humedad del aire y el polvo entren en su interior, contaminando el aceite lubricante y perjudicando su funcionamiento. El aceite Poliol Éster, contenido en los compresores para R134a y R404A, es aproximadamente 100 veces más higroscópico que los otros tipos de aceites, o sea, su capacidad de absorber humedad del aire es mucho mayor que la de los otros tipos de aceites utilizados en los demás compresores.

### No hacer ensayo de bancada

La realización de ensayo de bancada para verificar compresión, hecho con el tubo conector de succión abierto, aspirando el aire, permite la aspiración de gran cantidad de humedad y polvo para dentro del compresor. Esa humedad y polvo contaminan y perjudican su funcionamiento y, además, se sabe que no existe ninguna relación entre la presión de descarga alcanzada por el compresor bajo estas condiciones y su desempeño cuando está instalado en un sistema de refrigeración.

### No enderezar los terminais de conexión eléctrica

Si los terminales de conexión eléctrica de un compresor se tuercen por cualquier motivo, sea por caída, colisión u otra eventualidad, jamás deben ser enderezados, pues el aislante usado entre el terminal y la carcasa del compresor es vidrio, y éste se puede trizar en el momento en que el terminal se tuerce, o en el momento de enderezarlo. Si esto ocurre, el riesgo de un accidente es elevado, debido a la falla de aislación y a las presiones a las cuales el compresor es sometido.

### No alterar el posicionamiento de los tubos

No se recomienda el manipuleo de los tubos de proceso, succión y descarga de los compresores con la finalidad de alterar su posición. Esta práctica puede generar micro trizaduras en la región de soldadura entre los tubos y la carcasa y estas pueden resultar en fuga de fluido refrigerante.

## SECUENCIA PARA SACAR LOS TAPONES DE LOS TUBOS DE CONEXIÓN

Al instalar un nuevo compresor hermético en un sistema de refrigeración, se debe obedecer la secuencia recomendada de remoción de los tapones de goma, para evitar que la pared interna del tubo conector quede impregnada de aceite lubricante durante el proceso de despresurización del compresor, acarreado dificultad de soldadura entre el tubo conector con las líneas de succión y del condensador.

Para compresores herméticos del tipo recíproco, se debe sacar primeramente el tapón del conector de descarga y posteriormente los demás (succión y proceso).

En los compresores del tipo rotativo, se debe sacar primeramente el tapón del tubo de succión (acumulador) y posteriormente el tapón del tubo conector de descarga.

## RECOMENDACIONES DE LA INGENIERÍA DE APLICACIÓN

PARA LOS COMPRESORES TECUMSEH QUE OPERAN CON LOS FLUIDOS REFRIGERANTES R-12, R-22, R-502, R-134a, R-404A, R-410A, R-600a y R-290

En un sistema de refrigeración, las condiciones de temperatura y presión a lo largo del circuito irán determinar el rendimiento del sistema y el desempeño del compresor.

Para preservación de la vida útil y optimización del desempeño del compresor, es necesario que límites de temperatura y presión sean respetados de la siguiente manera:

TEMPERATURAS DE OPERACIÓN	
Temperatura de condensación	10 a 13°C por encima de la temperatura ambiente
Temperatura de succión	3 a 5°C por debajo de la temperatura ambiente
Temperatura de descarga del compresor	Menor o igual a 120°C
Temperatura de la carcasa del compresor	Menor o igual a 110°C
Temperatura del bobinado del compresor	Menor que 130°C

### ¿Por qué respetar estos límites?

#### Temperatura de condensación

Para garantizar el intercambio de calor con el ambiente y respetar los límites de presión de descarga recomendados para el compresor.

#### Temperatura de succión

Para evitar el retorno de líquido al compresor o calentamiento excesivo del fluido refrigerante de retorno.

#### Temperatura de descarga del compresor

Por encima de esta temperatura puede ocurrir la carbonización del aceite en las válvulas del compresor, causando obstrucción y/o falla de su funcionamiento.

#### Temperatura de la carcasa del compresor

Este factor garantiza que las temperaturas internas del compresor estén dentro de los límites aceptables.

#### Temperatura del bobinado del compresor

Para garantizar la eficiencia de la aislación de los bobinados del motor del compresor.

## MÁXIMAS PRESIONES RECOMENDADAS DE OPERACIÓN

FLUIDO REFRIGERANTE	PRESIONES MÁXIMAS (psig)		OBSERVACIONES
R-12	Presión de equilibrio	80 / 80	Aplicación: LBP *
	Presión de Pico (descarga)	260	
	Presión de descarga estabilizada	212	
R-22	Presión de equilibrio	170 / 170	Aplicación: HBP ** (Acondicionadores de aire)
	Presión de Pico (descarga)	440	
	Presión de descarga estabilizada	400	
R-134a	Presión de equilibrio	85 / 85	Aplicación: LBP *
	Presión de Pico (descarga)	290	
	Presión de descarga estabilizada	230	
R-600a	Presión de equilibrio	50 / 50	Aplicación: LBP *
	Presión de Pico (descarga)	145	
	Presión de descarga estabilizada	113	
R-404A	Presión de equilibrio	205 / 205	Aplicación: LBP *
	Presión de Pico (descarga)	455	
	Presión de descarga estabilizada	400	
R-290	Presión de equilibrio	128 / 128	Aplicación: LBP *
	Presión de Pico (descarga)	360	
	Presión de descarga estabilizada	290	
R-410A	Presión de equilibrio	263 / 263	Aplicación: HBP ** (Acondicionadores de aire)
	Presión de Pico (descarga)	750	
	Presión de descarga estabilizada	608	

\* Valores recomendados considerando temperatura ambiente de 43°C.

\*\* Valores recomendados considerando temperatura ambiente de 32°C.

Los valores presentados en la tabla anterior son los límites máximos en que los compresores Tecumseh pueden operar. En condiciones normales de funcionamiento, para la grande mayoría de las aplicaciones, las presiones verificadas serán menores que estos valores mencionados.

## ¿Por qué respetar estos límites?

### Presión de equilibrio

Para garantizar el arranque del compresor. Presiones de equilibrio elevadas impiden el arranque del compresor. Estos valores son válidos para las aplicaciones con tubo capilar, en que se prevé la equalización de las presiones antes del arranque del compresor.

### Presión de pico (descarga)

Para que el compresor sea capaz de pasar por esta condición sin sobrepasar sus límites de carga.

### Presión de descarga estabilizada

Límite de presión de trabajo que garantiza la durabilidad del compresor, evitando el desgaste prematuro de sus partes móviles.

## Problemas que pueden afectar el compresor cuando el es sometido a condiciones fuera de sus límites de funcionamiento

Todos los compresores producidos en Tecumseh son ensayados y aprobados según los límites recomendados para su rango de operación, simulando las diversas posibilidades de aplicación, lo que garantiza a sus productos un funcionamiento con excelente eficiencia, calidad y larga vida útil.

Al ser aplicado en un sistema de refrigeración el compresor irá interactuar no solamente con los componentes del sistema, pero también con el medio en que será instalado, estableciendo así una nueva condición de funcionamiento.

Cuando el compresor es utilizado dentro de sus límites de aplicación, el resultado es la excelente eficiencia y rendimiento, asociado a una larga vida útil.

Los ejemplos siguientes muestran algunos problemas que ocurren cuando el compresor es sometido a condiciones que sobrepasan los límites de aplicación, ocasionando mal funcionamiento, fallas y hasta daños irreparables al compresor.

## FALLAS ELÉCTRICAS

En la figura 01 se verifica que hubo el derretimiento de la aislación y posteriormente la quema del motor eléctrico del compresor. Algunas causas detectadas que pueden haber ocasionado este defecto son:



Figura 01

- Utilización de componentes eléctricos no especificados por Tecumseh, lo que causa la alteración de los rangos de protección del compresor. En esta condición, los parámetros eléctricos y térmicos del motor sufren alteraciones, pudiendo ocasionar el comprometimiento de la aislación eléctrica de los bobinados.

- La caída de una de las fases de la red eléctrica de alimentación, lo que hace que el compresor no tenga torque suficiente para arrancar o mantenerse operando. De esta manera, los embobinados del motor eléctrico quedan energizados con baja tensión, ocasionando un calentamiento excesivo y la quema del motor eléctrico del compresor.

Todos los componentes eléctricos utilizados en los compresores Tecumseh son criteriosamente probados en laboratorio y evaluados por su ingeniería para garantizar la correcta protección, evitando así problemas provenientes de la aplicación fuera de los límites. Por esta razón, NUNCA sustituya los componentes eléctricos por otros que no sean EXACTAMENTE los especificados por Tecumseh.

## DAÑOS EN LAS VÁLVULAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA

El sistema de refrigeración debe estar exento de residuos sólidos (salpicadura de soldadura, rebaba metálicas, etc.), pues estos residuos irán circular en el sistema durante el funcionamiento del producto y en algún momento irán circular en el sistema mecánico del compresor, comprometiendo los cojinetes y el bombeo del fluido refrigerante.

Las figuras abajo muestran la falla ocurrida en la válvula de succión del sistema de compresión:



Figura 01

En la **figura 01** se puede ver que el residuo está impidiendo la apertura de la lámina de succión, que imposibilita la entrada del fluido refrigerante en la cámara de compresión y ocasionando la falla en el bombeo y compresión del fluido refrigerante en el sistema.

En la **figura 02** se demuestra que el residuo sólido quedó alojado en la válvula de descarga de forma a mantenerla siempre abierta, ocasionando la falla en la compresión del fluido refrigerante.



Figura 02



Figura 03

En la **figura 03** el residuo entró en la cámara de compresión y fue comprimido por el pistón contra la válvula de succión, ocasionando la rotura de este componente. Como consecuencia, el mecanismo de bombeo queda totalmente comprometido (no comprime el fluido refrigerante).

■ Para evitar este tipo de problema, se debe tomar cuidados especiales referentes a la limpieza del sistema de refrigeración, principalmente en el lado de baja presión, pues como no hay filtro en este recorrido el residuo sólido irá entrar directamente en el compresor pudiendo generar los problemas arriba descritos.

■ Otra situación que puede generar este tipo de falla es cuando la cámara de compresión queda inundada con aceite lubricante. Como los compresores son proyectados para comprimir solamente fluido refrigerante en la fase gaseosa, habrá daños en la válvula de succión. Este tipo de problema está relacionado al manipuleo y transporte incorrecto del compresor. Si se inclina el compresor para el mismo lado donde está ubicada la succión, el aceite lubricante del compresor entrará en la mufla de succión, y cuando se conecta el compresor, ocurre aspiración del aceite para dentro de la cámara de compresión, dañando definitivamente el compresor.

Para evitar errores en el manipuleo y transporte del compresor, por favor verificar las posiciones permitidas en el catálogo de Tecumseh o a través del sitio [www.tecumseh.com.br](http://www.tecumseh.com.br)

## VÁLVULA DE DESCARGA DAÑADA POR ALTA PRESIÓN Y TEMPERATURA

Cuando el sistema de refrigeración opera en condiciones de presión y temperatura superiores a los límites recomendados por la ingeniería de aplicación de Tecumseh, puede ocurrir la carbonización del aceite, lo que obstruye la válvula de descarga e impide su apertura y cierre correctos durante el ciclo de descarga y compresión.

**LAS CAUSAS QUE PUEDEN GENERAR ESTE TIPO DE FALLA SON:**

- a. Dificultades en el intercambio de calor entre el Condensador y el ambiente causadas por su falta de limpieza, bloqueo o falla del motor-ventilador del condensador con ventilación forzada.
- b. Exceso de carga de fluido refrigerante en el sistema de refrigeración.

En esta condición, pueden ocurrir daños en los otros componentes mecánicos (cigüeñal, biela, cilindro, etc.) y en el motor eléctrico.

## PLACA VÁLVULA DE DESCARGA NORMAL Y CARBONIZADA



Normal



Carbonizada

## CIGÜEÑAL NORMAL Y CON DESGASTE



Normal



Con desgaste

## MOTOR ELÉCTRICO NORMAL Y OTRO CON AISLACIÓN DAÑADA "MASA"



Normal



Aislación dañada



## HUMEDAD DENTRO DEL COMPRESOR

Todo sistema de refrigeración debe ser sometido al proceso de evacuación utilizando una bomba de alto vacío para remover la humedad y gases no condensables antes de efectuar la carga de fluido refrigerante.

En caso contrario, la presencia de la humedad en el sistema de refrigeración irá generar corrosión en los componentes mecánicos y falla de la aislación eléctrica del motor.

## COMPRESOR SIN LA TAPA (CARCAZA SUPERIOR) EN LA CONDICIÓN NORMAL Y OTRO CON CORROSIÓN



Normal



Con corrosión

**TECUMSEH DO BRASIL LTDA.**



*Tecumseh*

**TECUMSEH DO BRASIL LTDA.**

**Rua Wesley Herrick, 700 | Jardim Jockey Club**

**São Carlos - SP | CEP 13565 090**

**Telefone (55 16) 3363 7000**

**Fax (55 16) 3363 7219**

**Site [www.tecumseh.com.br](http://www.tecumseh.com.br)**

**E-mail [marketing@tecumseh.com](mailto:marketing@tecumseh.com)**







**TECUMSEH DO BRASIL LTDA.**

Rua Wesley Herrick, 700 | Jardim Jockey Club | São Carlos - SP | CEP 13565 090

Tel (55 16) 3363 7000 Fax (55 16) 3363 7219 E-mail [marketing@tecumseh.com](mailto:marketing@tecumseh.com)

[www.tecumseh.com.br](http://www.tecumseh.com.br)