



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN
DE PERFUMES**

**TRABAJO MONOGRAFICO
DE ACTUALIZACIÓN**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

**P R E S E N T A :
SERGIO PINEDA ZALDO**



MÉXICO, D.F.

**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA**

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado asignado:

Presidente Prof. Ernesto Perez Santana

Vocal Prof. María del Socorro Alpizar Ramos

Secretario Prof. Francisco Gracia Olivares

1er Suplente Prof. Raul Lugo Villegas

2do Suplente Prof. Ivan Alejandro Franco Morales

Sitio donde se desarrollo el tema: *Laboratorio de Tecnología Farmacéutica Facultad de Química de la UNAM.*

Asesor del Tema: Prof. María del Socorro Alpizar Ramos

Sustentante: Sergio Pineda Zaldo

The image shows two handwritten signatures. The top signature is in black ink and appears to be 'María del Socorro Alpizar Ramos'. The bottom signature is also in black ink and appears to be 'Sergio Pineda Zaldo'. Both signatures are written over horizontal lines, likely representing the names of the individuals mentioned in the text.

INDICE

1-	OBJETIVOS	pag 5
2-	INTRODUCCIÓN	pag 6
3-	EL PERFUME: TIPOS E HISTORIA	pag 7
4-	.FABRICACIÓN DE PERFUMES –SITUACIÓN ACTUAL	pag 9
5-	FABRICACIÓN DE PERFUMES DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	pag 10
5.1	Diagrama de flujo (Descripción del proceso)	pag 10
5.2	Diagrama y operación del tanque de fabricación.	pag 11
5.3.	Filtración	pag 13
6-	OPERACIÓN DE UN ENFRIADOR.	pag 14
6.1.	PRINCIPIOS DE REFRIGERACION.	
6.1.1.	Conceptos básicos.	pag 14
6.1.2.	Diagrama de Mollier presión - entalpía (DH)	pag 18
6.1.3.	Ciclo de refrigeración normal.	pag 20
6.2.	DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA.	
	Unidad de compresión, Condensador de placas, Evaporador, Refrigerante.....	pag 22
6.3	DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y AJUSTES.	pag 25
6.3.1	Introducción.	pag 25
6.3.2	Alcance	pag 26
6.3.3	Generalidades	pag 29
6.3.4.	Operación del sistema.	pag 29
6.3.4.1	Condiciones previas al arranque del sistema.	pag 29
6.3.4.2	Puesta en marcha.	pag 30
6.3.5	Descripción de las pantallas de operación en Interface DTAMPLUS II	pag 31
6.3.5.1	Compresor.	pag 32
6.3.5.2	Condensador	pag 35
6.3.5.3	Evaporador.	pag 37

6.3.5.4	Fallas compresor reciprocante.	4 pag 39
6.4.	ARRANQUE INICIAL Y MANTENIMIENTO. pag 41
6.4.1.	Descripción del proceso. pag 41
6.4.2.	Vacío al compresor pag 41
6.4.3	Aceite lubricante (Carga inicial y reposición) pag 42
6.4.4	Carga de refrigerante (inicial y reposición) pag 45
6.4.5.	Inspección periódica. pag 46
7-.PROPUESTA PARA LA MEJORA EN LA FABRICACIÓN DE PERFUMES, PUNTOS CRÍTICOS	 pag 49
8-. CONCLUSIONES	 pag 52
9-. BIBLIOGRAFIA	 pag 54

1-. OBJETIVOS

- 1- Presentar una alternativa que reduzca el tiempo de proceso en la etapa de enfriamiento de un perfume.
- 2- Dar a conocer el manejo de un sistema de enfriamiento convencional utilizado en la industria cosmética.

2-. INTRODUCCIÓN

El propósito de esta tesis, es analizar un método alternativo de enfriamiento de perfumes a menos de 10 grados, ya que esta etapa del proceso es de suma importancia para el aseguramiento de la calidad de un perfume, ya que al enfriar el granel se precipitan los sólidos insolubles que le dan una apariencia opalescente al producto y mediante la filtración a bajas temperaturas se logra mejorar la apariencia, los métodos convencionales utilizados en las organizaciones fabricantes de cosméticos, son por lo general muy tardados, normalmente en enfriar un lote de 3000Kg requiere de 1hr, lo cual eleva mucho los costos de producción y la mano de obra útil.

La propuesta que presento en este trabajo, es una opción que reducirá el tiempo asignado a esta etapa del proceso de fabricación de perfumes.

Incluyo además un PNO (*procedimiento normalizado operacional*) explicando el uso de un enfriador de uso común en la industria cosmética y los principios básicos de refrigeración los cuales serán útiles para el entendimiento de la propuesta.

3-. EL PERFUME: TIPOS E HISTORIA

Las fragancias de las flores, y los olores de los animales, y minerales han sido apreciados por el hombre desde su aparición en la tierra, hasta tal punto que el perfume, etéreo, agradable, volátil y expansivo fue la ofrenda más adecuada que encontraron los hombres para comunicarse con sus dioses y rendirles culto. El arte de extraer perfumes se practica desde tiempos inmemoriales. Plinio coloca el origen de la perfumería -almizcle, incienso, ámbar, mirra y jazmín- en los países de Oriente (India, Arabia, Islas de Tylos) en el siglo XIII antes de Cristo, aunque se sabe que el incienso se utilizaba 3000 años a.C.

ANTIGUO EGIPTO

Aunque el perfume, en el sentido actual de una solución a base de alcohol, no existía en el antiguo Egipto, las sustancias aromáticas desempeñaron un papel esencial en esa gran civilización mediante dos tipos de preparados: las fumigaciones y el uso de bálsamos y ungüentos. Las primeras provienen de un método muy simple que consiste en colocar maderas, especias, frutos o resinas sobre una fuente de calor, dejando escapar sus aromas. Esta práctica no tardó en ser admitida en todos los templos en los que, poco a poco, las sustancias en estado bruto cedieron el sitio a preparados más complicados, como lo atestiguan las recetas en jeroglíficos halladas en Edfu y en Philae. Así, el kephi era una preparación célebre cuyos principales ingredientes: mirra, lentisco, bayas de enebro, granos de alholva, pistacho y chufa, eran machacados y luego tamizados. El polvillo obtenido se mezclaba con vino y después con una preparación cocida a base de resma de conífera y miel. En realidad el Kyphi o Kephri estaba compuesto por 16 productos aromáticos según una complicada fórmula y se utilizaba para hacer ofrendas al atardecer al dios Ra. Para efectuar las ofrendas, los egipcios disponían de dos clases de utensilios: una cacerola de metal que recibía las brasas y un "brasero de incienso", especie de manga de madera o bronce terminada por una mano abierta en la que descansaba una copa que contenía el incienso. Respecto a los ungüentos y los aceites perfumados, se aplicaban sobre una piel sana o herida según se usaran para fines cosméticos o terapéuticos. Se desconocía la destilación, y asimismo el alcohol puro, por lo que se empleaban productos grasos (aceite vegetal, grasa animal) para absorber los olores de las flores y las resinas. A esta base agregaban colorantes y productos curativos. Los ungüentos se conservaban en redomas y vasijas, a menudo de alabastro, o en vasos. También se han descubierto

pequeños frascos de cerámica, piedra o alfarería, generalmente con formas de animales. Más tarde, aparecieron los frascos de cristal: cántaros con asas, ánforas, vasos y copas adornados con filamentos policromados.

Desde el Imperio Antiguo al Imperio Medio, los perfumes se reservaron más bien a usos religiosos: aplicaciones purificadoras, ofrendas a los dioses y culto a los muertos -cuando se abrió la tumba de Tutankhamon en 1922 se encontró un gran número de recipientes que aún expedían un suave aroma al ser abiertos.

Durante el Imperio Nuevo (1580-1085 a. J. C.) los perfumes también se utilizaron como objeto de uso profano, aunque solamente los fabricaban los sacerdotes creaban fórmulas aromáticas para cada ceremonia, pulverizadas o maceradas sufrían procesos de varios meses hasta que se obtenía la fragancia adecuada ya que cada celebración tenía su fragancia específica. Las mujeres usaban los ungüentos y los aceites aromáticos para su tocado o como cosmético y eran algo imprescindible que esta civilización concedió al cuidado del cuerpo y a la estética. En ellos se ve como los egipcios ponían en el agua aceites mezclados con lima y después del baño se untaban con aceites perfumados para cuidar la piel. Las damas egipcias de alto estatus llevaban siempre bolsitos de goma en los rituales amorosos.

Fueron los egipcios los primeros que utilizaron los perfumes para su cuidado personal, hay numerosos relieves y pinturas que muestran el uso de cosméticos, aceites y otros productos perfumados. Los restos arqueológicos egipcios proporcionan una gran documentación sobre la importancia del uso de las-resinas olorosas como aún es costumbre entre los chinos.

Actualmente existen innumerables presentaciones de perfumes y esencias en las que destacan y tienen gran demanda, las colonias, las lociones, las aguas de tocador, los perfumes en rollete, las colonias para niños, los sprays de aromas dulces para el cuerpo, los de uso veterinario, aceites de baño, baños de espuma, barras labiales, champús, desodorantes, espumas de afeitarse, filtros solares, lacas para el cabello, polvos faciales y sales de baño.

4- FABRICACIÓN DE PERFUMES DE USO COSMÉTICOS – SITUACIÓN ACTUAL

Las esencias compuestas del musk, peonía, almizcle, jacinto, vainilla, ámbar, Chipre, piel, lavanda, sándalo, de cítricos tan socorridos como la bergamota, no pasan de moda, y simplemente se van desarrollando nuevas esencias que se mezclan con estas que eran usadas desde la época de los egipcios. Los fijadores nos dan en gran parte la pauta para encontrar perfumes de varios precios, generalmente los que tengan los mejores fijadores serán los más caros, entre los fijadores más utilizados se encuentra la benzofenona, la cumarina, el uvinul, y algunos en perfumes finos se emplean extractos de orines de conejo. En la actualidad la fabricación de perfumes tiene una gran demanda, su mercado es muy amplio y abarca desde niños, hasta adultos mayores, además se separa por sexos, incluyendo por supuesto los perfumes unisex que han tenido una gran aceptación como lo es uno muy conocido elaborado por la casa Calvin Klein.

Existen un sin fin de compañías que han descubierto en este mercado grandes utilidades al vender perfumería, de ahí que existan cada vez más empresas dedicadas a este rubro, por lo que las ya establecidas deben buscar ampliar sus ventas y horizontes para evitar que las nuevas empresas les ganen mercado.

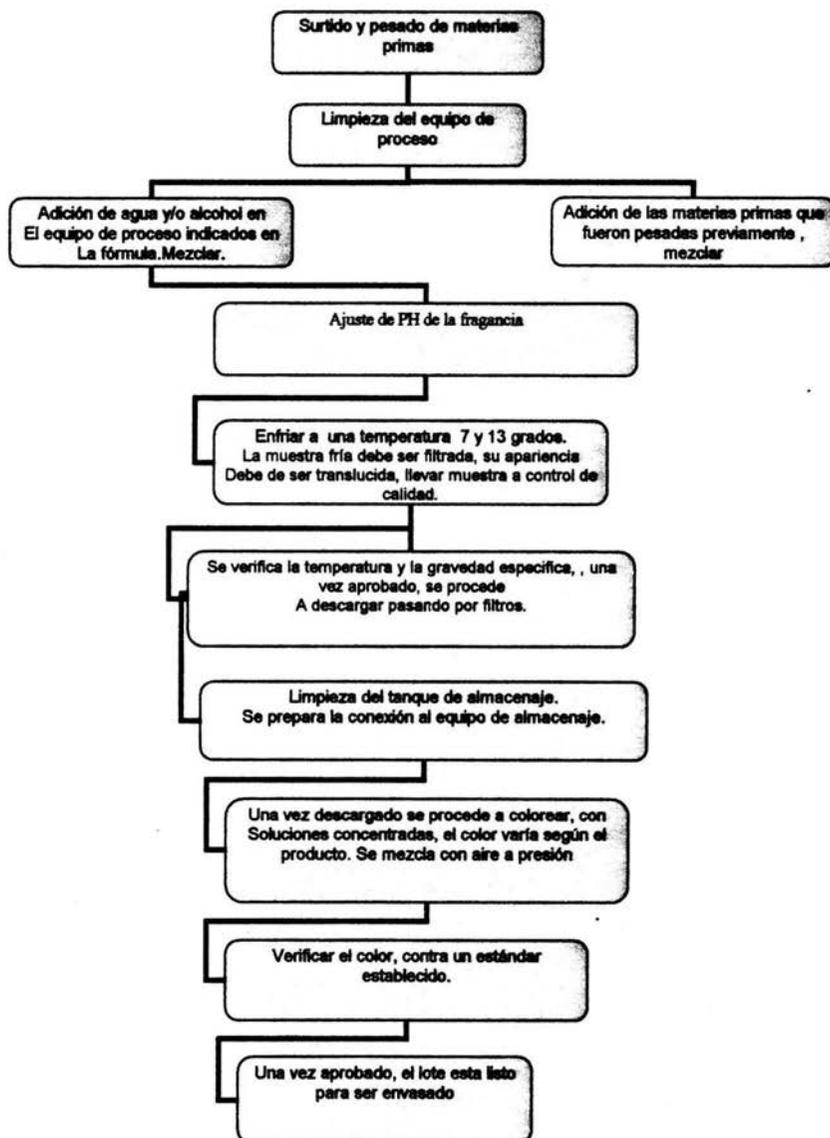
Casas muy grandes hacen estudios de desarrollo en sus laboratorios, con los diferentes químicos que conforman las esencias crean nuevos y más sofisticados aromas, se establecen las proporciones de alcohol y agua que llevará y que fijadores son los más convenientes esta parte es aprobada por sus laboratorios de calidad y se hacen demostraciones a escala de este nuevo aroma en el mercado al que se piensa dirigir el producto, se recolectan los datos, se hace el estudio de mercado, y posteriormente se produce a gran escala en las fábricas.

Se hacen además distintos moldes por el departamento de ingeniería y empaque el cual se encarga del diseño de la botella y el empaque secundario que la contendrá, el modelo que resulte más atractivo para el nuevo perfume será el escogido, se sabe que un buen diseño incrementa importantemente las ventas.

Todo este proceso, desde la formulación de la esencia, diseño de botella y el empaque secundario hasta la producción en serie llega a tomar un año para que pueda llegar al consumidor.

5-. FABRICACIÓN DE PERFUMES DESCRIPCIÓN DEL PROCESO LIMITACIONES

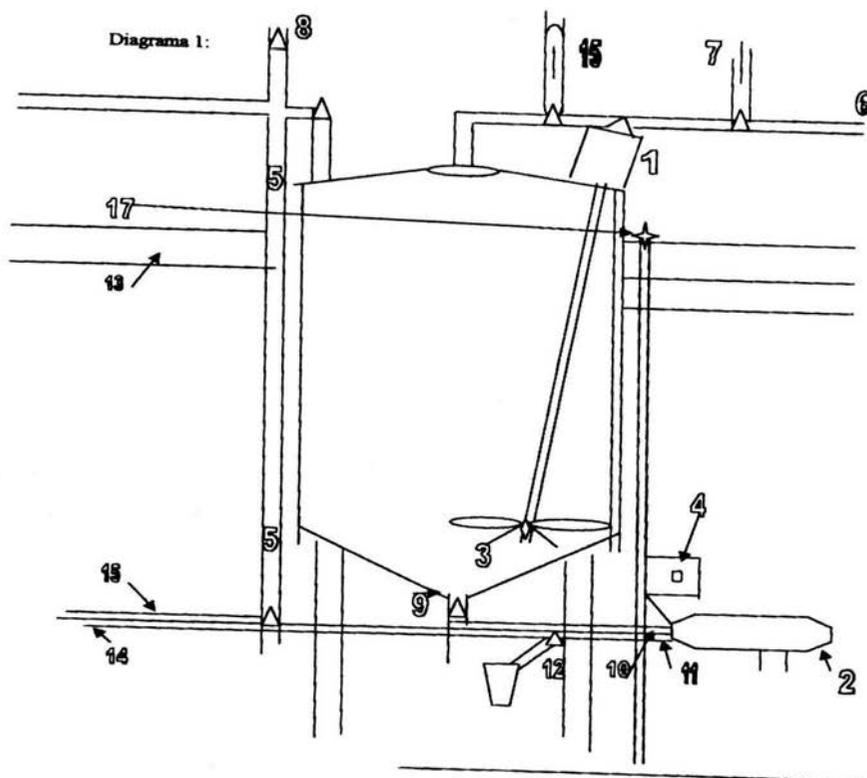
5.1 Diagrama de flujo



5.2 DIAGRAMA DE TANQUE DE FABRICACIÓN

El proceso se lleva a cabo en un tanque de fabricación el cual debe contar con los servicios necesarios para este proceso.

- 1.- Motor propela de agitación
- 2.- Bomba de succión
- 3.- Propela de agitación
- 4.- Encendido de propela de agitación
- 5.- Recirculación del equipo (acero inoxidable de 1 ½ pulg de diámetro)
- 6.- Entrada de alcohol deodorizado (acero inoxidable de 1 ½ pulg de diámetro)
- 7.- Entrada de agua desmineralizada (acero inoxidable de 2 pulg de diámetro)
- 8.- Salida del equipo para descarga (acero inoxidable de 2 pulg de diámetro)
- 9.- Salida del equipo a la bomba
- 10.- Entrada a la bomba (acero inoxidable de 1 ½ pulg de diámetro)
- 11.- Salida de la bomba (acero inoxidable de 1 ½ pulg de diámetro)
- 12.- Descarga a drenaje de remanentes del equipo
- 13.- Plataforma de seguridad
- 14.- Entrada al enfriador
- 15.- Retorno del filtro prensa
- 16.- Vapor a baja presión.
- 17.- Aire comprimido con filtro micro.
- 18.-  válvulas de paso en posición cerrada



OPERACIÓN DEL TANQUE DE FABRICACION

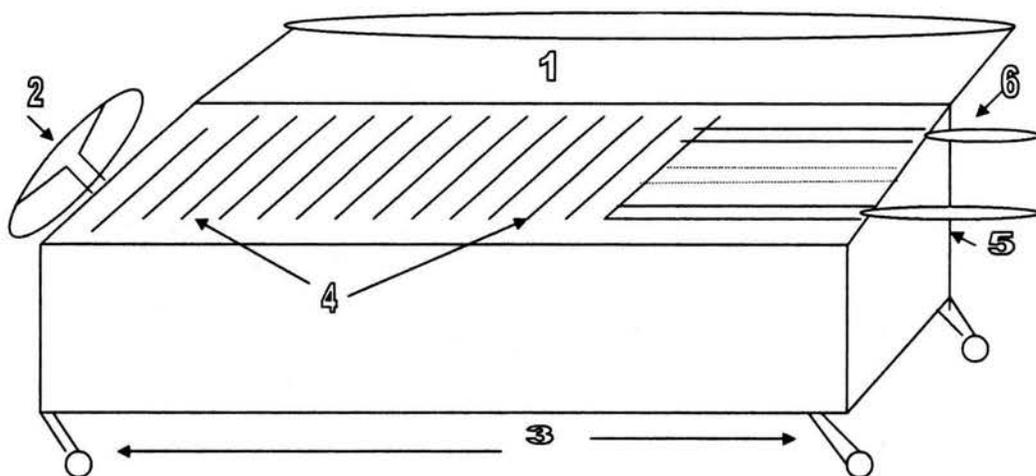
El tanque de fabricación (*diagrama 1*) es operado por un trabajador, el cual recibe una orden de producción, en ella se indica la cantidad de agua o del alcohol desodorizado por adicionar al tanque, además de las materias primas que lleva el lote a producir, las cuales ya están pesadas e identificadas previamente; en el tablero de control se marca la cantidad a enviar, se abre la válvula correspondiente y se prende la bomba de succión la cual envía al tanque la cantidad marcada, ya sea de alcohol o de agua, o ambos.

Una vez vaciado el líquido, se adicionan las materias primas de acuerdo al PNO indicado para el producto en específico, dando los tiempos de mezclado correspondientes y haciendo las premezclas que se indiquen, se lleva una muestra al laboratorio de calidad.

Aprobada la mezcla se procede a enfriar de un rango de entre 13°C y 7°C, se procede a filtrar pasando por el filtro prensa, una vez descargado si lleva color se le adiciona y se mezcla con aire comprimido.

El tanque mezclador se encuentra conectado al enfriador y este tiene su salida al filtro prensa, (*Diagrama 2*) que tiene retorno al tanque, y de aquí se recircula o se descarga al tanque de reserva.

Diagrama 2.



1.- Tapa del filtro prensa

13

2.- Manivela, para ajuste de placas

3.- Ruedas del filtro

4.- Placas del filtro (14)

5.- Entrada del enfriador

6.- Salida a la recirculación del equipo

5.3. FILTRACIÓN

Cuando el lote se esta mezclando, las llaves del filtro se encuentran cerradas y solo recircula el producto, cuando se procede a enfriar se abren las llaves de entrada y salida para que el precipitado que se vaya formando se que de en los filtros una vez ya apretados con 14 filtros de papel marca cuno tipo zeta plus.

Al descargar se apaga el enfriador y se pasa por filtros para eliminar el remanente y asegurar la calidad del lote.

6. OPERACIÓN DE UN ENFRIADOR.

6.1. PRINCIPIOS DE REFRIGERACION.

6.1.1. CONCEPTOS BASICOS

Generalmente los usuarios confunden la palabra refrigeración con frío y con enfriamiento, sin embargo, la práctica de ingeniería de refrigeración trata casi enteramente con la transmisión de calor.

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 rigen nuestra existencia aquí en la tierra, varios de los cuales son básicos para el estudio de la refrigeración. La primera y más importante de estas leyes dice: la energía no puede ser creada ni destruida, sólo puede transformarse de un tipo de energía en otra.

CALOR

El calor es una forma de energía creada principalmente por la transformación de otros tipos de energía de calor. Por ejemplo, la energía mecánica que opera una rueda causa fricción y crea calor.

Calor es definido frecuentemente como energía de tránsito, porque nunca se mantiene estática, ya que siempre esta transmitiéndose de los cuerpos cálidos a los cuerpos fríos.

Existe calor a cualquier temperatura arriba de cero absoluto, incluso en cantidades extremadamente pequeñas. Cero absoluto es el término usado por los científicos para describir la temperatura más baja que teóricamente es posible lograr en la cual no existe calor, y que es de $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-460\text{ }^{\circ}\text{F}$). La temperatura más fría que podemos sentir en la tierra es mucho más alta en comparación con esta base.

CALOR ESPECIFICO

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°C (1°F).

Por definición, el calor específico del agua es de 1.0, pero la cantidad de calor necesario para aumentar las temperaturas de otras sustancias varía. Se requieren únicamente 0.64 kilo-calorías por kilo (0.64 BTU por libra) para aumentar la temperatura de un kilo (libra) de mantequilla 1°C (1°F), y sólo 0.22 kilo-calorías (BTU) para aumentar la temperatura de un kilo de (libra) aluminio 1°C (1°F), por lo tanto los calores específicos de estas dos sustancias son 0.64 y 0.22 respectivamente.

CALOR SENSIBLE

El calor sensible se define como el calor que provoca un cambio de temperatura en 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.

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.

CALOR LATENTE DE FUSION

El cambio de una sustancia de sólido a líquido o de líquido sólido requiere calor latente de fusión. Este también puede llamarse calor latente de licuefacción o calor latente de congelación.

Cuando se derrite un kilo (una libra) de hielo éste absorbe 80 kilo-calorías (144 BTU) a una temperatura constante de 0°C (32 °F); del mismo modo, cuando se congela un kilo (una libra) de agua para convertirla en hielo deben abstraerse 80 kilo-calorías (144 BTU) a una temperatura constante de 0°C (32°F). En la congelación de productos alimenticios, únicamente se considera el calor latente del porcentaje de agua que contienen, por lo tanto, el calor latente se conocerá determinando el porcentaje de agua que existe en dichos productos.

TEMPERATURA DE SATURACION

Saturación, es la condición de temperatura y presión en la cual el líquido y el vapor pueden existir simultáneamente. Un líquido o vapor está saturado cuando está en su punto de ebullición (para el nivel del mar, la temperatura de saturación del agua es de 100°C o 212 °F). A presiones más altas de la temperatura de saturación aumenta, y disminuye a temperaturas más bajas.

VAPOR SOBRECALENTADO

Cuando el líquido cambia a vapor, cualquier cantidad adicional de calor aumentará su temperatura (calor sensible), siempre y cuando la presión a la que se encuentre expuesto se mantenga constante. El término vapor sobrecalentado se emplea para denominar un gas cuya temperatura se encuentre arriba de su punto de ebullición o saturación. El aire a nuestro alrededor contiene vapor sobrecalentado.

LIQUIDOS SUBENFRIADOS

Cualquier líquido que tenga una temperatura inferior a la temperatura de saturación correspondiente a la presión existente, se dice que se encuentra subenfriado. El agua a cualquier temperatura por debajo de su temperatura de ebullición (100 ° al nivel del mar) está subenfriada.

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 mar ha sido universalmente aceptada y establecida a 1.03 kilos por centímetro cuadrado (14.7 libras por pulgada cuadrada), lo cual es equivalente a la presión causada por una columna de mercurio de 760 milímetros de (29,92) pulgadas de alto. 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 es sólo de 0.86 kilos por centímetro cuadrado (12.2 libras por pulgada cuadrada).

PRESION ABSOLUTA

Generalmente la presión absoluta se expresa en términos de Kg/cm (lb/in²) y se cuenta a partir del vacío perfecto en el cual no existe presión. Por lo tanto, en el aire a nuestro alrededor, la presión absoluta y la atmosférica son iguales.

PRESION MANOMETRICA

Un manómetro de presión está calibrado para leer. 0 kilos por centímetro cuadrado (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 kg/cm^2 (PSIG) son realmente lecturas negativas en los manómetros y se llaman milímetros (pulgadas) de vacío. Un manómetro de refrigeración mixto (compound) está calibrado en el equivalente de milímetros (pulgadas) de mercurio por las lecturas negativas. Puesto que 1.03 kg/cm^2 (14.7 psi) son equivalentes a 760 milímetros (29.92 pulgadas) de mercurio, un kg/cm^2 (PSI) equivale aproximadamente a 738 milímetros (29.05 pulgadas).

TONELADA AMERICANA DE REFRIGERACION

En la industria cosmética es muy frecuente hablar de toneladas de refrigeración, la cual es realmente una unidad americana basada en el efecto frigorífico de la fusión del hielo. La tonelada de refrigeración puede definirse como la cantidad de calor absorbida por la fusión de una tonelada de hielo sólido puro en 24 horas. Puesto que el calor latente de fusión de una libra de hielo es de 144 BTU, el calor latente de una tonelada (2000 libras) de hielo será 144×2000 , o sea 288,000 BTU por 24 horas. Para obtener el calor por hora es necesario dividir entre las 24 horas, lo cual da la cantidad de 12,000 BTU/HORA, que recibe el nombre de "tonelada de refrigeración". Puesto que el calor latente del hielo en el sistema métrico es de 80 kilo-calorías y que una tonelada americana es igual a 907.185 kilos, la tonelada de refrigeración es igual a 80×907.185 o sea 72.575 kilo-calorías por 24 horas, o sea 3,024 kilo-calorías por hora.

6.1.2. DIAGRAMA DE MOLLIER PRESION-ENTALPIA (PH).

La presión y la entalpía son las coordenadas que se usan normalmente para construir representaciones gráficas de las propiedades de los refrigerantes. Curvas de temperatura, volumen específico y entropía se incluyen también en el gráfico.

La elección de la presión y de la entalpía tiene su justificación en el hecho de que la presión es una variable operacional fácilmente medida en el sistema de refrigeración, mientras que la entalpía se emplea invariablemente para cálculos térmicos.

Las curvas correspondientes a los estados de saturación del refrigerante en el gráfico presión-entalpía (p-h) separan las áreas que representan cada estado posible, o sea líquido, vapor o mezcla de ambos. (figura No.1).

Las líneas de temperatura, en la zona de mezcla de líquido y vapor la temperatura constante toma la forma de una línea horizontal, ya que si el cambio de estado líquido a vapor ocurre a presión constante, la temperatura se mantendrá también constante. En la región de vapor, las isotermas caen verticalmente luego de desplazarse levemente a la derecha. En la zona de líquido, las isotermas son prácticamente verticales.

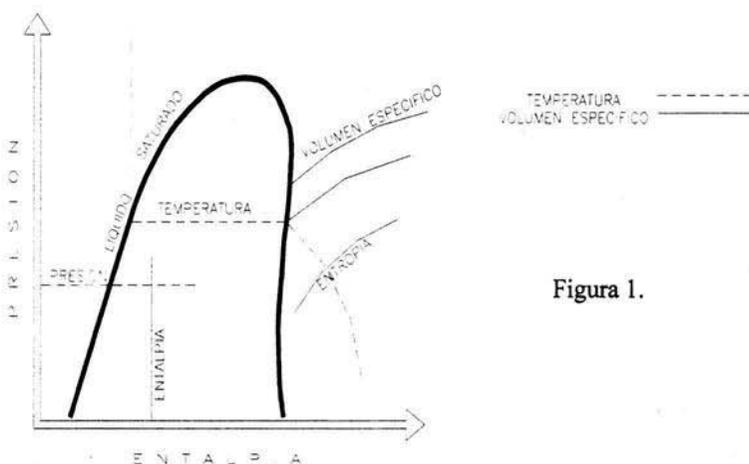


Figura 1.

Las curvas de volumen específico constante se trazan a partir de la curva de vapor saturado en la región de vapor.

Las curvas de entropía constante tienen también pendientes positivas y mayores que las de volumen constante. Las curvas de entropía constante se emplean en este trabajo para ilustrar los cambios de estado que ocurren durante la compresión isoentrópica.

El estudio del diagrama, nos permite determinar:

- El tamaño del compresor.
- La capacidad de refrigeración.
- Al tamaño del motor requerido para la operación del compresor.
- Determinar la capacidad de cada equipo que componen el sistema de refrigeración.

Es por consiguiente necesario apegarnos al diagrama presión-entalpía para lograr una operación normal y eficiente, para lo cual anexamos un diagrama de Mollier, indicando cada una de las curvas.

6.1.3 CICLO DE REFRIGERACION NORMAL

El ciclo de refrigeración por compresión consiste en efectuar la refrigeración aprovechando el calor que se genere al evaporarse un refrigerante líquido, frío y a baja presión (freón líquido, por ejemplo).

Brevemente, el ciclo de refrigeración se puede iniciar cuando el compresor succione el vapor freón comprimiéndolo de manera que se incrementa su presión, este gas de freón a alta presión, se enfría en el condensador mediante la circulación de aire y se almacena en el recipiente en forma líquida, pasa por la válvula de expansión, por el evaporador y retorna al compresor.

El alimentar freón líquido al evaporar no significa que se pueda obtener freón frío o que este líquido se evapore por sí sólo, sino que requiere del ciclo de refrigeración.

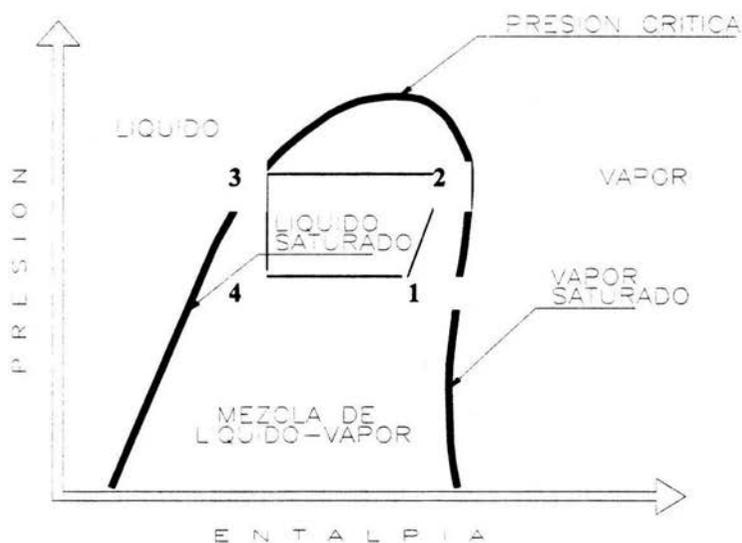
El que el freón líquido cuya temperatura no difiera mucho de la temperatura atmosférica se enfría al pasar del recipiente del líquido al evaporador, así como que dicho líquido se evapore aún frío se debe a que tanto la válvula de expansión como el compresor mantiene la presión ideal en el interior del evaporador de un nivel mucho más bajo que la del recipiente del líquido.

El líquido suele evaporarse aún estando frío al reducirse la presión. El agua, por ejemplo, solo hierve a 100 °C al nivel del mar. A la temperatura a la que un líquido hierve a determinada presión atmosférica se denomina punto de ebullición. Lo mismo puede decirse del freón líquido mientras éste no se evapora al permanecer en el recipiente de líquido debido a su alta presión, una parte del freón líquido que está tibio se evapora porque la válvula de expansión actúa como reductora de presión antes de entrar al evaporador. El freón líquido se evapora utilizando plenamente su propio calor. Es por ello que el freón líquido enfriado así se evapora manteniéndose frío, al igual que, el agua hirviendo a 100 °C se convierte en vapor y mantiene esta temperatura al ser calentada sin variar su presión.

En resumen un ciclo de refrigeración normal se puede iniciar cuando el compresor succiona el vapor refrigerante comprimiéndolo de manera que se incrementa su presión; este gas refrigerante de alta presión se enfría y se condensa (cambia de fase gaseosa a líquida denominándole calor latente, después pasa por un dispositivo de expansión cuya función principal es bajar la presión de líquido refrigerante para que este se pueda evaporar y así ceder su calor latente de evaporación en el evaporador o enfriador de salmuera, para retornar al compresor iniciando nuevamente el ciclo.

El ciclo de refrigeración consiste en lo siguiente ver Fig. 2

1-2	Compresión	Compresor
2-3	Condensación	Condensador
3-4	Expansión	Válvula. de expansión
4-1	Evaporación	Intercambiador de casco y tubos.



6.2. DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA

La unidad enfriadora tiene capacidad para 30 TR empleando refrigerante R-22 y fue diseñada para enfriar agua de 30 °C a 5 °C.

UNIDAD DE COMPRESION

COMPRESOR

TIPO	:	RECIPROCANTE
MODELO	:	F4WA
MARCA	:	MYCOM
RPM	:	1100 RPM
TEMPERATURA CONDENSACION	:	40°C
TEMPERATURA EVAPORACION	:	0°C
CAPACIDAD	:	30 TR al 100 %

MOTOR ELECTRICO

MARCA	:	SIEMENS
TIPO	:	TCCVE con 93% de eficiencia
ARMAZON	:	A PRUEBA DE EXPLOSIÓN
CAPACIDAD	:	40 HP 220V/3F/60 Hz
REVOLUCIONES	:	1780 RPM
FACTOR DE SERVICIO	:	1.15

CONDENSADOR DE REFRIGERANTE

TIPO	:	ENFRIADO POR AIRE
MARCA	:	FRIGUS BOHN sin motores
MODELO	:	BRH-065
CAPACIDAD	:	55 T.R.

EVAPORADOR

TIPO	:	CASCO Y TUBOS
MARCA	:	MYCOM
MODELO	:	32EXF
CALOR INTERCAMBIADO	:	30 T.R.

REFRIGERANTE

Una sustancia puede absorber grandes cantidades de calor con un aumento de su calor sensible si la diferencia de temperatura es grande o si el peso de la sustancia es elevado. Sin embargo, en un cambio de estado, una fracción de peso necesario para absorber cierta cantidad de calor sensible, absorberá una cantidad de calor latente equivalente.

En la refrigeración mecánica se requiere un proceso que pueda transmitir grandes cantidades de calor económica y eficientemente, y que pueda repetirse continuamente. Los procesos de evaporación y condensación de un líquido son por lo tanto los pasos lógicos en el proceso de refrigeración.

Prácticamente cualquier líquido puede ser usado para absorber calor por evaporación. El agua es ideal en muchos aspectos, pero hierve a temperaturas demasiado altas para usarse en operaciones de enfriamiento normales, y se congela a temperaturas demasiado altas para usos en baja temperatura. Un refrigerante debe satisfacer dos importantes requisitos:

PROPIEDADES QUE DEBE TENER EL REFRIGERANTE

Para tener uso apropiado como refrigerante, se busca que los fluidos cumplan con la mayoría de las siguientes características:

- ❖ Baja temperatura de ebullición: Un punto de ebullición por debajo de la temperatura ambiente, a presión atmosférica. (evaporador)
- ❖ Fácilmente manejable en estado líquido: El punto de ebullición debe ser controlable con facilidad de modo que su capacidad de absorber calor sea controlable también.
- ❖ Alto calor latente de vaporización: Cuanto mayor sea el calor latente de vaporización, mayor será el calor absorbido por kilogramo de refrigerante en circulación.
- ❖ No inflamable, no explosivo, no tóxico.
- ❖ Químicamente estable: A fin de tolerar años de repetidos cambios de estado.
- ❖ No corrosivo: Para asegurar que en la construcción del sistema puedan usarse materiales comunes y la larga vida de todos los componentes.

- ❖ Moderadas presiones de trabajo: las elevadas presiones de condensación (mayor a $25\text{-}28\text{kg/cm}^2$) requieren un equipo extrapesado. La operación en vacío (menor a 0kg/cm^2) introduce la posibilidad de penetración de aire en el sistema.
- ❖ Fácil detección y localización de pérdidas: Las pérdidas producen la disminución del refrigerante y la contaminación del sistema.
- ❖ Inocuo para los aceites lubricantes: La acción del refrigerante en los aceites lubricantes no debe alterar la acción de lubricación.
- ❖ Bajo punto de congelación: La temperatura de congelación tiene que estar muy por debajo de cualquier temperatura a la cuál pueda operar el evaporador.
- ❖ Alta temperatura crítica: Un vapor que no se condense a temperatura mayor que su valor crítico, sin importar cuál elevada sea la presión. La mayoría de los refrigerantes poseen críticas superiores a los 93°C .
- ❖ Moderado volumen específico de vapor: Para reducir al mínimo el tamaño del compresor.
- ❖ Bajo costo: A fin de mantener el precio del equipo dentro de lo razonable y asegurar el servicio adecuado cuando sea necesario.
- ❖ Haremos hincapié en las más importantes para la selección del refrigerante adecuado para la aplicación de que se trate y el equipo disponible. Todos los refrigerantes se identifican mediante un número reglamentario.

Economía

- ❖ Las propiedades más importantes del refrigerante que influyen en su capacidad y eficiencia son:
- ❖ El calor latente de Evaporación
- ❖ La relación de compresión
- ❖ El calor específico del refrigerante tanto en estado líquido como de vapor

6.3. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL Y AJUSTES.

6.3.1. INTRODUCCION

Los sistemas de refrigeración de gran capacidad están compuestos por un gran número de componentes, que en algunas industrias operan en forma independiente, bajo la supervisión y manejo de un operador, trayendo consigo variaciones enormes en la temperatura del producto. Para evitar esta problemática se han desarrollado diversos elementos de control que presentan una infinidad de ventajas.

Este manual tiene como propósito detallar la forma en que interactúan los elementos de control que intervienen en el sistema de refrigeración y la forma de operar de todo el sistema para un correcto funcionamiento.

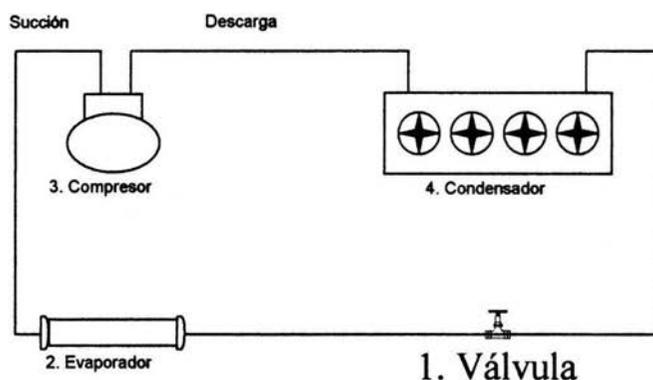
El sistema de control tiene el propósito fundamental de operar como un tablero de control central de todo el sistema de refrigeración por glicol, presentando varias ventajas, las cuales son:

- ❖ Mayor precisión en el control.
- ❖ Manejo óptimo de los recursos del sistema.
- ❖ Registro automático de las variables críticas.
- ❖ Presentación gráfica del sistema.
- ❖ Operación desde un solo punto.

6.3.2. ALCANCE

El sistema de control tiene como objetivo supervisar y controlar los siguientes equipos que componen al sistema de refrigeración:

- ❖ Una válvula de expansión (1).
- ❖ Un evaporador (2).
- ❖ Un compresor recíprocante (3).
- ❖ Un condensador con cuatro ventiladores (4).



El refrigerante se encuentra en dos estados líquido y gaseoso a diferentes presiones, alta presión y baja presión respectivamente. El refrigerante sale del condensador (4) en forma líquida a alta presión dirigiéndose a la válvula de expansión (1) la cual provoca una caída de presión en el refrigerante para que se evapore, robándole calor al producto en el evaporador (2), el refrigerante al estar en estado gaseoso es succionado por el compresor (3), elevándole la presión para pasarlo al condensador (4) y por medio de ventiladores extrae el calor que lleva el refrigerante al medio ambiente.

Descripción del teclado de la interface “ DTAM Plus II “.

Interface DTAM PLUS II :

Es un dispositivo que sirve de interface entre operador y el sistema para modificar los set point's de todo el sistema de refrigeración, además de que cuenta con una visualización de los sensores analógicos y discretos.

Descripción de teclas :



Regresa al menú principal de la aplicación. Si el sistema de alarma se encuentra intermitente, esta tecla no funciona hasta que se presione Y para reconocer la alarma.



Regresa a una pantalla anterior de la aplicación.



Avanza a la pantalla siguiente de la aplicación.



Da una respuesta afirmativa a una pregunta, reconoce la alarma.



Introduce un número cuando se pide o selecciona una pantalla.



Borra un carácter previo.



Borra un dato cuando se pide. No se puede borrar el dato después de haber presionado la tecla de Enter, el valor ha sido enviado al controlador.

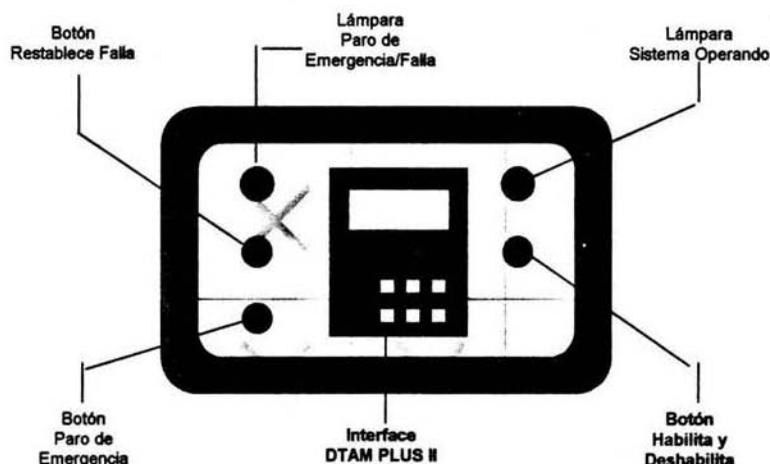


Cambia un dato positivo o negativo cuando se pide.



Introduce el punto decimal.

En el gabinete a prueba de explosión se tiene:



Lámpara Paro de Emergencia / Falla :

Esta lámpara indica cuando se ha presionado el botón de paro de emergencia o cuando se ha generado una falla, para indicar esto, la lámpara queda encendida para el botón de paro de emergencia e intermitiendo cuando es una falla.

Lámpara sistema operando :

Esta lámpara se encuentra encendida cuando todo el sistema de refrigeración se encuentra trabajando.

El control del sistema se programó para que cuando el producto alcance la temperatura deseada pare automáticamente, cuando esto sucede se indica con esta misma lámpara encendida de forma intermitentemente.

Botón restablece falla :

Restablece las fallas que ocurran cuando se está operando el sistema

Botón paro de emergencia :

Si el operador observa alguna anomalía en el funcionamiento del sistema puede presionar este botón, todo el equipo se apaga bloqueando las salidas del PLC (program locator control) eléctricamente.

Botón Habilita / deshabilita :

El operador puede arrancar el sistema de enfriamiento presionando este botón y puede parar el sistema presionando nuevamente este botón.

6.3.3. GENERALIDADES

Todos los elementos de campo, como son válvulas, sensores de temperatura, sensores de presión, etc. Se conectan al PLC y mediante un algoritmo de programación, el PLC puede decidir que acción tomar de acuerdo a estas señales de campo y los datos introducidos por el operador. Además el PLC está en comunicación continua con la Interface del Operador.

Cabe mencionar que a pesar de que la Interface del Operador es importante en el sistema de control, el PLC es el que realmente realiza las funciones de control sobre el sistema y la Interface es secundaria, es decir, esta última no tiene razón de ser si el PLC no se encuentra funcionando correctamente, por otra parte se puede operar el sistema de refrigeración con los botones que se encuentran en el gabinete a prueba de explosión solo que no se tendrá visualización de los sensores.

6.3.4 OPERACIÓN DEL SISTEMA (CHILLER) :

6.3.4.1 CONDICIONES PREVIAS AL ARRANQUE DEL SISTEMA.

Antes de que se arranque el sistema se deben de dar ciertas condiciones que el operador debe de verificar que se cumplan: los tableros deben de estar energizados, el PLC debe de estar en modo RUN, la bomba de proceso debe estar encendida y mandar flujo al evaporador y debe de haber flujo de agua para el enfriamiento del compresor.

1.- Auxiliar de arrancador bomba de producto :

Se genera esta falla cuando se da la orden de arranque del sistema y no se recibe la confirmación de arranque (auxiliar del arrancador). La pantalla que se despliega para esta falla es la siguiente.

<p>FALLA CONFIRMACION DE ARRANQUE DE COMPRESOR PRESS 'Y' TO CLEAR</p>
--

2.- Interruptor de flujo del producto :

Cuando se da la orden de arranque del sistema se verifica que exista flujo del producto en el evaporador por medio de un interruptor de flujo, en caso de no existir flujo se produce una falla de este tipo. La pantalla que se despliega para esta falla es la siguiente.

**FALLA FALTA DE FLUJO
DE PRODUCTO**

PRESS 'Y' TO CLEAR

Interruptor de flujo de agua, para enfriamiento del compresor (en parte externa) :

Los compresores recíprocos utilizan el agua como medio de enfriamiento, al haber una orden de encendido del compresor se energiza la solenoide del agua y si no se recibe la señal del interruptor de flujo hay un registro de falla. La pantalla que se despliega para esta falla es la siguiente.

**FALLA FLUJO DE AGUA
DE ENFRIAMIENTO
DE COMPRESOR
PRESS 'Y' TO CLEAR**

NOTA :

El agua proviene de la torre de enfriamiento y es la misma línea que se utiliza para enfriamiento a marmitas de proceso en Hidro-alcoholes. En caso de protegerse el sistema por esta falla, llamar a Mantenimiento.

6.3.4.2 PUESTA EN MARCHA.

Una vez que se esté seguro de que se han verificado las condiciones anteriores, se puede proceder al arranque del sistema. Para arrancar el sistema de refrigeración se presiona el botón Habilita / Deshabilita, el control automáticamente energizará la válvula solenoide para el agua de enfriamiento del compresor, posteriormente arranca el compresor y energiza la solenoide de suministro de refrigerante líquido en el evaporador, los ventiladores del condensador arrancarán de acuerdo a la presión de descarga, la válvula de descarga del compresor se encuentra encendida en el momento del arranque y después de un tiempo esta válvula se libera para que sea controlada de acuerdo a la presión de succión.

Paro de emergencia.

El operador puede parar en cualquier momento el sistema de refrigeración si existe alguna anomalía con solo presionar el botón de paro de emergencia. La pantalla que se despliega para esta falla es la siguiente.

<p style="text-align: center;">FALLA PARO DE EMERGENCIA ACTIVADO</p> <p style="text-align: center;">PRESS 'Y' TO CLEAR</p>
--

6.3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS PANTALLAS DE OPERACIÓN EN LA INTERFACE DTAM PLUS II.

Al energizarse el PLC y la Interface (DTAM PLUS II) aparece un menú principal, con la finalidad de observar las condiciones de operación y ajuste de parámetros (MONITOREAR / SET POINTS) para la operación del sistema (Chiller).

NOTAS :

- a). El operador solo puede navegar solo por las pantalla de “ MONITOREAR “ para verificar el funcionamiento de sistema en general.
- b). Personal de Mantenimiento puede navegar por las pantallas de “ SET POINTS “ para ajustar parámetros de operación.

<p style="text-align: center;">MAYEKAWA DE MÉXICO</p> <p style="text-align: center;">1 COMPRESOR</p> <p style="text-align: center;">2 CONDENSADOR</p> <p style="text-align: center;">3 EVAPORADOR</p>

<p style="text-align: center;">MENU PRINCIPAL</p>
--

En la figura anterior se puede apreciar la pantalla del menú principal. Con las teclas numéricas se puede cambiar de pantalla a cualquiera de los elementos principales del sistema que son :

- 1 - COMPRESOR (Status del Compresor).
- 2 - CONDENSADOR (Ventiladores)
- 3 - EVAPORADOR (Intercambiador donde circula el producto a enfriar).

6.3.5.1 COMPRESOR.

Se comenzará con la explicación del compresor, al seleccionar este desde el menú principal aparece la siguiente pantalla.



MONITOREO – Para saber en que condiciones se encuentra el equipo en ese momento (Operador).

SET POINTS – Para ajustar parámetros de operación del sistema (Mantenimiento)

En esta pantalla se puede seleccionar entre visualizar las variables analógicas y discretas o modificar los Set Points del compresor. Se comenzará con la explicación de la pantalla de monitoreo, después de seleccionar esta aparece la siguiente pantalla.

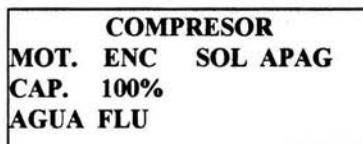
En esta pantalla se muestran las variables analógicas del compresor estas son:

PS — Presión de succión del compresor.

PD — Presión de descarga del compresor.

PDA — Presión diferencial de aceite, este es igual a la presión que entrega el sensor de presión de aceite menos la presión que se tiene en la succión.

Al presiona la tecla  aparece la siguiente pantalla.



En esta pantalla se muestran las señales discretas (status) del compresor y sus interpretaciones son :

MOT. — Motor del compresor, indica si se encuentra energizado con la leyenda ENC, ó apagado con la leyenda APAG.

CAP. — Es la capacidad del compresor, esta capacidad se puede variar en un 50 % y en un 100 %. Lo anterior se logra con la solenoide de carga que se encuentra en el compresor. Esta solenoide tiene una lógica inversa, cuando se encuentra energizada tiene una capacidad del 50 % por el contrario, cuando se encuentra apagada se tiene una capacidad del 100 %.

AGUA. -- Esta señal indica si existe flujo de agua para enfriamiento del compresor, cuando se tiene agua fluyendo aparece la leyenda FLU, si no existe flujo se despliega la leyenda S/FLU.

SOL. — El compresor requiere de enfriamiento para su buen funcionamiento, con esta señal se energiza la válvula solenoide para que empiece a fluir el agua para el enfriamiento del compresor, esta válvula se enciende en el momento de habilitar el sistema, cuando se encuentra energizada esta válvula se despliega la leyenda ENC y cuando se encuentra apagada tiene la leyenda APAG.

AJUSTE DE SET POINTS :

Al seleccionar Set Points de la pantalla de compresor se dará ingreso a las pantallas en las que se puede modificar los parámetros de operación del Chiller, la primer pantalla que aparece para modificar el Set Point, es la siguiente.

<p>COMPRESOR 1 MONITOREO 2 SET POINTS</p>
--

Presione el digito 2 y aparece la pantalla :

<p>SET PONTS COMPRESOR PRESION DE SUCCION 3.1 Kg/cm2 PS —</p>

En esta pantalla se puede modificar el set point para que mantenga el compresor la presión de succión, aparece el set point actual y debajo de este el cursor para modificar este set point con las teclas numéricas, una vez que se haya ingresado el dato es necesario presionar la tecla “ **ENTER** “, la cual validará el dato y lo enviará al controlador.

Este parámetro determina la operación de “ **capacidad del compresor** “, alrededor del set point.

Al presionara “ ENTER “, Automáticamente pasa a la siguiente pantalla ó presionar la tecla :



Pasando a la siguiente pantalla :

FALLAS COMPRESOR	
PRESION DE SUCCION	
0.5	Kg/cm2
PS	—

El compresor se debe de proteger contra baja presión en la succión, el operador puede modificar el punto de esta falla, en esta pantalla se despliega el set point en el cual el compresor fallará y debajo de este aparece el campo en el que se puede ingresar el set point, si se presiona la tecla “ ENTER “.

Pasando a la siguiente pantalla, despliega lo siguiente.

FALLAS COMPRESOR	
PRESION DE DESCARGA	
17.0	Kg/cm2
PD	—

El compresor también se debe de proteger contra alta presión de descarga, el operador puede modificar el punto de esta falla, en esta pantalla se despliega el set point en el cual el

compresor fallará y debajo de este aparece el campo en el que se puede ingresar el set point, si se presiona la tecla " ENTER " .

Pasando a la siguiente pantalla final, despliega lo siguiente.

FALLAS COMPRESOR	
PRES. DIF. ACEITE	
0.5	Kg/cm2
PDA	—

Otra protección que debe de contar el compresor es la de presión de aceite, el compresor tiene una bomba de aceite para alimentarlo a todas sus partes que requieren ser lubricadas, esta bomba debe de levantar cierta presión de aceite la cual es proporcionada por el sensor de presión de aceite, al operador se le proporciona la presión diferencial de aceite ya que esta es más fácil de entender debido a que si esta presión disminuye se entenderá que existe un problema en el sistema de lubricación, la presión diferencial de aceite es la resta de la presión de aceite menos la presión de succión. En esta pantalla se despliega el set point para la falla de baja presión diferencial de aceite y por debajo de este se muestra el campo para introducir el dato si se requiere modificar.

Al presionar la tecla " ENTER ó NEXT ", pasa a la pantalla del menú principal.

6.3.5.2 CONDENSADOR.

Para pasar a la pantalla del condensador con solo presionar la tecla numérica 2 del menú principal.

MAYEKAWA DE MÉXICO
1 COMPRESOR
2 CONDENSADOR
3 EVAPORADOR

Aparecerá la siguiente pantalla :

Se puede monitorear el condensador y para pasar a esta pantalla se presiona la tecla numérica 1 y la pantalla que se muestra es la siguiente:

CONDENSADOR	
1	MONITOREO
2	SET POINTS

En esta pantalla se muestran solo tres de los cuatro ventiladores, para monitorear el cuarto con solo presionar la tecla siguiente aparecerá la pantalla mostrando el cuarto ventilador.

CONDENSADOR	
VENT4 APAGADO	

CONDENSADOR	
VENT1 ENCENDIDO	
VENT2 ENCENDIDO	
VENT3 ENCENDIDO	

El control de estos ventiladores se basa en un control PID (Proporcional, integral, derivative), este control quedo ajustado de acuerdo a la operación del equipo, no todos los ventiladores trabajan cuando el sistema de refrigeración este operando. La forma en como trabajan estos ventiladores es la siguiente.

El control PID genera una salida de 0 a 100% de acuerdo a la presión que se tiene en la descarga del compresor, se le asigna un porcentaje y una histéresis a cada ventilador para su operación, entonces la operación de los ventiladores queda como se muestra en la siguiente tabla.

DISPOSITIVO	ENCIENDE (%)	APAGA (%)
VENTILADOR 1	10	5
VENTILADOR 2	30	15
VENTILADOR 3	45	25
VENTILADOR 4	70	50

Si la presión de descarga disminuye acercándose al set point, la salida del PID tiende a cero por ciento, por el contrario, si la presión de descarga se incrementa alejándose del set point la salida del PID se incrementa también tendiendo a llegar al cien por ciento.

Para modificar el set point es necesario seleccionar con la tecla numérica 2 la pantalla de set point.

SET POINT	
CONDENSADOR	
14.5	Kg/cm2
PD	—

En esta pantalla se muestra el set point actual para la presión de descarga y debajo de este se tiene el campo para introducir el set point deseado con las teclas numéricas. Al presionar la tecla que pasa a la siguiente pantalla se despliega la pantalla del menú principal.

6.3.5.3 EVAPORADOR (UTILIZADA POR EL OPERADOR) :

Para pasar a la pantalla del evaporador con solo presionar la tecla numérica 3 del menú principal, aparecerá la siguiente pantalla.

MAYEKAWA DE MÉXICO	
1 COMPRESOR	
2 CONDENSADOR	
3 EVAPORADOR	

Aparecerá la siguiente pantalla :

EVAPORADOR	
1	1 MONITOREO
2	SET POINTS

Se puede monitorear el evaporador y para pasar a esta pantalla se presiona la tecla numérica 1 y la pantalla que se muestra es la siguiente.

EVAPORADOR (oC)	
TEMP.	10.0
PRODUCTO FLUYENDO	
BOMBA P. ENCENDIDA	

En esta pantalla se muestra la temperatura del producto, su existe flujo del producto detectado por el interruptor de flujo colocado en la tubería de salida del Evaporador (PRODUCTO FLUYENDO) y si la bomba de producto se encuentra trabajando. Tanto la señal de producto, así como la señal de la bomba de producto deben de estar presentes para que el sistema de refrigeración opere correctamente.

Para modificar el set point es necesario seleccionar con la tecla numérica 2 la pantalla de set point. En la siguiente figura se muestra la pantalla en la que se puede modificar el set point.

PUNTO DE PARO DE ENFRIAMIENTO		
VIL	5	oC
TT	—	

En esta pantalla se muestra el “ Set point “ que tiene actualmente y el cursor para modificarlo.

En el momento de realizar el arranque se ajustaron todos los parámetros (Set Points) para que el sistema trabaje en condiciones normales, estos parámetros se listan a continuación :

EQUIPO A CALIBRAR	DESCRIPCIÓN DE PARÁMETRO DE AJUSTE ó FALLA	UNIDAD	VALOR INICIAL	24-05-09
1 - COMPRESOR	FALLA BAJA PRESION DE SUCCION	Kg/cm2	1.0	1.0
	FALLA ALTA PRESION DE DESCARGA	Kg/cm2	17.0	17.0
	FALLA BAJA PRESION DIFERENCIAL DE ACEITE	Kg/cm2	0.5	0.5
	PRESION DE SUCCION	Kg/cm2	3.7	3.1
2 - EVAPORADOR	PUNTO DE PARO DE ENFRIAMIENTO	oC	6.0	3.0
3 CONDENSADOR	PRESION DE DESCARGA	Kg/cm2	14.5	16.5

Estos valores son los que se introdujeron en la interface DTAM, con fecha de Mayo y pueden variar o ser modificados durante la operación del sistema de refrigeración, según requerimiento y condiciones de instalación.

6.3.5.4 FALLAS COMPRESOR RECIPROCANTE .

Baja presión de succión :

Existe una falla de este tipo cuando el sensor que se tiene en la succión entrega una lectura que es menor que el indicado en el set point. La pantalla que se despliega para esta falla es la siguiente.

**FALLA BAJA PRESION
DE SUCCION

PRESS 'Y' TO CLEAR**

Alta presión de descarga :

Cuando se tiene una lectura mayor en el sensor de descarga que la especificada en el set point se genera esta falla. La pantalla que se despliega para esta falla es la siguiente. La pantalla que se despliega para esta falla es la siguiente.

**FALLA ALTA PRESION
DE DESCARGA

PRESS 'Y' TO CLEAR**

Baja presión diferencial aceite :

La presión diferencial de aceite es la diferencia entre la lectura que entrega el sensor de presión de aceite menos la lectura del sensor de presión de succión, cuando esta diferencia

es menor a la especificada en el set point se produce esta falla. La pantalla que se despliega para esta falla es la siguiente.

**FALLA BAJA PRESION
DIFERENCIAL DE
ACEITE
PRESS 'Y' TO CLEAR**

El compresor se debe de proteger contra baja presión en la succión, el operador puede modificar el punto de esta falla, en esta pantalla se despliega el set point en el cual el compresor fallará y debajo de este aparece el campo en el que se puede ingresar el set point, si se presiona la tecla que pasa a la siguiente pantalla se despliega lo siguiente.

**FALLAS COMPRESOR
PRESION DE DESCARGA**
17.0 Kg/cm2
PD —

El compresor también se debe de proteger contra alta presión de descarga, el operador puede modificar el punto de esta falla, en esta pantalla se despliega el set point en el cual el compresor fallará y debajo de este aparece el campo en el que se puede ingresar el set point, si se presiona la tecla que pasa a la siguiente pantalla se despliega lo siguiente.

**FALLAS COMPRESOR
PRES. DIF. ACEITE**
0.5 Kg/cm2
PDA —

Otra protección que debe de contar el compresor es la de presión de aceite, el compresor tiene una bomba de aceite para alimentarlo a todas sus partes que requieren ser lubricadas, esta bomba debe de levantar cierta presión de aceite la cual es proporcionada por el sensor de presión de aceite, al operador se le proporciona la presión diferencial de aceite ya que esta es más fácil de entender debido a que si esta presión disminuye se entenderá que existe

un problema en el sistema de lubricación, la presión diferencial de aceite es la resta de la presión de aceite menos la presión de succión. En esta pantalla se despliega el set point para la falla de baja presión diferencial de aceite y por debajo de este se muestra el campo para introducir el dato si se requiere modificar. Al presionar la tecla que pasa a la siguiente pantalla se despliega la pantalla del menú principal.

6.4 ARRANQUE INICIAL Y MANTENIMIENTO.

6.4.1. DESCRIPCION DEL PROCESO

El refrigerante que se encuentra en el condensador de aire inicia su recorrido a través de la línea de líquido pasando por la piedra desecante, aquí se elimina la posible humedad que pueda tener al refrigerante. Al pasar por la válvula de expansión termostática baja la presión del líquido refrigerante para que este ceda su calor latente.

El líquido alimentará al a través de la válvula de expansión al intercambiador de Agua enfriándolo de 30°C a 5°C.

En el intercambiador el refrigerante realiza el cambio de fase líquido-gas. Una vez evaporado el refrigerante inicia su recorrido hacia la succión del compresor modelo F4WA donde se aumenta la presión hasta un valor aproximado diez veces mayor que la presión atmosférica, esta elevación ocasiona que se eleve la temperatura del refrigerante (gas), hasta alcanzar la temperatura de condensación.

Al llegar el gas refrigerante al condensador es enfriado con aire, motivo por el cual el gas refrigerante a alta presión se convierte en líquido (cambio de fase gas-líquido).

El refrigerante líquido se encontrará en la parte inferior del condensador y en la línea de suministro de líquido donde estará lista para un nuevo ciclo.

6.4.2. VACIO AL COMPRESOR

Para efectuar el vacío de cualquiera de los equipos de compresión tipo reciprocante es muy simple, primeramente se debe conocer a que equipo en especial se le quiere hacer el vacío, ya sea por causas de mantenimiento y/o reparaciones.

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Con el equipo trabajando normalmente, cierre la válvula de succión de compresor, observe en el manómetro de succión que la capacidad vaya disminuyendo. (Presión de succión).
2. Cuando el manómetro de succión marque de 20 a 25 pulgadas Hg. pare el compresor.
3. Cierre inmediatamente la válvula de descarga del compresor.
4. Abra la válvula de purga colocada en el lado de descarga del compresor para no romper el vacío del compresor.
5. Modificar la falla de paro por baja presión de succión a -1 Kg/cm^2 para que no nos pare el equipo mientras realizamos el vacío.
6. En este momento puede realizar el mantenimiento y/o reparaciones necesarias en el compresor .

Para poder realizar el vacío en el evaporador se realizan los siguientes pasos :

7. Con el compresor trabajando normalmente, cierre la válvula de suministro de líquido (R-22) que alimenta al evaporador y en ese momento se observará que el manómetro de presión de succión disminuirá.
8. Cuando el manómetro de presión de succión marque 15" a 20" de HG pare el compresor y cierre inmediatamente la válvula de succión del compresor.
9. En ese momento puede realizarse el mantenimiento y/o reparación del enfriador de agua.

6.4.3. ACEITE LUBRICANTE (CARGA INICIAL Y REPOSICIÓN)

Se requiere ante todo que el aceite lubricante para refrigeración no se solidifique a temperaturas bajas debido a esta característica no se puede emplear aceite para maquinaria de tipo regular, si no un aceite preparado especialmente para refrigeración.

Por lo general, para el compresor de FREON se emplea aceite de refrigeración marca ACEMIRE 300.

La carga inicial de aceite deberá ser 16 Lts.

CARGA DE ACEITE

Para efectuar el suministro de carga de aceite, a la unidad tipo reciprocante se tiene la ventaja de que al usar este tipo de sistema, se puede realizar la recarga sin llegar a parar el equipo.

Es recomendable que el aceite del cárter de un compresor nuevo sea cambiado a los 15 días de su puesta en marcha a los dos meses, con el objeto de que toda la basura que pueda haber en el sistema, sea llevada al exterior. Con el cambio de aceite también recomendamos se limpie el filtro del cárter y el filtro cunco.

El nivel de aceite trabajando el compresor, deberá permanecer como mínimo a la mitad de la mirilla instalada en el cárter del compresor; con el compresor parado debe estar a $\frac{3}{4}$ de la mirilla, los pasos para cargar aceite son los siguientes:

- Ponga un bote lleno de aceite especial para refrigeración cerca de la bomba de aceite.
- Coloque una manguera en la válvula de purga que esta cerca de la base del compresor y sumérjala dentro del bote con aceite.
- Con el compresor trabajando normalmente cierre la válvula de succión.
- Cuando el manómetro de succión marca vacío, poco a poco abra la válvula de suministro de aceite (y/o purga), y el aceite entrará al cárter del compresor, dejando que llegue al nivel correcto. Por ningún motivo deje que el aceite quede abajo del nivel de la manguera, debiendo tomar las precauciones debidas, podría entrar aire al sistema.
- Cuando hay suficiente cantidad de aceite se ha agregado, cierre la válvula de suministro de aceite y quite la manguera y el bote de aceite y abra poco a poco la válvula de succión.

Los compresores de alta velocidad de multicilindros contienen una mirilla en la tapa del cárter para indicarnos el nivel de aceite, se debe suministrar aceite para que el nivel llegue

a $\frac{3}{4}$ de la mirilla. Nunca llenarlo completamente para evitar que salpique dentro del cárter. Al bajar el nivel a $\frac{1}{4}$ de la mirilla se debe suministrar nuevamente hasta llegar a $\frac{3}{4}$ de la misma. Verificar fuga puesto que es un sistema cerrado por tanto no hay consumo de aceite.

CHECAR LA PRESION DE ACEITE DE LOS COMPRESORES

La presión de aceite de los compresores de alta velocidad debe mantenerse a una presión de aproximadamente 1.5 a 3 kilos/cm² (43 Lbs/pulg²).²) arriba de la presión de succión del compresor.

Si un compresor se encuentra trabajando a una presión de succión de 2.0 kilos/cm².² se requiere mantener una presión de aceite de 3 kilos/cm², el manómetro de aceite del compresor debe de indicar 5 kilos /cm².

Todos los compresores contienen una válvula de control de presión de aceite montada sobre su cuerpo ó sobre la bomba para poder ajustar la presión del sistema de lubricación. Por lo regular para bajar la presión de aceite, se saca la espiga, es decir, se mueve en dirección contraria a las manecillas del reloj y para subir la presión de lubricación se mete la espiga de la válvula, o sea, se mueve en dirección a las manecillas del reloj. Cualquier ajuste de presión de aceite del compresor debe de hacerse con aceite caliente, después de que el compresor ha operado no menos de media hora.

ASEGURAR QUE HAYA AGUA DE ENFRIAMIENTO PASANDO POR LAS CHAQUETAS DEL COMPRESOR.

Es recomendable que el agua circule por la chaqueta y cabezas del compresor, tenga una presión de 1 Kg/cm² mínimo a 3 Kg/cm² máximo.

El agua de enfriamiento debe estar a 30°C como máximo ó 27°C y debe existir una diferencia mínima entre la temperatura de entrada con la temperatura de salida de 5°C. Esta diferencia puede conseguirse estrangulando ó abriendo totalmente la válvula colocada a la salida de las chaquetas del compresor. El agua de enfriamiento puede ser recirculada, procurando que no tenga impurezas siendo lo más limpia posible.

Si se encuentra que no hay aumento en la temperatura en el agua después de pasar por las chaquetas, aunque se restringe el flujo de agua, y el compresor se encuentra trabajando muy caliente, esto indica una pobre transferencia de calor causada por sarro en las chaquetas. Un calentamiento excesivo en el compresor causa que el aceite de lubricación se carbonice en las válvulas de descarga, provocando que las válvulas fuguen y a la vez, causa más calentamiento del compresor hasta que llegue al grado de dañarse.

Cuando el operador detecta que las chaquetas del compresor están tapadas (es decir que tienen sarro), se deben limpiar ya que de lo contrario puede causar problemas en la operación al compresor.

Un ácido recomendado para la limpieza de las chaquetas es el ácido muriático.

Si decide utilizarlo recomendamos que sea manejado por expertos en químicos.

6.4.4. CARGA DE REFRIGERANTE (INICIAL Y REPOSICIÓN)

La línea de suministro de líquido al enfriador de casco y tubos cuenta con una válvula de 1/2" especial para la reposición del refrigerante al sistema.

Con el sistema de refrigeración en operación se realiza de la siguiente manera:

1. Conecte el cilindro a la válvula de carga, siendo preferible y por lo tanto menos peligroso que se use una manguera especial para cargar FREON-22.
2. Cierre la válvula de la línea de suministro de líquido que sale del condensador de placas que esta antes de la piedra desecante.
3. Abra la válvula del cilindro que contiene el FREON-22.
4. Abra lentamente la válvula para carga de refrigerante y vacíe los cilindros necesarios.
5. Cuando cambie un cilindro vacío por uno lleno, cierre primero la válvula del cilindro, espere de 2 a 3 minutos; y cierre la válvula de carga. Desconecte el cilindro vacío y conecte el lleno mientras se cambia el cilindro; después de cerrar la válvula de carga. Desconecte el cilindro vacío y conecte el lleno mientras se cambia el cilindro; después de cerrar la válvula de carga, abra la válvula de la línea de suministro de líquido del condensador y deje el sistema trabajando normalmente.
6. Se puede saber cuando se vacían los cilindros de FREON, porque emiten un ruido metálico claro cuando se golpean con el mango de un perico ó stilson; ó también cuando

una pequeña cantidad de escarcha formada en la parte baja donde van las válvulas de este, se derriten.

7. Una forma de asegurar que el sistema se encuentra con la cantidad de refrigerante adecuada es observando las presiones tanto de succión como de descarga. En la presión de succión no debe bajar a más de 3.6 Kg/cm², en la presión de descarga no debe exceder de 16 Kg/cm², el compresor debe estar trabajando al 100% y el consumo en el amperaje debe ser bajo.

6.4.5. INSPECCION PERIÓDICA (Importante).

LIMPIEZA DEL EVAPORADOR (INTERCAMBIADOR DE CALOR)

Este intercambiador de calor es del tipo de casco y tubos del tipo expansión directa. En este equipo el producto a enfriar circula por la parte externa de los tubos que son de acero inoxidable 316-L al igual que la parte interna del casco. Debido a lo anterior en la parte inferior de cada extremo del intercambiador existen dos válvulas de cierre rápido con la finalidad de purgar los sólidos que se depositen en el fondo. Adicionalmente en la tubería de entrada de producto al evaporador tiene un filtro para evitar que se introduzcan partes de mayor volumen al equipo mencionado.

A este equipo antes de colocarse y poner en operación se le realizo limpieza química “ pasivado “ con la finalidad de conservar la integridad del sistema (acabado sanitario).

Como la practica y durante la operación existen una gran variedad de productos que circulan por este intercambiador se recomienda realizar limpieza frecuente para evitar alguna contaminación en este Evaporador.

Se recomienda que el operador mismo lleve a cabo e inspeccione la limpieza del sistema utilizando la misma bomba para los procesos.

Recomendaciones para el evaporador :

- 1.- Purgue en cada proceso mediante las válvulas del evaporador los sólidos atrapados en el fondo.

- 2.- Desensamble el filtro de la línea de producto, colocado en la entrada del evaporador y lávelo con alcohol al menos cada semana.
- 3.- Si el próximo producto a circular por el evaporador es mayormente susceptible a contaminarse, trate de circular vapor, agua y alcohol por el sistema para limpieza.
“ No olvide purgar por las válvulas para tal propósito “

ARRANQUE DEL COMPRESOR

1. Asegúrese que la válvula de descarga del compresor se encuentre abierta.
2. Verifique que las válvulas de suministro de líquido se encuentren abiertas.
3. Verifique que todas las válvulas de purga se encuentren cerradas.
4. Asegúrese que se alimente el enfriador de casco y tubos con agua, poniendo en operación anticipadamente las bombas correspondientes.
5. Asegúrese que el condensador este en funcionamiento.
6. Asegúrese de que exista flujo de agua para el enfriamiento del compresor.
7. Arranque el compresor y observe que se energiza la válvula solenoide de suministro de líquido y abra poco a poco la válvula de succión del compresor hasta estabilizar el sistema procurando que la presión de succión no se eleve de 4 Kg/cm², una vez estabilizado el sistema se puede abrir totalmente la válvula de succión.

PARO DEL COMPRESOR

1. Cierre la válvula de inyección de líquido general y deje trabajando el sistema para hacer un poco de vacío durante 2 ó 3 minutos.
2. Cierre la válvula de succión.
3. Pare el compresor.
4. Cierre la válvula de descarga, procurando que al parar el compresor se termine de cerrar dicha válvula.
5. Pare la bomba que alimenta al enfriador (CHILLER), cuando se pare por corto período del tiempo deje abiertas las válvulas de suministro de líquido, si es por mayor tiempo cierre dichas válvulas.

7.-PROPUESTA PARA LA MEJORA EN LA FABRICACIÓN DE PERFUMES, PUNTOS CRÍTICOS

Como se indicó los perfumes deben de ser enfriados en su mayoría en un rango de 13 a 7 grados centígrados para garantizar la precipitación de sólidos insolubles a estas temperaturas y así garantizar la calidad del producto .Este tiempo depende del tamaño del lote así como del enfriador que se utiliza, los enfriadores más utilizados son de la marca Allen-Bradley que emplea un agente enfriador dicloro-difluoro-metano (CFC). Después del enfriado de un lote se pueden observar finos precipitados de materia insoluble a la temperatura de 7 de 13 grados centígrados, para asegurar la calidad del mismo se requiere filtrar el lote al momento de ser descargado a su tanque de reserva, este pasa por filtros de papel marca CUNO del tipo Zeta plus con un tamaño de poro no superior a las 200 micras, de esta manera una colonia promedio que tiene (0.83 a 0.88) g/cm³ de densidad pasa a razón de 8 litros por minuto a una presión de filtrado de 1.5kg /cm² a 2.5 kg/cm² dependiendo la densidad del lote , si se aplica mas, presión el filtro se rompe y se fuga el lote por las placas, que son 14.

El refrigerante 22 (R-22) es muy usado en refrigeración doméstica y comercial, así como en aire acondicionado. En temperaturas inferiores a su punto de ebullición, es un líquido transparente y casi sin color. Es inodoro, no es tóxico ni irritante y es apropiado para aplicaciones de alta, mediana y baja temperatura, sin embargo, tiene presiones de saturación mucho más altas que el R-12 para temperaturas equivalentes, tiene un calor latente de evaporación mucho mayor y un volumen específico inferior. Como resultado de lo anterior, para un volumen dado de vapor de refrigerante saturado, el R-22 tiene una capacidad de refrigeración mucho mayor.

Hasta hace unos 10 años el refrigerante R-502 no era tan accesible en cuanto a costo y falta de proveedores del mismo, en la actualidad es más accesible y este es el indicado para una baja en el tiempo de enfriado ya que es un mejor refrigerante, el costo es muy similar al R-22 por lo que reportaría grandes beneficios.

El parámetro a evaluar es:

- ❖ Tiempo promedio de enfriamiento de un lote en condiciones específicas para cada uno de los refrigerantes a evaluar.

Se quiere verificar si existe un beneficio al hacer estas pruebas con los refrigerantes.

PROPIEDADES COMPARATIVAS DE DIFERENTES REFRIGERANTES

Propiedades comparativas	SISTEMA METRICO				SISTEMA INGLES			
	Unidades	R-12	R-22	R-502	Unidades	R-12	R-22	R-502
Presión de saturación a 21 °C (70 °C)	Kg/Cm ²	4.94	8.54	9.60	PSIG	70.2	121.4	136.6
Punto de ebullición a 1.034 Kg/Cm ² (14.7 PSIA).	°C	-29.78	-40.78	-45.61	°F	-21.6	-41.4	-50.1
Densidad del líquido a 21 °C (70 °F)	gm/cm ³	1.32	1.21	1.26	Lb/pie ³	82.7	75.5	78.6
Solubilidad en agua a 25.6 °C (8 °F).	Partes por millón	93	1,300	560	Partes por millón	93	1,300	560
Solubilidad en agua a -40 °C (-40 °F).	Partes por millón	1.7	120	40	Partes por millón	1.7	120	40

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

COMPARACION DEL EFECTO DE REFRIGERACION.

PROPIEDADES COMPARATIVAS	SISTEMA METRICO				SISTEMA INGLES			
	UNIDADES	R-12	R-22	R-502	UNIDADES	R-12	R-22	R-502
Presión de evaporación.	Kg./Cm ²	.042	.072	.109	PSIG	0.6	10.2	15.5
Presión de condensación.	Kg./Cm ²	9.56	15.89	17.30	PSIG	136	226	246
Índice de compresión.		9.9	9.7	8.6		9.9	9.7	8.6
Volumen específico del gas de retorno.	Cm ³ /gm	4.85	.405	.266	Pie ³ /Libra	3.03	2.53	1.66
Efecto de refrigeración.	KCal/Kilo	87.7	97.3	131.5	BTU/Libra	48.1	57.07	73.03
Efecto de refrigeración.	KCal/m ³	.158	.257	.261	BTU/pie ³	17.8	28.9	29.3

8-. CONCLUSIONES

1-.Se observó que a pesar de que el refrigerante R-22 es el más utilizado en la actualidad, el Refrigerante R-502 es una mejor opción, dado que además del bajo costo se cuenta con más proveedores incluso locales, es un gas inerte, no tóxico, incoloro, y transparente al igual que el R-22 pero debido a su mejor capacidad refrigerante, reducirá el tiempo de enfriado de un lote promedio, de acuerdo a la propuesta se cumple el propósito ya que se encontró una alternativa que reduce el tiempo en la etapa de enfriamiento en el proceso de fabricación de un perfume, lo que reporta beneficios a la empresa que adopte la misma, entre los que puedo mencionar las horas hombre que en una empresa siempre es un recurso que debe ser administrado de la mejor forma posible

Cabe señalar que en las pruebas realizadas son en un enfriador tipo **DATAM PLUS II**, y los resultados pueden variar dependiendo del enfriador que se use.

En la tabla se observan los resultados obtenidos en el enfriador **DATAM PLUS II**.

El parámetro a evaluar dio los siguientes resultados:

TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN UN LOTE STANDARD

TIEMPO DE ENFRIAMIENTO	REFRIGERANTES		
	R-12	R-22	R-502
Lote de 1000kgs de 25 a 7°C	25 min	19min 30seg	17min 20seg

Los valores reportados corresponde al promedio de las lecturas obtenidas durante 6 semanas de operación en el equipo, las corridas se realizaron durante el turno matutino con 20 lotes iguales para cada uno de de los refrigerantes (**R-22, R-502**), en relación al **R-12** los valores reportados se obtuvieron en la bibliografía de la compañía.

Cabe señalar que estos refrigerantes son de la familia de los CFC's (**R-12**) y de los HCFC's(**R-22, Y R502**), siendo los CFC's de un efecto invernadero mucho más poderoso que los HCFC's (una molécula de CFC puede destruir 100,000 moléculas de O₃, por lo que nuevos sustitutos empiezan a ser evaluados, para el reemplazo de ambos.

2-. Este trabajo explica ampliamente el manejo de un enfriador tipo **DATAM PLUS II**, el cual se utiliza en un gran número de industrias de fabricación de cosméticos lo cual nos ayuda a entender su manejo.

9-. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Moore, Walter John *Fisicoquímica básica*
1ed México ed. Prentice Hall Hispanoamericana
pags 87-90,211-214, 249-254, 911
- 2.- Samuel H. Maron *Fisicoquímica* versión en español
México ed Limusa 1011p
1 ed ,Pags 114-120, 213-219
- 3.- Eichert, Arlington L. *Calefacción aire acondicionado y refrigeración / conceptos y aplicaciones*
México Editorial Limusa 2da edicion
- 4.- Arrona, Hernández Felipe de J. *Calidad, el secreto de la productividad*
2da edición, México Editorial Técnica 177p
- 5.- Billut, Mancel *Perfumery Technology*
1ed, New Cork: ed J.wiley 353p
- 6.- Pucher, William Arthur *Perfumes, cosmetics and soaps*
5ta ed Londres Ed Chapman
pags 2-57, 136-138
- 7.- Botero, Camilo G. *Refrigeración y aire acondicionado*
1re edición, Editorial Englewood cliffs, Prentice Hall Mex 874p
- 8.- J.B. Wilkinson, R.J Moore *Cosmetología de Harry*
Ed Díaz de Dantos S.A. Madris 1039 p
1re edición, Pags, 108-119, 184-206, 332-335, 480-498.
- 9.- Página web: <http://www.mundobelleza.com/perfume/historia/historiaper.htm>
- 10.- Página web: <http://www.lafacu.com/apuntes/quimica/Refrigerantes/>