

ANEXOS

ANEXO 1

MODELO DE FORMATO PARA EL REGISTRO DE INSPECCIÓN DE CILINDROS RETORNABLES O RECARGABLES

REGISTRO PARA LA INSPECCIÓN DE CILINDROS RETORNABLES O RECARGABLES PARA GASES REFRIGERANTES				
Nº ITEM	CRITICIDAD (CR)	SITUACIÓN DETECTADA	REGISTRAR SOLO LO QUE DEBE SER CORREGIDO	

Nº ITEM	CRITICIDAD (CR)	MEDIDAS/CONTROL/RECOMENDACIÓN (MEDIDAS CORRECTIVAS)	RESPONSABLE	FECHA EJECUCIÓN	SEGUIMIENTO

ANEXO 2 **MODELO DE LISTA DE CHEQUEO PARA INSPECCIÓN DE CILINDROS RETORNABLES O RECARGABLES**

LISTA DE CHEQUEO PARA LA INSPECCIÓN DE CILINDROS RETORNABLES O RECARGABLES PARA GASES REFRIGERANTES

ÁREA/SECCIÓN	_____
FECHA DE INSPECCIÓN	_____
Nº IDENTIFICACIÓN CILINDRO	_____
GAS REFRIGERANTE	_____
PRESIÓN CARGA DEL CILINDRO	_____
PRESIÓN DE TRABAJO	_____
FABRICANTE	_____
PRESIÓN MAX. DE TRABAJO PERMITIDA	_____ AÑO FABRICACIÓN _____

LISTA DE CHEQUEO

CR: CRITICIDAD
1 BAJA- 2 MEDIA- 3 ALTA

CILINDRO		SÍ	NO	CR	OBSERVACIONES
1	Cortes				
2	Hendiduras				
3	Abolladuras				
4	Exceso de corrosión externa				
5	Limpio y libre de aceite carbonizado, grasa y otras sustancias combustibles				
6	¿Está bien identificado el gas que contiene el cilindro (etiqueta) y color de acuerdo con normas estándar?				
7	¿El cilindro cuenta con tapa protectora?				
8	¿Se mantiene el cilindro a una distancia segura de trabajo?				
9	¿El cilindro está protegido del calor excesivo?				

ANEXO 3

MODELO DE FORMATO PARA EL REGISTRO DE LIMPIEZA O LAVADO DE CILINDROS RETORNABLES O RECARGABLES

REGISTRO DE LIMPIEZA DE CILINDROS RETORNABLES O RECARGABLES

Centro: _____ Fecha: _____
Área: _____ Responsable: _____

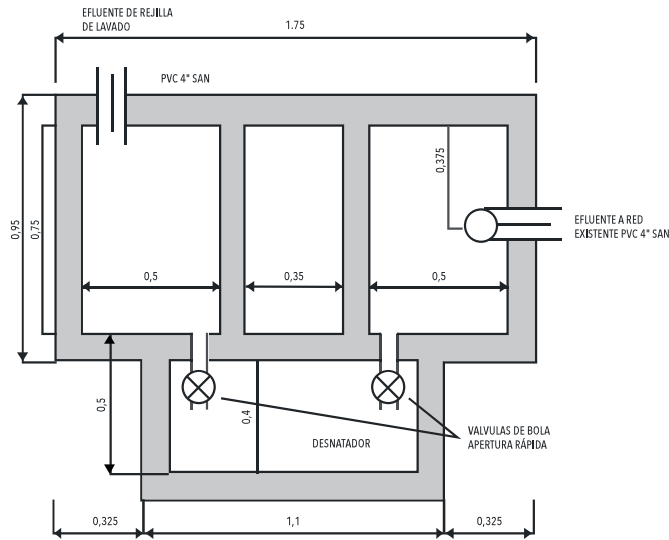
Identificación del Cilindro			Lavado con vapor de agua	Lavado en seco con nitrógeno	Observaciones	Realizó
Fecha	Serial N°	Especificación DOT				

CONVENCIONES:

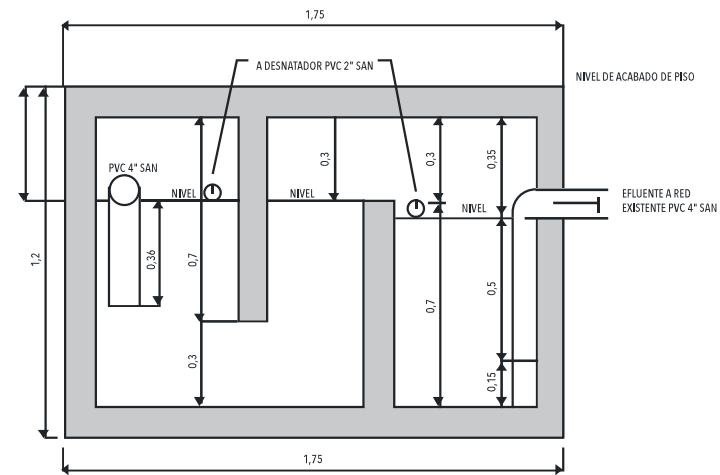
- C Cumple
- R Realizado

ANEXO4 EJEMPLO DE PLANO DE DISEÑO DE LA TRAMPA DE GRASAS

PLANTA:



CORTE:



NOTA: ESPESOR DE TODOS MUROS EN LADRILLO TOLETE 10 CM

ANEXO5 INSTRUCTIVO PARA EL MANEJO DE LA RECUPERADORA

Introducción / Consideraciones técnicas

Procedimientos de recuperación

- a.) Identificar la línea de succión y la línea de descarga
- b.) Conexión árbol de manómetros al sistema y al cilindro de paso
- c.) Complementar la conexión con la máquina recuperadora y el cilindro de almacenamiento
- d.) Abrir las válvulas y el encendido de la máquina recuperadora
- e.) Poner en funcionamiento la máquina recuperadora
- f.) Desmontar adecuadamente los elementos empleados en el procedimiento de recuperación del refrigerante

REFERENCIAS

INTRODUCCIÓN / CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Para aplicar el siguiente procedimiento, que hace parte de las buenas prácticas en refrigeración, se ha utilizado un cilindro de paso (cilindro blanco), tanto para la recuperación del refrigerante por la línea de succión como por la descarga. Lo anterior, con el fin de prevenir y contener las posibles fugas, y la entrada de gas refrigerante en fase líquida o mezcla al equipo recuperador. En el caso de contar con recuperadoras que trabajan en fase líquida o mezcla, no es necesario utilizar el cilindro de paso, pero es necesario minimizar las fugas que se puedan presentar durante esta actividad.

Procedimientos de recuperación

A Identificar la línea de succión y la línea de descarga, con el fin de asegurar que la recuperación del refrigerante se realiza por la línea correspondiente. La primera (succión) se encuentra entre el mecanismo de expansión y el compresor, mientras que la segunda (descarga) se encuentra entre el compresor y el condensador.

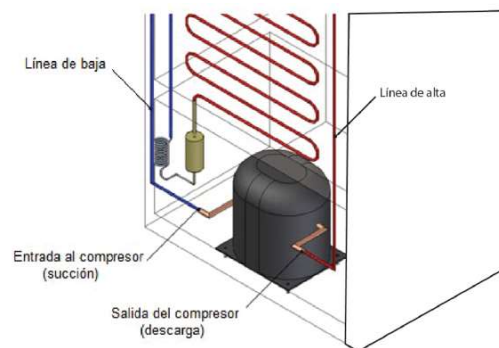


Figura 1.

Identificación de las líneas de alta y baja presión en el sistema

Fuente: MinAmbiente - UTO, 2014

B

Conectar el árbol de manómetros al sistema y al cilindro de paso, con el fin de prevenir que el refrigerante escape a la atmósfera, verificando que las válvulas tanto del árbol de manómetros como del cilindro de paso se encuentren cerradas. Así mismo, se conecta la manguera azul al manómetro del mismo color y el otro extremo a la línea de succión. Se conecta la línea amarilla a la línea de servicio del árbol de manómetros y el otro extremo a la válvula de entrada del cilindro de paso. Este procedimiento también puede ser realizado por la línea de descarga.

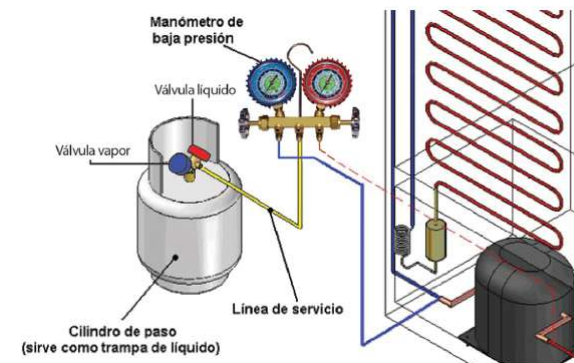


Figura 2.

Identificación de las líneas de alta y baja presión en el sistema

Fuente: MinAmbiente - UTO, 2014

C

Complementar la conexión con la máquina recuperadora y el cilindro de almacenamiento, con el fin de prevenir que se escape el refrigerante a la atmósfera y contar con el montaje final para iniciar el procedimiento de recuperación. Se debe verificar que las válvulas del cilindro de almacenamiento estén cerradas y realizar las conexiones de la válvula de vapor del cilindro de paso a la entrada de la máquina recuperadora por medio de una manguera y la salida de la máquina recuperadora a la válvula del cilindro de almacenamiento con otra manguera. Así mismo se conecta el sensor de sobrellenado de la máquina recuperadora al cilindro de almacenamiento, con el fin de detectar si el cilindro está llegando a su máxima capacidad de llenado.

y evitar accidentes por sobrellenado. A continuación se presentan las tres posibles configuraciones dependiendo del procedimiento a utilizar (vapor, líquido o push & pull).

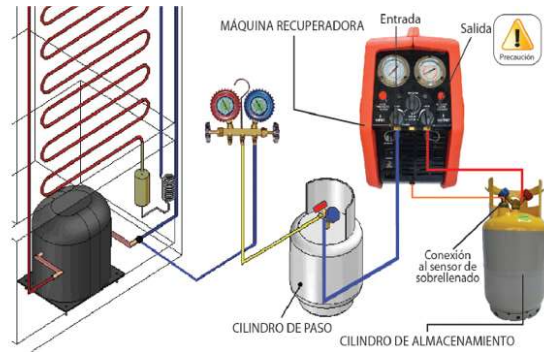


Figura 3.

Conexión para el procedimiento de recuperación por vapor

Fuente: MinAmbiente - UTO, 2014

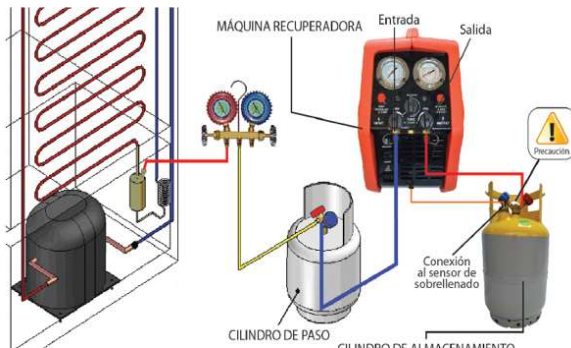


Figura 4.

Conexión para el procedimiento de recuperación por líquido

Fuente: MinAmbiente - UTO, 2014

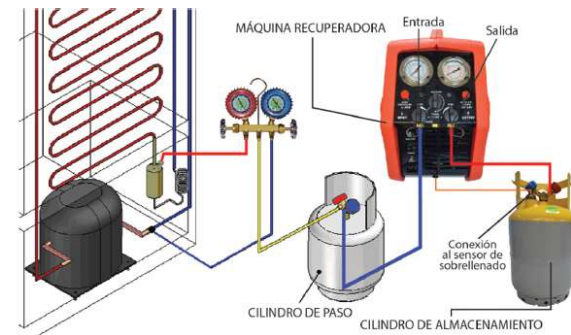


Figura 5.

Conexión para el procedimiento de recuperación por líquido push & pull

Fuente: MinAmbiente - UTO, 2014

D

Abri las válvulas y el encendido de la máquina recuperadora, con el fin de iniciar la recuperación del refrigerante. Las válvulas se deben abrir en orden, desde el manómetro de baja presión del árbol, pasando luego por las válvulas del cilindro de paso, por las de la máquina recuperadora y las del cilindro de almacenamiento. Por último se debe conectar la máquina recuperadora a la fuente de energía y pulsar el botón de encendido, seguido del botón de arranque "start". El cilindro de paso funciona como una trampa de líquido, lo cual sirve para proteger el compresor de la máquina recuperadora, evitando que el refrigerante llegue a éste en estado líquido; sin embargo, algunas máquinas recuperadoras no requieren cilindro de paso, ya que se encuentran diseñadas para ello.

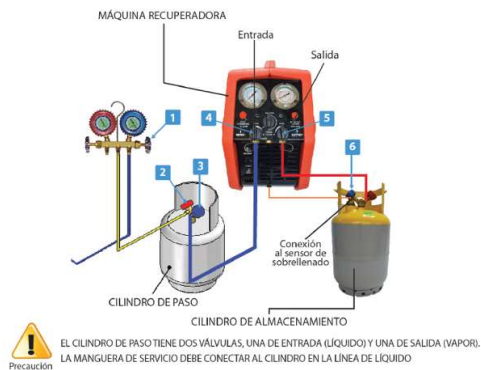


Figura 6.

Apertura de válvulas y encendido de la máquina recuperadora

Fuente: MinAmbiente - UTO, 2014

E

Poner en funcionamiento la máquina recuperadora y tomar las medidas necesarias para garantizar la extracción total del refrigerante. Abrir la perilla de entrada "input" girándola hacia la posición "open". Girar luego la perilla de recuperación "recover" y encender el equipo mediante el botón "power". Luego pulsar el botón rojo de arranque y abrir la perilla de salida "output" hacia la posición "open".



Figura 28. Funcionamiento de la máquina recuperadora

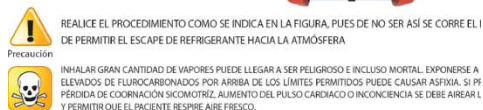


Figura 7.

Funcionamiento de la máquina recuperadora

Fuente: MinAmbiente - UTO, 2014

F

Desmontar adecuadamente los elementos empleados en el procedimiento de recuperación del refrigerante, con el fin de garantizar la extracción total del refrigerante. Para iniciar el desmontaje, primero se deben purgar las mangueras para extraer los residuos de refrigerante, con ayuda de la perilla de recuperación "purga" y la perilla de entrada "input", siguiendo el orden correspondiente. Por último retirar con precaución la manguera que conecta la salida de la máquina de recuperación.

Se debe tener en cuenta que la máquina recuperadora puede seguir recuperando refrigerante aún después de que ésta se apaga, debido a la diferencia de presiones, de manera que la manguera acumula una cantidad mínima de refrigerante que podría escapar a la atmósfera.



Figura 8.

Extracción de residuos de la máquina recuperadora

Fuente: MinAmbiente - UTO, 2014

REFERENCIA

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MinAmbiente (2014). Manual de Buenas Prácticas en Refrigeración. Unidad Técnica de Ozono – UTO. Bogotá, Colombia. : MinAmbiente - UTO.

ANEXO 6 MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES REFRIGERANTES²⁴

ULTIMA ID PRO™ MODELO RI-700H HVAC/R REFRIGERANT ANALYZER

CONTENIDO

Introducción

Componentes

Precauciones

Procedimientos de Operación

a.) Energización del analizador (turn on)

b.) Calibración

c.) Muestreo en fase vapor

d.) Muestreo en fase líquida

Visualización de los Resultados de las Pruebas

g.) Refrigerantes contaminados

h.) Refrigerantes puros

i.) Mezclas puras con componentes incorrectos

j.) Medición de aire

Referencias

INTRODUCCIÓN

La contaminación y el etiquetado incorrecto de los refrigerantes ya sea en cilindros de almacenamiento o sistemas de aire acondicionado y refrigeración, pueden conducir al deterioro mecánico, eléctrico y termodinámico de un sistema de refrigeración y aire acondicionado (corrosión de componentes, y presiones de cabeza elevada).

La capacidad del técnico para determinar el tipo de refrigerante y la pureza, está severamente obstaculizada por la presencia de aire cuando se trata de utilizar la relación temperatura-presión. El desarrollo de diversos refrigerantes sustitutos complica aún más la capacidad de un técnico para identificar la pureza del refrigerante con base en la relación temperatura-presión.

El Neutronics Ultima ID Pro™ Refrigerante Analyzer proporciona un medio rápido, fácil y preciso, para determinar la pureza del refrigerante en los cilindros de almacenamiento de refrigerante, o directamente en los sistemas de aire acondicionado y refrigeración. El instrumento utiliza la tecnología de infrarrojo no dispersivo (NDIR²⁵), para determinar las concentraciones de peso de varios tipos de refrigerante. La pureza del refrigerante se visualiza en la pantalla LCD y el usuario debe determinar, si los niveles de pureza arrojados por el identificador, son aceptables para sus requerimientos técnicos.

La prueba se produce cuando el gas de muestra es alimentado al instrumento a través de las mangueras de muestreo, y una vez entra al dispositivo de detección, el instrumento proporciona al usuario la concentración en peso del gas refrigerante analizado.

La interface del equipo con el usuario a través de una pantalla gráfica LCD, e indicadores LED²⁷, muestra el estado actual en el cual se encuentra el analizador, y facilita el manejo de los interruptores o botones del equipo, con el fin de mantener la comunicación. Asimismo, el identificador proporciona una impresora incorporada para imprimir sobre el terreno el informe de análisis. (Es opcional para algunos equipos)

En conclusión, el Neutronics Ultima ID Pro™ Refrigerante Analyzer, le proporciona al técnico de refrigeración, la capacidad de identificar el tipo y la pureza del gas refrigerante contenido en cilindros o sistemas de enfriamiento.

²⁴ Traducción de Fabian Pinzon, a partir del documento: Model RI-700H, HVAC/R Refrigerant Analyzer. Operation Manual. Neutronics Inc.

²⁵ NDIR: Non-dispersive infrared

²⁶ LCD: Liquid crystal display

²⁷ LED: Light Emitting Diode

Componentes

El identificador Ultima ID Pro™ cuenta con una pantalla gráfica, un banco de infrarrojos, conexiones eléctricas, una batería de litio fosfato de hierro, y el módulo de impresora. Estos componentes no requieren mantenimiento.

Figura 1.



Manguera muestreo vapor: la longitud de la manguera de muestreo equivale a 2 metros, y está construida de poliuretano. Adicionalmente, la manguera contiene un dispositivo restrictor, utilizado para reducir la presión en el punto de conexión, con el objeto de restringir la introducción de aceites perjudiciales al identificador.

La presión máxima de entrada es de 500 psig. En uno de los extremos, la manguera está provista de un conector de acoplamiento, para el puerto de entrada del instrumento, y una tuerca hembra (1/4 "SAE) de acoplamiento en el extremo de servicio.

NOTA: El analizador indicará "no condensables" o "refrigerante desconocido" si el equipo no recibe una buena muestra, debido al flujo obstruido o falta de flujo. Si esto ocurre, el restrictor puede necesitar ser reemplazado.

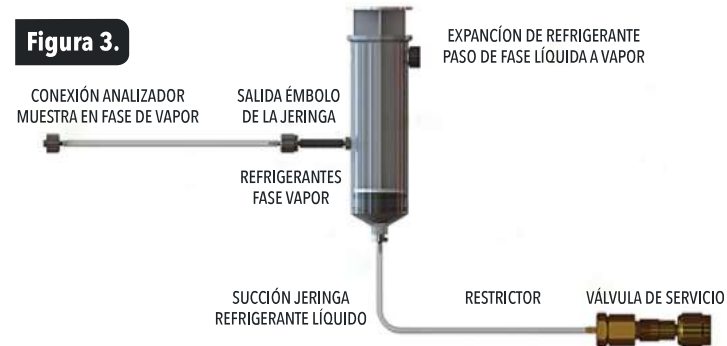
Figura 2.



Manguera muestreo líquido: para el muestreo líquido es utilizada la manguera de muestreo de vapor, pero en la mitad de la manguera se conectará una jeringa que se utilizará como dispositivo de expansión. La configuración sería la siguiente: por el extremo contrario a la tuerca de servicio, se conecta la manguera a la succión de la jeringa (entrada). Por el extremo, contrario al conector de acoplamiento para el puerto de entrada del instrumento, se conecta la manguera a la cámara del émbolo de la jeringa (salida). La muestra es alimentada en fase líquida, y al entrar a la jeringa se expande y cambia a fase de vapor. El gas sale por uno de los extremos de la cámara del émbolo de la jeringa, e ingresa al identificar en fase vapor.

NOTA: El analizador indicará "no condensables" o "refrigerante desconocido" si el equipo no recibe una buena muestra, debido al flujo obstruido o falta de flujo. Si esto ocurre, el restrictor puede necesitar ser reemplazado.

Figura 3.



Adaptador de corriente AC: el identificador es alimentado a través de una batería de litio fosfato de hierro. También puede alimentarse la unidad a través de un transformador de potencia de 90-264 VAC, 50-60 Hz. Este transformador convierte una toma de corriente 100-240VAC 50 / 60Hz estándar a 12VDC, 2.0A, que alimenta el dispositivo. Este adaptador de corriente alterna también cargará la batería cuando se conecta al analizador.

Figura 4.

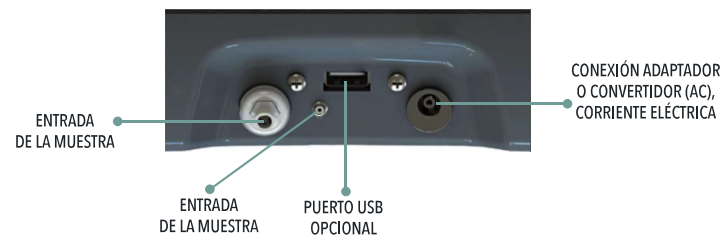


Panel de control: el panel de control sirve de interfaz entre el identificador y el usuario principal. El panel de control cuenta con tres botones o teclas programables que cambian los modos de función del instrumento. La función actual de cada botón se muestra por encima de los botones en la pantalla LCD. Los indicadores led rojo y verde ubicados en la parte superior del panel de control, son utilizados como indicadores visuales.

Figura 5.



Panel trasero de conexión: las conexiones localizadas en la parte de atrás del equipo son ilustradas en la siguiente figura.



Precauciones

MEZCLAS DE REFRIGERANTES: la industria de la climatización está en constante evolución de nuevos refrigerantes. Muchas de estas nuevas mezclas pueden ser identificados utilizando el ID de Ultima Pro™.

FILTRO: reemplace el filtro de muestra del instrumento, una vez comiencen a aparecer manchas rojas o decoloración en la parte exterior del elemento BLANCO. No reemplazar el filtro de la muestra, dará lugar a daños graves o resultados inexactos.

ENTRADA DE LA MUESTRA: el identificador incluye opciones de muestreo. Una configuración para el muestreo líquido, y otra para el muestreo a vapor. Si no se utiliza la configuración correcta, puede dar lugar a lecturas incorrectas y daños en el instrumento. NO introduzca líquido o muestras cargadas con aceite por la configuración de la manguera de muestreo a vapor.

CARGA DE LA BATERÍA: al cargar la batería interna con la fuente de alimentación (convertidor o cargador) suministrada, la fuente de alimentación puede llegar a calentarse. Si la fuente de alimentación se calienta, desenchufe de inmediato.

Procedimientos de operación

Antes de usar el analizador por primera vez, cargue la batería durante 2 horas con la fuente de alimentación. El analizador funcionará y cargará la batería mientras que la fuente de alimentación está conectada.

A Energización del analizador (turn on)

Pulse o presione el botón de poder (POWER) que se encuentra a la izquierda del panel de control. La pantalla LCD despliega la información que se muestra en la figura 7, inmediatamente la pantalla despliega la información que se muestra en la figura 8; si usted desea ajustar la configuración de fábrica, presione SET. Si usted no desea ajustar la configuración, espere el pantallazo o el despliegue de la información que se muestra en la figura 9.

Conecte la manguera de muestreo, y espere aproximadamente 30 segundos, una vez el analizador caliente, el equipo estará listo para ser calibrado.



Figura 7.



Figura 8.

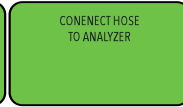


Figura 9.

B

Calibración

Para llevar a cabo una calibración adecuada, se necesita conectar la manguera de muestreo al equipo analizador. Antes de calibrar, verifique que la manguera de muestreo está conectada al analizador, y cerciorarse de que la manguera esté desconectada de cualquier fuente de refrigerante.

Para la primera calibración, el analizador requiere aire o estar en un ambiente abierto; las calibraciones adicionales se realizarán periódicamente.

Para realizar la calibración aparecerá en la pantalla el texto "AIR CALIBRATION IS NEEDED NOW" (figura 10). Pulse 'CAL' para calibrar la máquina o el analizador. Al calibrar, el analizador introducirá aire fresco a la celda de muestreo, a través de una bomba interna. Este aire fresco purga cualquier exceso de refrigerante y garantiza resultados precisos.

La calibración requiere que la manguera de muestreo esté desconectada del cilindro de almacenamiento de refrigerante o del sistema de refrigeración y aire acondicionado. Asimismo, se requiere que la manguera de muestreo permanezca conectada al analizador. A través de un pantallazo, el analizador mostrará el progreso de la calibración. (Figura 11) El tiempo de calibración es de aproximadamente 130 segundos.

Figura 10.

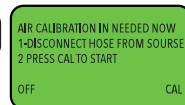
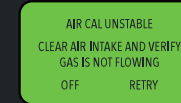


Figura 11.



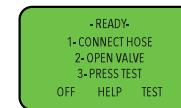
NOTA: En casos pocos probables, aparece el siguiente mensaje en la pantalla del analizador 'Calibrado de aire inestable'; como se muestra en la (Figura 12). Compruebe si en el ambiente existe ventilación de aire, y no hay algún tipo de gas que este cerca de la entrada de aire. Una vez que haya verificado ambos parámetros, pulse 'RETRY' para completar otra calibración.

Figura 12.



Quando el analizador ha completado la calibración, el equipo mostrará en la pantalla la siguiente información.

Figura 13.



Determine en qué fase se encuentra la muestra a analizar, y verifique que ha escogido la configuración de manguera de muestreo adecuada para el análisis. (Ver numeral I del presente manual).

Complete los pasos definidos en la figura 13. Conecte la manguera al tanque o sistema, abra la válvula y luego presione o pulse 'TEST'. El analizador mostrará en la pantalla, la información relacionada con el progreso de la actividad de análisis de la muestra (figura 14), como también la información que indicará que la prueba se ha completado (figura 15).

Figura 14.

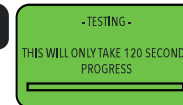


Figura 15.



C

Muestreo en fase vapor

La toma de la muestra en fase de vapor, es el método más utilizado para la identificación de los refrigerantes. El operario deberá seguir los siguientes pasos:

- 1 Conectar la configuración de manguera de muestreo vapor (ver numeral I del presente manual), al puerto de baja del sistema de refrigeración y aire acondicionado, o a la válvula de vapor del cilindro de almacenamiento.
- 2 Abrir la válvula inferior del cilindro y pulse 'TEST' (figura 13).
- 3 Cuando la prueba se haya completado, cierre la válvula del lado de baja del sistema o la válvula de vapor del cilindro, y desconecte la manguera.
- 4 Desconectar la manguera del analizador.

D Muestreo en fase líquida

La toma de la muestra en fase líquida es una opción exclusiva de la última generación de analizadores tipo infrarrojo. Para utilizar el muestreo en fase líquida, el operario deberá seguir los siguientes pasos:

- 1 Conectar la configuración de manguera de muestreo líquido (ver numeral I del presente manual), al puerto de alta del sistema de refrigeración y aire acondicionado, o a la válvula de líquido del cilindro de almacenamiento. Verifique que el émbolo de la jeringa esté completamente deprimido. (Ver figura 9)
- 2 Conectar al analizador el extremo correspondiente al acoplamiento para el puerto de entrada del instrumento, y fije la jeringa de forma vertical utilizando el imán.
- 3 Abrir la válvula del lado de alta del cilindro o del sistema de refrigeración y aire acondicionado. La muestra líquida saldrá del cilindro o sistema, e ingresará al émbolo de la jeringa.
- 4 Espere que el émbolo se mueva debido a la expansión o cambio de fase del gas refrigerante de líquido a vapor. Este dispositivo se moverá hasta llegar al orificio de salida de vapor del émbolo de la jeringa (ver figura 9), y el gas refrigerante se alimentará en fase vapor al equipo analizador.
- 5 Pulse 'TEST' en el analizador (figura 13).

- 6 Una vez finalizada la prueba, cierre la válvula del sistema o del cilindro de almacenamiento, desconecte la manguera de la entrada de la jeringa y la manguera de la salida. Presione el émbolo para expulsar el aceite atrapado.
- 7 Inspeccione la manguera en busca de signos de aceite, y reemplace el dispositivo restrictor si es necesario.
- 8 Desconectar la manguera del analizador.

Visualización de los resultados de la prueba

Al finalizar la prueba, el analizador despliega un pantallazo similar al mostrado en la figura 16. Al pulsar el botón "MORE" la pantalla mostrará la figura 17. Completada la prueba, pulse en "DONE" para volver a la pantalla "READY" (figura 18). Imprima el resultado, si cuenta con la opción de impresión en el analizador.



Figura 16.

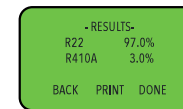


Figura 17.

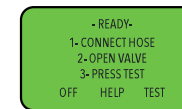


Figura 18.

A Este analizador en particular incluye la capacidad para detectar y analizar la composición de muchos refrigerantes comunes de la serie R-400, además de R-22, R-32, R-134a y los hidrocarburos (HC).

En caso que el analizador identifique, que el refrigerante primario (el tipo de refrigerante) en el sistema o cilindro es el refrigerante medido, los resultados se mostrarán como en la figura 19. Al pulsar el botón "MORE" la pantalla mostrará en detalle la composición del refrigerante (figura 20). Si no se reconoce el refrigerante, se mostrará un pantallazo como se ve en la figura 21.



Figura 19.

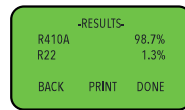


Figura 20.

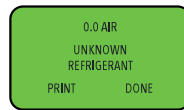
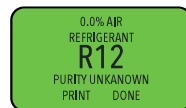


Figura 21.

B

La última generación de analizador ID Pro TM, tiene la capacidad de identificar los siguientes refrigerantes: R12, R1234yf, R408A, R409A, R417A, R421A, R421B, R422A, R422B, R422C, R427A y los hidrocarburos (HC). Todos los refrigerantes identificados se mostrarán en la pantalla con "pureza desconocida", debido a que el analizador no puede proporcionar información adicional con respecto a la composición (figura 22).

Figura 22.



El instrumento también puede identificar y analizar el contenido de componente puro de R134a, R22, HC (hidrocarburos), R404A, R407C y R410A. El análisis realizado por el identificador a refrigerantes de mezclas puras, producirá datos adicionales con respecto a la composición de la muestra de refrigerante.

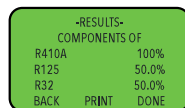
NOTA: los hidrocarburos (HC) abarcan R-600, R-600A y R-290. El analizador no puede diferenciar entre estos hidrocarburos.

El analizador mostrará el tipo de refrigerante (mezcla) que está siendo medido como se muestra en la figura 23. Al pulsar el botón "MORE" se mostrará en la pantalla el detalle o la composición del refrigerante tipo mezcla (figura 24).

Figura 23.



Figura 24.



C

Mezclas puras con relaciones de componentes incorrectos

El analizador tiene la capacidad de detectar la relación entre los componentes que conforman la mezcla, y que han sido alterados por la contaminación. Si uno de los refrigerantes tipos mezcla, tiene relaciones de componentes incorrectos, se mostrará como en la figura 25. Para ver las concentraciones de los componentes, pulse el botón "MORE" (figura 26).

Figura 25.

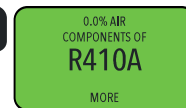
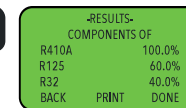


Figura 26.



D

Medición de aire

El analizador ofrece la posibilidad de medir la presencia de aire durante cada prueba. El sensor de oxígeno mostrará el porcentaje de aire en todos los refrigerantes que están siendo identificados o analizados en un sistema o cilindro. En la figura 27, la pantalla LCD muestra el aire detectado. Al pulsar 'MORE' se mostrará la pureza de los refrigerantes que fueron detectados (figura 28).

Figura 27.

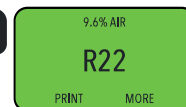
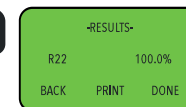


Figura 28.



NOTA: La cantidad de aire medido es independientemente al refrigerante identificado. Se puede tener el 100% de refrigerante puro con un porcentaje de aire en el sistema o cilindro.

E

Impresión de los resultados de la prueba y datos de canal

Para aquellos equipos ID que vienen equipados con el sistema de impresión, los resultados de la prueba se pueden imprimir después de completar los análisis. Los resultados de la prueba para todos los refrigerantes analizados se imprimirán, al pulsar "PRINT" en la parte inferior de la pantalla (figura 28). La figura 29 muestra el pantallazo relacionado con la impresión de los resultados. Si la muestra identificada es un "UNKNOWN REFRIGERANTS" es decir: refrigerantes desconocidos, al pulsar "PRINT" le permitirá imprimir los datos de los componentes que han sido analizados. (Figura 30)

Una vez finalizada la impresión, cuidadosamente corte el resultado impreso, y pulse "BACK" para volver a la pantalla anterior (figura 31). Impresiones adicionales podrían hacerse siguiendo el mismo procedimiento. Para salir de la prueba, presione el botón "DONE".

Figura 29.

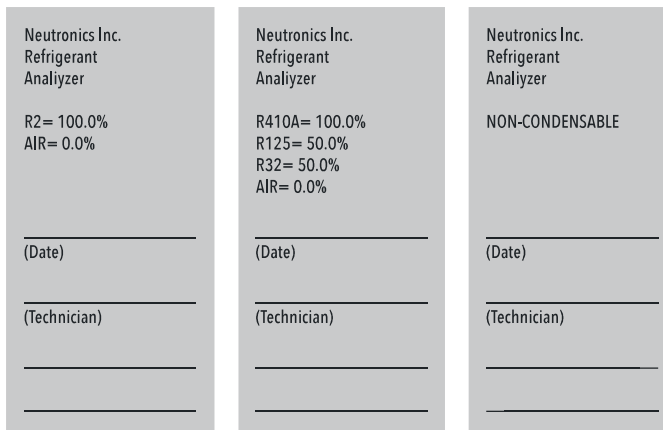


Figura 30.



NOTA: Se debe tener cuidado al despegar los resultados impresos para dejar un borde limpio. Cortar el papel de derecha a izquierda para evitar los atascos de papel.

Figura 31.



F

Modelación de datos analizados

La modelación de datos analizados es una característica única de la Ultima ID Pro TM (Analizador), permite al usuario probar refrigerantes, que para el analizador son desconocidos en relación a su pureza y al tipo de refrigerante, y genera resultados tipo GUIA o HUELLA para la identificación de estos refrigerantes en particular.

F

Una vez se complete la prueba o el análisis de una muestra de refrigerante (ver el numeral IV, ítem c del presente manual), los resultados de la prueba se muestran similar a la figura 32, para los refrigerantes identificables de pureza desconocida (ver numeral IV, ítem b del presente manual), o bien la figura 33 para los refrigerantes desconocidos (no identificables). Una vez los resultados se despliegan en la pantalla, el analizador le permitirá al usuario imprimir los datos obtenidos (figura 34). Lo anterior, se realiza presionando el botón "PRINT".

Esta nueva característica permite al usuario desarrollar un modelo de resultado, tipo "huella" para analizar refrigerantes que el equipo no puede identificar en relación a su pureza y composición.

Si el usuario pone a prueba un tanque virgen de refrigerante al menos 3 veces, y recibe datos analizados que difieren o varían muy poco entre sí, estos datos se pueden utilizar como un modelo de "huella digital" para este refrigerante muestreado. Esta característica le permitirá al usuario tener una guía para identificar los refrigerantes desconocidos.

Figura 32.

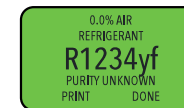


Figura 34.

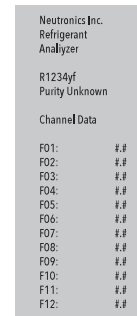
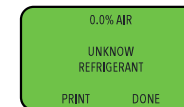


Figura 33.



NOTA: esto no es un método garantizado para la identificación de refrigerantes. Los resultados pueden variar y algunos refrigerantes pueden crear datos inconsistentes.

REFERENCIAS

Model RI-700H, HVAC/R Refrigerant Analyzer. Operation Manual. Neutronics Inc.

ANEXO 7 INSTRUCTIVO MANEJO DE LA UNIDAD REGENERADORA

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN DEL EQUIPO REGENERADOR JV 90A-3 SC²⁸

CONTENIDO

Introducción

Operación

Identificación de interruptores, válvulas, termostatos y presostatos del equipo regenerador

Procedimientos de operación del equipo regenerador JV 90A-3 SC

- a.) Vacío al equipo regenerador
- b.) Carga de refrigerante
- c.) Purga de gases no condensables
- d.) Retiro de aceite
- e.) Vaciado del equipo regenerador

Referencias

INTRODUCCIÓN

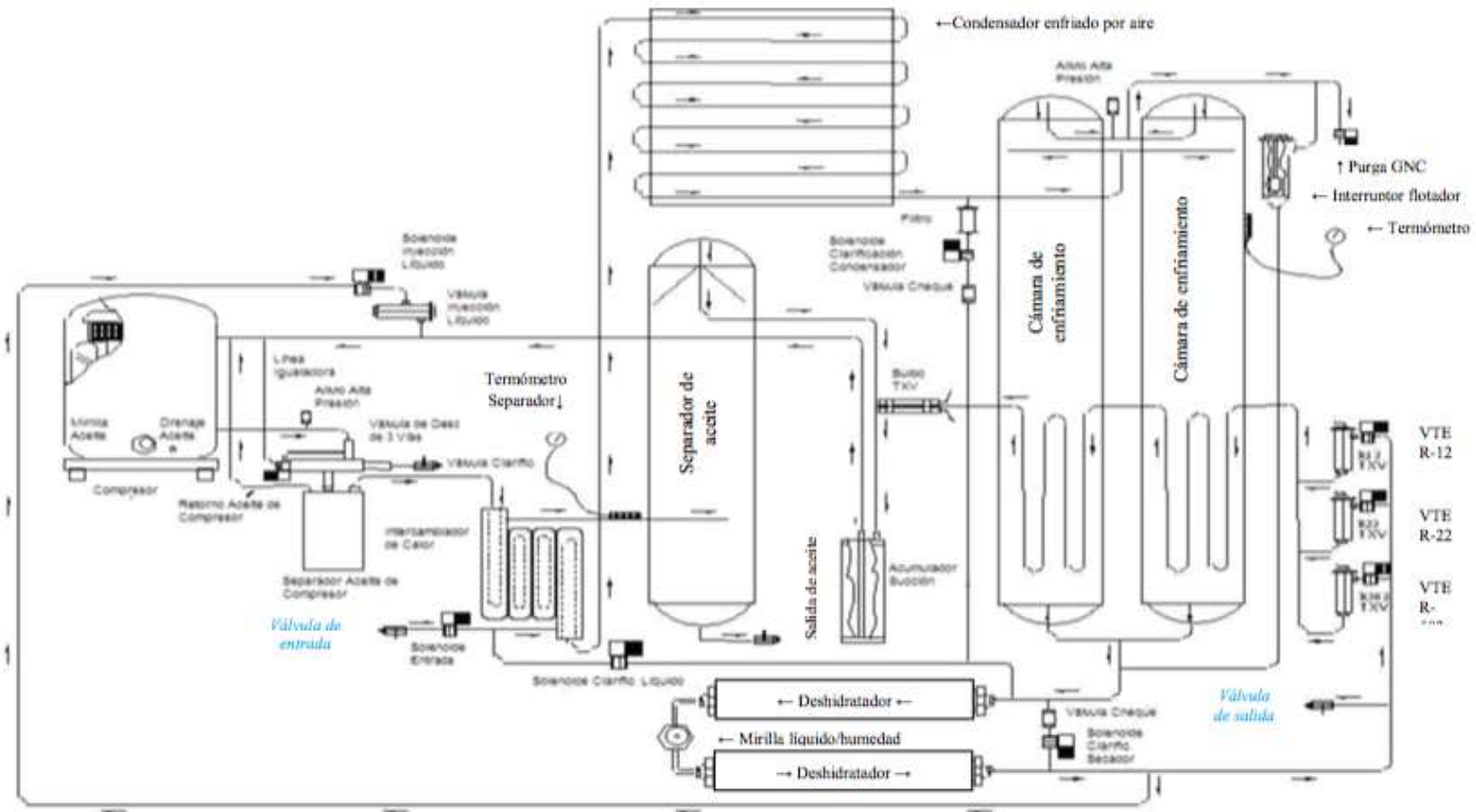
Los siguientes procedimientos hacen referencia a los pasos necesarios para la operación del equipo regenerador Van Steenburgh JV 90A-3 SC, diseñado para purificar o destilar los gases refrigerantes CFC-12, HCFC-22 y HFC -134a. El manual describe e ilustra de forma concisa y precisa los procedimientos necesarios para regenerar o reciclar los gases refrigerantes mencionados anteriormente. Así mismo, el documento es un soporte material que contiene información, y que tiene como fin transmitir conocimientos de tipo técnico, para capacitar a los operadores de los centros de regeneración de refrigerantes del país.

Entre los procedimientos descritos, se detallan los relacionados con el cargue de refrigerante en el equipo regenerador, en donde se presenta el procedimiento de vacío, seguido del procedimiento de purga de gases no condensables, para hacer énfasis en la regeneración, en la purga o retiro de aceite, y principalmente en el vaciado del equipo regenerador.

²⁸ Adaptación de Gildardo Yañez a partir del documento Van Steenburgh Refrigerant Reclaim System JV Series Self Clearing. Versión en Idioma Español. Año 2008

Operación

Ilustración 1



1

El refrigerante entrante se toma a alta temperatura y velocidad usando el calor de compresión, fricción y resistencia eléctrica del motor mediante la utilización de un tubo en el intercambiador de calor de tubos.

2

Luego éste entra al separador de aceite donde la velocidad se reduce radicalmente. Esto permite que el vapor, a alta temperatura, suba.

3

Durante este proceso, partículas de cobre, carbono, aceite, ácido, agua y todos los demás contaminantes caen al fondo del separador donde pueden ser removidos durante la operación de "salida de aceite". (Este proceso también le permite determinar con precisión la cantidad de aceite removido del sistema de regeneración ya que todo permanece en el fondo del separador).

4

El vapor destilado, a alta temperatura, sube y pasa de la cámara de separación al compresor, al tubo en el intercambiador de calor de tubos, y luego al condensador enfriado por aire en donde se convierte a líquido.

5

El líquido pasa a las cámaras de almacenamiento integradas (cámaras de enfriamiento). Dentro de estas cámaras un ensamble de evaporador que incluye válvulas de expansión térmica que corresponden al tipo de refrigerante sub-enfría el líquido entre 20 y 40 grados F/ -6.7 a 4 grados C (dependiendo de diferentes variables) durante la operación de ENFRIAMIENTO.

6

Un par de filtros/secadores reemplazables en este circuito remueven cualquier humedad remanente, mientras se termina el proceso de limpieza.

7

El enfriamiento del refrigerante también facilita la transferencia a cualquier cilindro o sistema externo a temperatura ambiente.

IDENTIFICACIÓN DE INTERRUPTORES, VÁLVULAS, TERMOSTATOS Y PRESOSTATOS DEL EQUIPO REGENERADOR



PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN DEL EQUIPO REGENERADOR JV 90A-3 SC

A Procedimiento de vacío al equipo regenerador

- 1 Abra las válvulas manuales de ENTRADA (INLET) y SALIDA (OUTLET), (con la unidad conectada a una fuente de energía apropiada).
- 2 Conecte la bomba de vacío a los dos acoples de ENTRADA DE REFRIGERANTE (REFRIGERANT INLET) y SALIDA DE REFRIGERANTE (REFRIGERANT OUTLET).
- 3 Haga vacío con una bomba hasta que el vacuómetro electrónico llegue a 1000 micrones.
- 4 Verifique que el manómetro de baja presión indique una lectura de vacío durante el proceso.
- 5 Cierre las válvulas manuales "In" y "Out".

B Procedimiento de carga de refrigerante

- 1 Verifique que el equipo esté conectado y que tenga suministro eléctrico.
- 2 Verifique que el compresor y la resistencia del cárter están tibios.
- 3 La posición de los interruptores al frente del regenerador es:
 - Interruptor Compresor ON
 - Interruptor Chiller OFF
 - Interruptor Vapor OFF
 - Interruptor Reclaim/Clear Reclaim
 - El Interruptor del selector del refrigerante debe apuntar hacia el refrigerante que se va a regenerar.
- 4 Conecte la manguera al unidor de 3/8" etiquetado como "REFRIGERANT IN" (ENTRADA DE REFRIGERANTE).
- 5 Conecte el otro extremo de la manguera al tanque de refrigerante en la válvula de líquido.
- 6 Purgue la manguera.

NOTAS O CONSIDERACIONES TÉCNICAS:

- Antes de iniciar con la operación de regeneración, alimentar al equipo 3.2 a 4.1 kg de gas refrigerante a procesar. Colocar el interruptor del compresor y del chiller en ON. Mantener funcionando la máquina regeneradora durante 5 o 10 minutos. Esto calentará el compresor, y asegurará la máxima eficiencia de separación a nivel de las cámaras.
 - Siempre cargue refrigerante líquido, es mucho más rápido.
 - También sirve para enfriar el compresor del motor en el regenerador.
 - Extraer del lado de vapor del cilindro de almacenamiento, el refrigerante en fase líquida que va a regenerar, lo que reducirá drásticamente la presión, la temperatura del tanque y la eficiencia del procedimiento de carga.
- 7 Gire el interruptor del COMPRESOR a ON y abra la válvula manual de "REFRIGERANT IN" (ENTRADA DE REFRIGERANTE).
 - a. El manómetro de baja presión marca vacío si el regenerador no tiene refrigerante.
 - b. Una vez se inicie con el procedimiento de alimentación o carga de refrigerante, el manómetro de baja presión volverá a marcar cero psig. cuando el tanque de refrigerante que está cargando al regenerador se vacíe, o cuando el equipo regenerador este lleno.
 - 8 El interruptor "Reclaim/Clear" (regenerar/evacuar) debe estar en la posición de regenerar.
 - 9 El regenerador comenzará a funcionar conforme vaya subiendo la presión.
 - 10 Caliente el regenerador manteniendo un mínimo de 18.3°C en el termómetro del separador (ubicado al centro del regenerador) durante 3 minutos antes de abrir más la válvula de entrada. (Fotografía 1)

Fotografía 1



Termómetro
separador de aceite

- 1 Mantenga una presión máxima de succión de 50 psig y un mínimo de 18.3°C en el termómetro del separador durante la operación de carga de refrigerante.
- 2 Cuando el tanque de refrigerante que está cargando al regenerador se vacíe, el manómetro de baja presión volverá a marcar cero psig.
- 3 Espere a que el regenerador se apague automáticamente.

C Procedimiento de purga de gases no condensables

Este procedimiento se hace inmediatamente después de haber cargado el refrigerante del tanque al regenerador, y ANTES DE REGENERAR EL REFRIGERANTE CON EL INTERRUPTOR CHILLER.

- 1 Espere mínimo 5 minutos para que la temperatura del sistema de regeneración se estabilice.
- 2 Observe y tome nota de la lectura de temperatura en el termómetro de la cámara de enfriamiento localizado al lado derecho sobre el panel frontal del regenerador.
- 3 Refiérase a la tabla presión/temperatura PT del refrigerante y determine la presión esperada para la temperatura que aparece en el termómetro.
- 4 Compare la lectura de manómetro de Alta Presión con la lectura de presión del gráfico.

- 5 Si la Presión de Carga es mayor de 10 psi por encima de la lectura de la tabla presión/temperatura, la purga es necesaria.
- 6 Utilizando el interruptor de "AIR OUT" (aire fuera) sobre el panel frontal, purgue durante 15 segundos. (Fotografía 2)
- 7 Espere 3 minutos y compare de nuevo (punto 4 anterior).
- 8 Repita las etapas 5, 6, y 7 hasta que la temperatura y presión en la tabla se encuentren dentro de 10 psi/.68 bar de presión mostrado en el manómetro de alta presión.

Fotografía 2

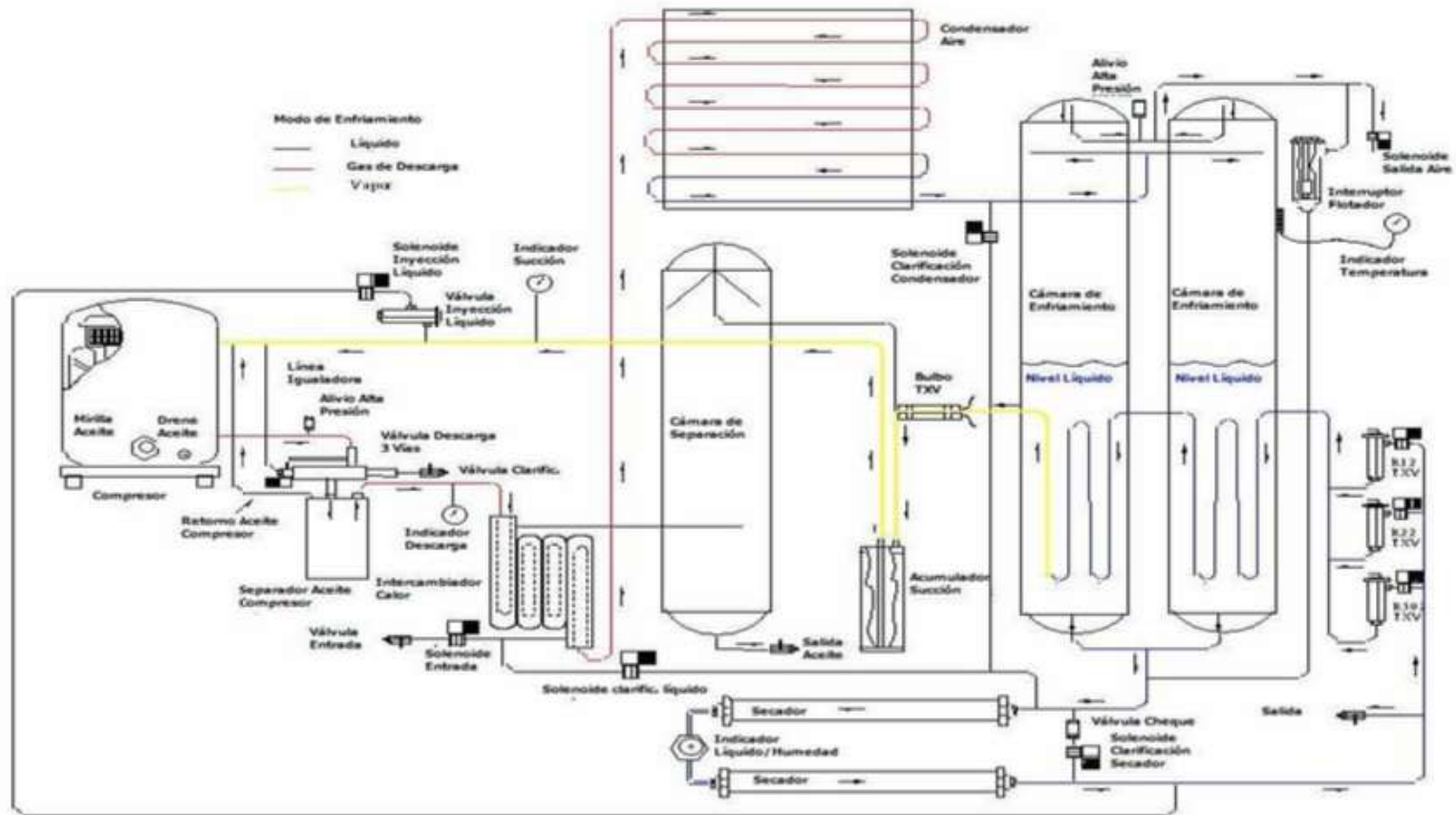


Nanómetro de alta presión
Termómetro cámara de enfriamiento
Interruptor

D Procedimiento de regeneración (reclaim) usando la función "chiller" (enfriamiento)

- 1 Las válvulas de entrada y salida de refrigerante (IN y OUT) cerradas.
- 2 El compresor encendido en ON.
- 3 Mueva el interruptor CHILLER a ON.
- 4 Deje operando el equipo por al menos 22 minutos.
- 5 Esta operación hace circular el refrigerante a través de un enfriador de evaporación y de un par de filtros/secadores a un flujo de 136.36 -181.80 kg por hora.
- 6 Esto proporcionará una limpieza final de cualquier partícula microscópica y removerá cualquier humedad remanente.

Ilustración 2
Flujo del refrigerante en modo CHILLER



E

Procedimiento de retiro de aceite

Para mejores resultados drene el aceite de la Cámara de Separación después de cada 15 minutos de operación de acuerdo con lo indicado por el cronómetro. Esto mantendrá un bajo nivel de aceite en la Cámara de Separación y prevendrá que éste sea arrastrado de nuevo en el refrigerante regenerado.

Para remover el aceite separado y otros contaminantes de la Cámara de Separación, proceda como sigue:

- 1 Con las válvulas de entrada y salida de refrigerante (IN y OUT) cerradas y con el compresor encendido en ON.
- 2 Mueva el interruptor CHILLER a OFF.
- 3 Permita que la unidad disminuya la presión y se apague. Apague el compresor a OFF.
- 4 Utilice el interruptor de apagado (override) del Compresor localizado en el lado derecho del panel. Hale presión de succión a un vacío de 2 a 4 in Hg/0.06 a -.13 bar. Permita que la unidad repose por 3 minutos. Esta operación lleva a la cámara de separación a vacío removiendo así cualquier refrigerante que pudiera quedar atrapado en el aceite.
- 5 Utilizando el interruptor del Enfriador (Chiller), gire hacia arriba algunas veces hasta tener una presión de 3 a 4 psig en el manómetro de baja.
- 6 Conecte la válvula de acceso de SALIDA DE ACEITE (OIL OUT) que es suministrada con la unidad, al acoplamiento de salida de aceite (OIL OUT) en la parte inferior del panel frontal.
- 7 Asegúrese que la perilla sobre la válvula de acceso esté girada en OUT o en contra de las manecillas del reloj.
- 8 Coloque un recipiente frente al del acople de SALIDA DE ACEITE (OIL OUT) para recoger el aceite.
- 9 Abra lentamente la válvula de salida de aceite (OIL OUT), en la parte inferior del panel frontal. (Fotografía 3)
- 10 Gire la válvula de acceso LENTAMENTE en dirección de las manecillas del reloj a medida que el aceite comienza a fluir.
- 11 Cuando no fluya más, aparecerá vapor.
- 11 Gire la válvula a OFF EN CONTRA DE LAS MANECILLAS DEL RELOJ.
- 12 Cierre la válvula de salida de aceite (OIL OUT).

Fotografía 3



Fotografía 4



F

Procedimiento de vaciado del equipo regenerador (CLEAR)

NOTAS O CONSIDERACIONES TÉCNICAS:

Esta operación es para retirar el refrigerante del sistema de regeneración.

- Se debe utilizar un tanque recargable con puertos duales al 60% de su capacidad tomando como referencia el volumen de agua (WC) marcado en el tanque.
- El tanque para un volumen de agua (WC) de 11.8 solo podrá ser cargado con: 7 kg.
- El tanque para un volumen de agua (WC) de 21.6 solo podrá ser cargado con: 13 kg.
- El tanque para un volumen de agua (WC) de 25.44 solo podrá ser cargado con: 15 kg.
- El tanque tiene que haber sido previamente evacuado a 1000 micrones de vacío.
- La temperatura del tanque recargable se debe mantener por debajo de los 20°C, se recomienda sumergir el tanque en un recipiente con hielo.

Fotografía 5



Para vaciar el refrigerante del sistema de regeneración proceda de la siguiente manera:

- 1 El interruptor "Reclaim/Clear" debe estar en la posición de "reclaim" (regenerar).
- 2 Gire los interruptores del Compresor y el Enfriador a la posición ON y permita que el regenerador opere durante alrededor de 15 minutos.
- 3 Mientras el regenerador está en el modo de enfriamiento, conecte una manguera al acople etiquetado como "outlet" (salida) y conecte el otro extremo de la manguera al puerto de vapor del tanque recargable, purgue la manguera.
- 4 Conecte otra manguera al acople etiquetado como "clear" (vaciar) y el otro extremo al puerto de líquido del tanque recargable.

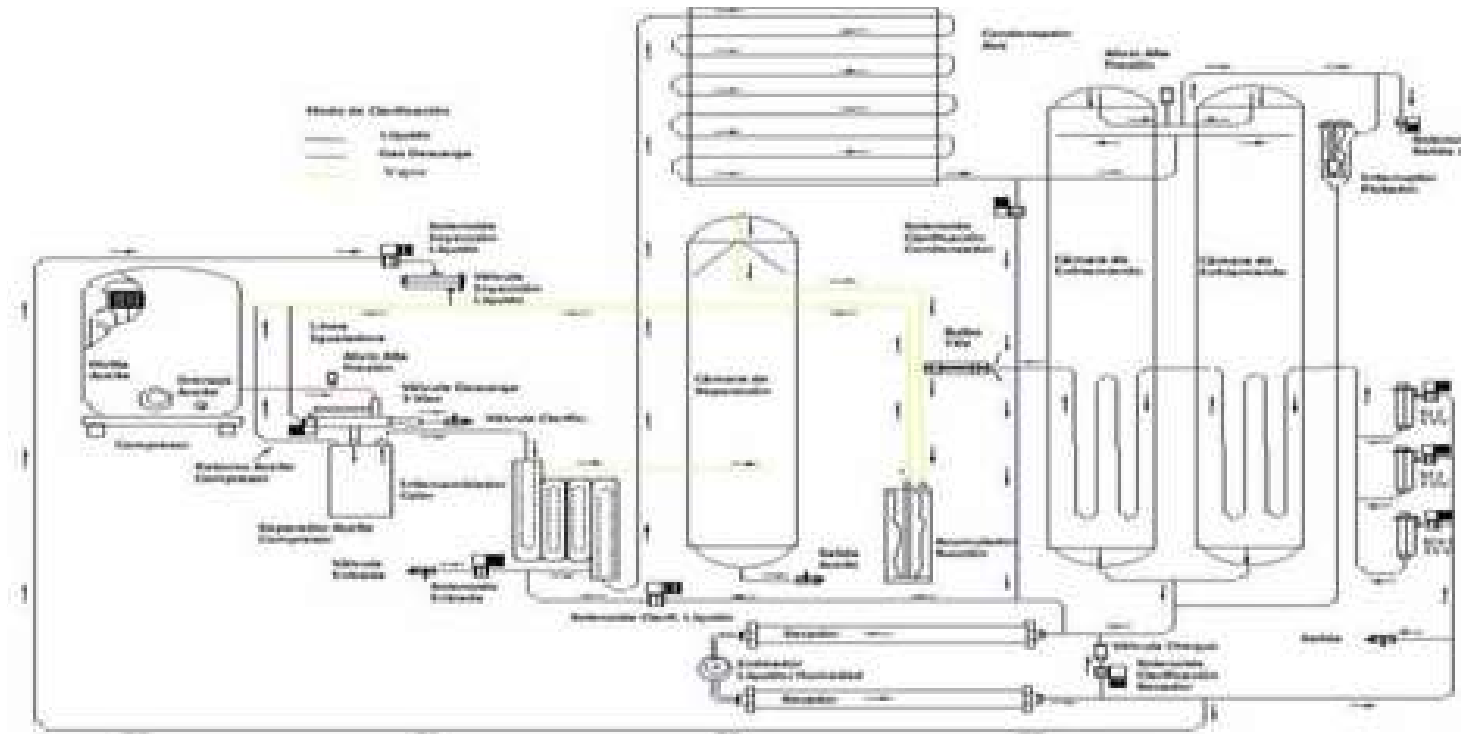
- 5 Abra la válvula manual de salida (outlet) y el lado de vapor del tanque. Permita que el refrigerante se transfiera hasta que la presión de succión comience a caer. Gire el interruptor del enfriador a OFF y gire el interruptor de vapor a ON.
- 6 Permita que el refrigerante se transfiera hasta que la unidad se apague. Cierre la válvula manual de salida (outlet) y la válvula de vapor del tanque.
- 7 Abra la válvula de líquido en el tanque y la válvula manual clear (vaciar) en el regenerador. Después de tener las válvulas abiertas gire el interruptor "Reclaim/clear" a la posición "clear" (vaciar). El regenerador arrancará y transferirá el refrigerante remanente al tanque recargable.
- 8 El control de baja presión apagará la unidad a "0" psig/bar.
- 9 Usando el interruptor momentáneo del compresor en el lado derecho del panel lleve al regenerador hasta que el manómetro de baja presión del regenerador esté en vacío.
- 10 Cierre las válvulas manuales de clarificación y de líquido en el tanque. Coloque todos los interruptores en posición OFF.
- 11 Gire el interruptor "Reclaim/Clear" a la posición "reclaim" (regenerar).

Precaución: Durante el procedimiento del vaciado del regenerador la manguera se calentará debido al gas de descarga transfiriéndose al tanque recargable o retornable.

NOTAS O CONSIDERACIONES TÉCNICAS:

Al transferir el gas caliente de descarga en el lado de líquido del tanque, éste está siendo movido al fondo del tanque el cual está lleno de líquido sub-enfriado. Esto condensa el vapor caliente y mantiene una baja temperatura/presión de tanque dentro del mismo.

Ilustración 3
Flujo del refrigerante modo de vaciado



REFERENCIAS

- Van Steenburgh Refrigerant Reclaim System JV Series Self Clearing Versión en Idioma Inglés. Año 2008.
- Van Steenburgh Refrigerant Reclaim System JV Series Self Clearing Versión en Idioma Español. Año 2008.

ANEXO 8 DETERMINACIÓN DE ACIDEZ EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS POR MÉTODO DE TITULACIÓN

1. OBJETIVO

El propósito de este método de ensayo es determinar el número ácido en refrigerantes nuevos y regenerados.

2. ALCANCE

Este método de ensayo se utiliza para la determinación cuantitativa de acidez y aplica a refrigerantes fluorocarbonados con presiones bajas, medias y altas.

3. DEFINICIONES

Alicuota: porción para ensayo de un refrigerante nuevo o recuperado, extraído del cilindro de muestra.

Cilindro de muestreo (FNPT²⁹): cilindro de acero inoxidable de doble punta, que se utiliza para la extracción de una alicuota para ensayo del cilindro de muestra de un refrigerante.

Cilindro de muestra: cilindro utilizado para contener un refrigerante recuperado o regenerado, el cual permite su manipulación durante las etapas de distribución, recepción y almacenamiento.

Refrigerante: producto químico que produce un efecto de enfriamiento durante su expansión o vaporización.

Refrigerante recuperado: refrigerante extraído de un sistema de refrigeración, en cualquier condición, que se almacena en un recipiente externo.

Refrigerante regenerado: refrigerante usado que fue sometido a un proceso físico en el cual se recuperan las propiedades refrigerantes iniciales.

Solución: también llamada disolución, es una mezcla homogénea de dos o más sustancias que no reaccionan entre sí. En una solución cada componente está diluido en el otro, lo que hace que cada uno de ellos pierda sus propiedades individuales y se presenten en una sola fase.

Solvente, disolvente o solvente de extracción: sustancia (o mezcla de sustancias) que se encuentra en mayor proporción, y que tiene la capacidad de disolver un cuerpo u otra sustancia, hasta que sus partículas queden incorporadas totalmente en él.

4. PRINCIPIO DEL MÉTODO

Una cantidad conocida de muestra de refrigerante líquido es burbujeadada en una mezcla de solvente que contiene tolueno, isopropanol y agua, a la cual se le añade el indicador azul de bromotimol. La acidez dada por la muestra a la mezcla de solventes es titulada con un estándar de hidróxido de potasio hasta el punto de equivalencia. La acidez se expresa como ppm de ácido clorhídrico (HCl).

5. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

El método no presenta interferencias significativas; sin embargo la titulación debe realizarse en el menor tiempo posible entre la adición de la solución indicadora hasta el punto final (color azul/verde), con el fin de evitar variaciones por disolución del dióxido de carbono atmosférico.

6. EQUIPOS Y REACTIVOS

6.1 EQUIPOS Y MATERIALES

- Tubo capilar de 1/16 x 0.007 pulgadas, tetrafluoroetileno.
- Balanza de carga superior; capacidad de hasta 1000 g con 0.1 de resolución.
- Cilindro de muestreo de acero inoxidable FNPT de doble punta de 1/4 pulgadas de 100 mL (1800 psig).
- Dos válvulas de acero inoxidable de 1/4 pulgadas con MNPT³⁰ abocinados.
- Dos acoples acampanados FNPT de 1/4 x 1/4 pulgadas.
- Tubo de compresión de unión reducida de acero inoxidable de 1/16 x 1/4 pulgadas.
- Adaptador hembra de 1/4 pulgadas de compresión x 1/4 pulgadas de expansión.
- Conector de cobre de 1/4 pulgadas x 1/4 de expansión.
- Válvula de alivio de presión (350 a 400 psig) de salida de 1/4 pulgadas FNPT x 1/4 pulgadas MNPT.
- Agitador magnético.
- Bureta (10 mL con división de 0.05 mL).
- Erlenmeyer de 250 mL.

²⁹ FNPT: Female national pipe thread.

³⁰ MNPT: Male national pipe thread.

6.2 REACTIVOS

- Indicador azul de bromotimol, sal de sodio.
- Isopropanol grado reactivo.
- Tolueno grado reactivo.
- Solución de KOH en metanol 0.1 N.
- Ácido sulfúrico 0.1 N (solución acuosa).
- Metanol absoluto (anhídrido, grado reactivo).
- Agua destilada.

NOTA: es necesario que los reactivos se almacenen en un lugar que los proteja de cualquier agente contaminante; revisar sugerencias bibliográficas para cada reactivo o las del fabricante; de igual manera, es indispensable mantener las soluciones preparadas en el laboratorio en un lugar fresco, en recipientes (matraces, erlenmeyers, etc.) adecuadamente tapados y rotulados con nombre de la solución y fecha de preparación, como mínimo.

El laboratorio debe contar, además, con los elementos y equipos básicos necesarios para la preparación de las soluciones, tales como balanza analítica, vidrios de reloj, vasos de precipitados, matraces aforados, varillas de vidrio para agitación, etc.

7. PROCEDIMIENTO

Tubo conector capilar: Tome el tubo de 1/16 x 0.007 pulgadas de tetrafluoroetileno y ensámblelo sobre una tuerca de 1/16 pulgadas y a la férula. Conéctelo a un adaptador de reducción de compresión de 1/16 x 1/4 pulgadas, ajústelo y luego conéctelo al adaptador abocinado. De esa manera, el adaptador abocinado se puede conectar a la antorcha. Ajústelo al cilindro antes de cada determinación de la acidez.

Ensamble del cilindro: el montaje del cilindro FNPT se utiliza como equipo de muestreo para cada determinación de acidez. Antes del montaje, todos los accesorios de las tuberías deben ser cubiertos con cinta de teflón para asegurar un sellado adecuado en cada unión, para evitar escapes de gas.

Una la válvula de alivio de presión al cilindro de muestreo. Coloque una de las válvulas de acero inoxidable MNPT a la válvula de alivio de presión; una la conexión abocinada a la válvula MNPT de 1/4 pulgadas; en el otro extremo del cilindro de muestreo, adjunte otra válvula de 1/4 x 1/4 pulgadas MNPT (ver figura 1). La toma de la muestra debe hacerse desde el extremo del cilindro de muestreo, que no tiene la válvula de alivio de presión.

Figura 1. Ensamble del cilindro de muestreo



7.1 PREPARACIÓN DE REACTIVOS

7.1.1 SOLUCIÓN DE KOH 0.01N:

Pipetear 100 mL de solución 0.1 N de KOH en un matraz aforado de 1000 mL. Diluir hasta el aforo con metanol absoluto y mezclar bien.

7.1.2 SOLUCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO 0.01N:

Pipetear 100 mL de solución 0.1 N de ácido sulfúrico en un matraz aforado de 1000 mL. Diluir hasta el aforo con agua destilada y mezclar bien.

7.1.3 MEZCLA DE SOLVENTES:

Añada 495 mL de tolueno a 495 mL de isopropanol. Añada 10 mL de agua a la solución de tolueno/isopropanol y mezclar bien.

7.1.3 MEZCLA DE SOLVENTES:

Añada 495 mL de tolueno a 495 mL de isopropanol. Añada 10 mL de agua a la solución de tolueno/isopropanol y mezclar bien.

7.1.4 SOLUCIÓN INDICADORA DE AZUL DEB:

Dissuelva 1 g de sal sódica de azul de bromotimol en 100 mL de metanol. Mezcle bien y guárdela en un frasco gotero.

7.2 ANÁLISIS DE MUESTRA

Limpie a fondo el cilindro de muestreo, la válvula, el tubo capilar, el conector de cobre y el matraz Erlenmeyer de 250 mL antes de iniciar la prueba. Caliente en el horno todos los componentes a 110°C [230°F] y lleve al vacío.

Pese el cilindro de muestreo ensamblado y frío al 0.1 g más cercano y designe este peso como "X".

Conecte el acople de cobre de 1/4 de pulgada a la válvula de vapor del cilindro de muestra y al cilindro de muestreo. Abra la válvula de gas; afloje el conector y rápidamente apriete el accesorio. Esto purgará con aire el conector de 1/4 pulgada.

Una vez ensamblado el cilindro de muestreo al cilindro de muestra, abra la válvula del cilindro de muestreo y luego la válvula de salida del cilindro de muestra al que se ensambló. Permita que el refrigerante entre en el cilindro ensamblado hasta que se tomen entre 50 g a 75 g de muestra de refrigerante (ver figura 2).

Para asegurar que el peso de muestra esté dentro del intervalo adecuado, el analista puede realizar varios pesajes intermedios del cilindro de muestreo cargado con refrigerante a medida que llena el cilindro, o adaptar un sistema que controle el flujo de salida del refrigerante para evitar pesajes repetidos del cilindro de muestreo.

Figura 2. Ensamble para el muestreo.



Cierre la válvula del cilindro de muestreo y la válvula del cilindro de muestra, afloje el conector de 1/4 de pulgada y retire el cilindro de muestreo del cilindro de muestra.

Pese de nuevo el cilindro de muestreo con el refrigerante y designe este valor como "Y." El peso del refrigerante está dado por: $Y - X =$ gramos de refrigerante muestreado.

NOTA: Si el refrigerante es de baja presión, pese el cilindro de la muestra antes de realizar el muestreo y añada el refrigerante directamente a la mezcla de solventes. Pese de nuevo el cilindro de muestra y reste el peso inicial del peso final para obtener el peso total del refrigerante añadido. En este caso el laboratorio debe contar con una balanza con la capacidad necesaria para pesar los cilindros de muestra, y un montaje que permita la inyección del refrigerante al solvente de extracción, directamente desde el cilindro de muestra.

Agregue 100 mL de la mezcla de solventes a un erlenmeyer de 250 mL. Inicie una agitación moderada y añada 6 gotas de la solución indicadora.

Si la mezcla de solventes/solución indicadora se torna color amarillo, añada gota a gota Hidróxido de potasio 0.01 N a través de una bureta hasta que se observe una tonalidad azul/verde en el solvente.

Si la mezcla de solventes/solución indicadora se torna color verde o azul, añada ácido sulfúrico 0,01 N gota a gota por medio de una bureta, hasta que la solución sea de color amarillo.

Media gota del KOH puede ser suficiente para alcanzar la coloración deseada. A continuación, una el conector capilar (jeringa) limpio al otro extremo del cilindro de muestreo y burbujee lentamente la alícuota de muestra en la mezcla de solventes, abriendo gradualmente la válvula del cilindro hasta que esté completamente abierta. No detenga la agitación de la solución durante la adición de la alícuota de refrigerante.

Si la solución se torna verde o azul, el resultado es reportado como "No detectado" (ver figura 3).

Si la solución se torna color amarillo (ver figura 4), registrar el volumen inicial de la bureta al 0.01 mL más cercano (designe este valor como V2) y titule con KOH 0.01 N hasta que la solución vire a un color verde (punto final). Registre el volumen final de la bureta al 0.01 mL más cercano (designar este valor como V1).

Figura 3. Color de solución reportado como "No detectado"

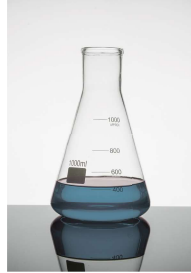
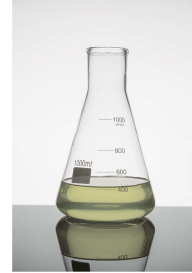


Figura 4. Color de solución para titular con solución de KOH 0.01N



El volumen final (valor designado como Vf) de 0.01 N de KOH añadido:
 $V_f = V_2 - V_1$ (1)

8. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

El cálculo de la Acidez total expresada en ppm de HCl está dado por la siguiente ecuación:

$$\text{ppm HCL} = \frac{V_f * \text{KOH [N]} * 36,500}{\text{Peso del refrigerante muestreado}}; \quad (2)$$

NOTA: El valor de 36.500 es el peso equivalente de HCl (36.5×10^3).

Reporte el valor de acidez calculado al 0.1 ppm más cercano, como la concentración ácida para el refrigerante muestreado.

9. SENSIBILIDAD, EXACTITUD Y PRECISIÓN

NOTA: El laboratorio debe establecer, mediante ensayos analíticos, los datos de sensibilidad, precisión y exactitud del ensayo, a las condiciones de su laboratorio.

Condiciones establecidas en el estándar AHRI³¹:

Sensibilidad: La sensibilidad de la prueba de acidez usando 50 g de muestra en 100 g de solvente de extracción es de 0.1 ppm.

Se debe tener cuidado en el manejo de la muestra y en evitar la contaminación cruzada cuando se desarrolle este ensayo.

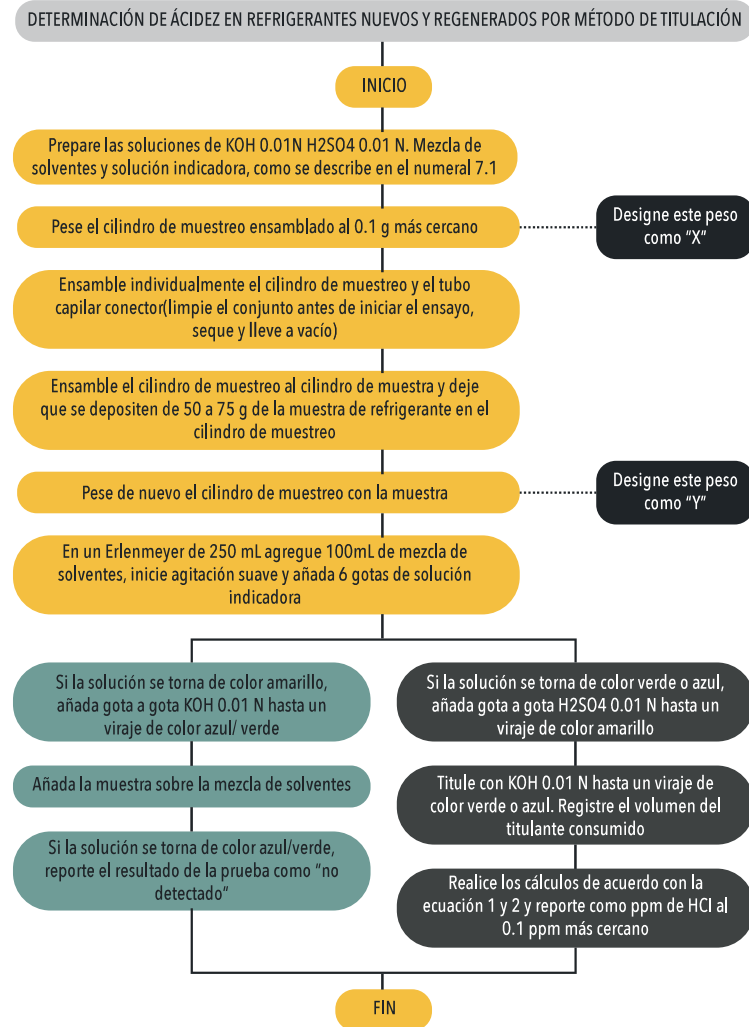
Precisión: No hay datos disponibles.

Exactitud: No hay datos disponibles.

³¹AHRI. Appendix C for Analytical Procedures for AHRI Standard 700-2014 – Normative. Parte 1.

10. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo del procedimiento de ensayo se muestra a continuación:



11. CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA

Con cada lote de muestras analice previo a las muestras un blanco de reactivos y una blanco adicionado con HCL, que le ayuden a identificar claramente el punto final de titulación.

Verifique una vez al día (o cuando se utilice) las balanzas analíticas o de platillo externo que utilice en el desarrollo del ensayo, empleando pesas patrón apropiadas. Registre los resultados en un gráfico de control.

12. MEDIDAS DE PRECAUCIÓN


Implementos de seguridad: para la realización de este método de ensayo, el analista debe utilizar los elementos de protección personal (EPP) mínimos. Se sugieren: guantes de baqueta, guantes de nitrilo, gafas de seguridad, bata para laboratorio y mascarilla (máscara para vapores ácidos y orgánicos de media cara).

Equipos de seguridad: debido a que se manejan reactivos peligrosos, es importante que toda manipulación de los mismos se realice bajo una cabina de extracción de vapores y que el laboratorio cuente con el sistema de ventilación óptimo.

Manejo de reactivos: antes de manipular los reactivos, el analista debe tener conocimiento de la peligrosidad de estas sustancias. Para tal efecto revise las etiquetas de los productos o remítase a las versiones más reciente de las fichas de datos de seguridad emitidas por los fabricantes.

13. REGISTROS

El siguiente es el formato sugerido para el registro de los datos primarios del ensayo de acidez.

	HOJA DE TRABAJO No. XX	Versión X
	ANÁLISIS DE ACIDEZ EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS	Fecha de elaboración dd/mm/aaaa
	Nombre del Laboratorio	Página 1 de 1
Tipo de Refrigerante		Código: XXX
Fecha del ensayo		PROCESO: XXXX
Firma analista		

REFRIGERANTES DE PRESIONES MEDIAS Y ALTAS

Cálculos			Reporte 1		Cálculos*			Reporte 2*
Peso del cilindro de muestreo (g) "X"	Peso del cilindro de muestreo con refrigerante (g) "Y"	Peso del refrigerante (g) "Y-X"	Detectado	No Detectado	Volumen de KOH añadido (mL)			Cálculo de Acidez Total
					KOH inicial (mL) "V2"	KOH final (mL) "V1"	Vf=V2-V1	Vf*(KOH)*36500/Peso de refrigerante muestreado

REFRIGERANTES DE PRESIONES BAJAS

Cálculos			Reporte 1		Cálculos*			Reporte 2*
Peso del cilindro de muestra antes de extracción (g) "X"	Peso del cilindro de muestra después de extracción (g) "Y"	Peso del refrigerante (g) "Y-X"	Detectado	No Detectado	Volumen de KOH añadido (mL)			Cálculo de Acidez Total
					KOH inicial (mL) "V2"	KOH final (mL) "V1"	Vf=V2-V1	Vf*(KOH)*36500/Peso de refrigerante muestreado

* Si el Reporte 1 es: "No Detectado"; solución de color verde o azul, no desarrolle estos espacios.

14. REFERENCIAS

- PARTE 1 del Apéndice C para estándares AHRI 700-2014 (formalmente el apéndice C para estándares AHRI 700-2012). 2008. AHRI (AIR-CONDITIONING, HEATING, & REFRIGERATION, INSTITUTE).
- Química, fundamentos experimentales, ED. REVERTÉ, S.A., 1973.
- Para propósitos de consulta remítase a www.ahrinet.org

ANEXO 9 DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS POR PRECIPITACIÓN DE CLORURO DE PLATA

1. OBJETIVO

El propósito de este método es determinar cualitativamente la presencia de cloruros en refrigerantes nuevos y regenerados.

2. ALCANCE

Este método de ensayo se utiliza en refrigerantes nuevos y regenerados, con presiones medias y altas y aplica para la determinación cualitativa rutinaria de cloruro.

3. DEFINICIONES

Alicuota: porción para ensayo de un refrigerante nuevo o recuperado, extraído del cilindro de muestra.

Cilindro de muestreo (FNPT³²): cilindro de acero inoxidable de doble punta, que se utiliza para la extracción de una alícuota para ensayo del cilindro de muestra de un refrigerante.

Cilindro de muestra: cilindro utilizado para contener un refrigerante recuperado o regenerado, y que permite su manipulación durante las etapas de distribución, recepción y almacenamiento.

Refrigerante: producto químico que produce un efecto de enfriamiento durante su expansión o vaporización.

Refrigerante recuperado: refrigerante extraído de un sistema de refrigeración, en cualquier condición, que se almacena en un recipiente externo.

Refrigerante regenerado: refrigerante usado que fue sometido a un proceso físico en el cual se recuperan las propiedades refrigerantes iniciales.

Solución: también llamada disolución, es una mezcla homogénea de dos o más sustancias que no reaccionan entre sí. En una solución cada componente está diluido en el otro, lo que hace que cada uno de ellos pierda sus propiedades individuales y se presenten en una sola fase.

Solvente, disolvente o solvente de extracción: sustancia (o mezcla de sustancias) que se encuentra en mayor proporción, y que tiene la capacidad de disolver un cuerpo u otra sustancia, hasta que sus partículas queden incorporadas totalmente en él.

4. PRINCIPIO DEL MÉTODO

La determinación cualitativa de cloruros en refrigerantes se basa en la precipitación del anión cloruro en presencia de plata, como cloruro de plata, mediante la siguiente reacción:



El refrigerante es adicionado a una solución de nitrato de plata en metanol; la aparición de turbidez indica la presencia del precipitado de cloruro de plata, caso en el cual el ensayo se reporta como "falla". Si no se observa turbidez, la concentración de cloruros que pueda contener la muestra se considera aceptable y se reporta como "pasa".

5. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

El método no presenta interferencias significativas; algunos aniones de ácidos débiles pueden ocasionalmente ser una interferencia en la determinación, pero este tipo de sustancias no se presentan normalmente en refrigerantes nuevos o regenerados. Algunas muestras contienen lubricantes insolubles y aceites que se pueden mostrar visualmente opacos o ligeramente turbios, sin embargo, las concentraciones de lubricante o aceite que genera tal turbidez visual normalmente no están presentes en los refrigerantes nuevos o regenerados.

³² FNPT: Female national pipe thread.

6. EQUIPOS Y REACTIVOS

6.1 EQUIPOS Y MATERIALES

- Tubo capilar de acero inoxidable.
- Balanza de carga superior; capacidad de hasta 1000 g con 0.1 g de resolución.
- Cilindro de muestreo de acero inoxidable FNPT de doble punta de 1/4 pulgadas de 75 mL (1800 psig).
- Dos válvulas de acero inoxidable de 1/4 de pulgada con acoples MNPT³³.
- Dos acoples abocinados de 1/4 de pulgada x 1/4 de pulgada FNPT.
- Tubo de acero inoxidable de compresión con reducción de 1/16 pulgadas x 1/4 pulgadas.
- Adaptador hembra AN de 1/4 de pulgada de compresión x 1/4 de pulgada abocinado.
- Conector de cobre abocinado de 1/4 x 1/4 de pulgadas.
- Válvula de alivio de presión de 1/4 de pulgada de entrada MNPT x 1/4 de pulgada de salida FNPT.
- Vaso de precipitados de 100 mL.
- Horno de secado.

6.2 REACTIVOS

- Metanol anhidro grado reactivo.
- Nitrato de plata.
- Ácido nítrico concentrado.

NOTA: Es necesario que los reactivos se almacenen en un lugar que los proteja de la humedad ambiente; revisar las recomendaciones específicas del fabricante para cada reactivo.

7. PROCEDIMIENTO

Conector de tubo capilar de acero inoxidable: tome el tubo de acero inoxidable y acóplelo a una tuerca y a la férula de 1/16 pulgadas. Conéctelo a la unión de reducción de compresión y al adaptador de 1/4 pulgadas de compresión abocinado. De esa manera, el adaptador abocinado se puede acoplar a la conexión abocinada sobre el montaje del cilindro justo antes de cada determinación de cloruro.

Montaje del cilindro: utilice el cilindro de muestreo. Para completar el montaje, a todos los accesorios de tubería se les debe poner teflón para garantizar un sellado adecuado en cada unión.

Una la válvula de alivio de presión al cilindro de muestreo. Conecte una de las válvulas de acero inoxidable, a la válvula de alivio de presión. Una la conexión abocinada a la válvula de 1/4 de pulgadas MNPT. En el otro lado del cilindro de muestreo, una la otra válvula. La toma de la alícuota siempre debe realizarse, desde el lado del cilindro de muestreo que no tiene la válvula de alivio de presión.

Análisis de la muestra: limpie el fondo el cilindro de muestreo, la válvula, el tubo capilar, el conector de cobre y el vaso de precipitados de 100 mL antes de iniciar la prueba. Caliente todos los componentes a 110°C [230°F] y lleve al vacío.

Pese el montaje del cilindro de muestreo al 0.1 g más cercano y designe este peso como "X".

Una el conector de cobre de 1/4 pulgadas a la válvula del cilindro de muestra y al montaje del cilindro. Afloje el conector y rápidamente apriete la conexión.

Cuando el cilindro de muestreo esté ensamblado a la válvula de salida del cilindro de muestra, abra la válvula del cilindro de muestreo y luego la válvula del cilindro de muestra. Permita que el refrigerante se deposite en el cilindro de muestreo hasta que se hayan agregado entre 30 g a 40 g de refrigerante (ver figura 1).

NOTA: Para los refrigerantes con presión muy alta (R-13, R-23, R-503), es necesario enfriar previamente el cilindro de muestra y el montaje del cilindro a 4.0°C [39°F] con el fin de proporcionar suficiente muestra en fase líquida para esta prueba.

Cierre la válvula del cilindro de muestreo y la válvula del cilindro de la muestra, afloje el conector y retire el montaje del cilindro de muestreo.

Pese de nuevo el cilindro de muestreo con el refrigerante y designe este valor como "Y". El peso del refrigerante está dado por:

$$\mathbf{X - Y = \text{gramos de refrigerante en la muestra} \quad (2)}$$

³³ MNPT: Male national pipe thread.

Figura 1. Ensamble para el muestreo



Calcule el volumen del refrigerante muestreado de acuerdo con la fórmula:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{gramos muestreados}}{\text{densidad}};$$

NOTA: los valores de las densidades para diferentes refrigerantes se pueden encontrar en la tabla 1.

Tabla 1. Densidad de algunos refrigerantes a 25°C [77 F]

Refrigerante	Densidad (g/mL)	Refrigerante	Densidad (g/mL)
R-11	1.476	R-401A	1.188
R-12	1.311	R-401B	1.188
R-13	0.907	R-402A	1.151
R-13B1	1.538	R-402B	1.156
R-22	1.194	R-403B	1.150
R-32	0.961	R-404A	1.167
R-113	1.565	R-405A	1.173
R-114	1.456	R-407A	1.142
R-115	1.291	R-407B	1.166
R-123	1.468	R-407C	1.134
R-124	1.364	R-408A	1.062
R-125	1.190	R-409A	1.223
R-134a	1.210	R-410A	1.031
R-141b	1.244	R-500	1.168
R-142b	1.114	R-502	1.217
R-143a	0.946	R-503	0.795
R-152a	0.899	R-507	1.170
R-290	0.492	-	-

Añada el mismo volumen de metanol de acuerdo al volumen de refrigerante calculado, a un vaso de precipitados de 100 mL.

Por cada 5 mL de metanol usados, adicione tres gotas de solución de nitrato de plata saturada. Adicionalmente, agregue una gota de ácido nítrico concentrado a la solución antes de añadir la muestra de refrigerante.

Acople el conector capilar limpio al montaje del cilindro que contiene la muestra de refrigerante e introduzca lentamente toda la muestra en el nitrato de plata metanólico (ver figura 2).

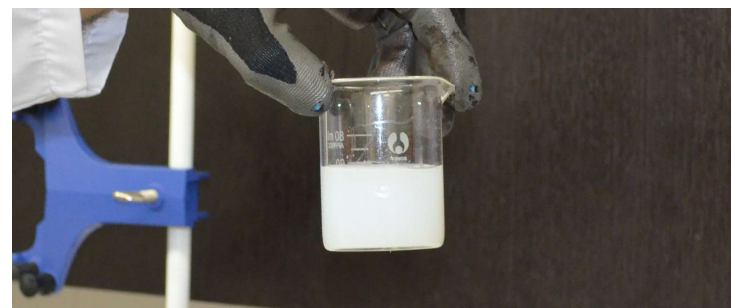
Figura 2. Adición de muestra sobre el Nitrato de Plata metanólico.



8. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

Si se presenta turbidez, reporte la prueba como "falla". Si no existe turbidez, la prueba se reporta como "pasa" (ver figura 3).

Figura 3. Determinación visual para el reporte de una muestra como "falla".



Para los refrigerantes de presión baja:

Pese el vaso de precipitados de 100 mL limpio y seco, y designe este peso como "X". Vierta aproximadamente 25 mL de refrigerante en el vaso y pese de nuevo, registre este peso como "Y". El peso del refrigerante está dado de acuerdo a la ecuación (2).

Calcule el volumen del refrigerante muestreado con ayuda de la ecuación (3) y los datos de la Tabla 1.

Después de añadir el metanol y solución saturada de nitrato de plata, agite la mezcla durante 30 segundos. Si se presenta cualquier turbidez en la capa de metanol, el resultado es reportado como "falla".

9. SENSIBILIDAD, EXACTITUD Y PRECISIÓN

NOTA: el laboratorio debe establecer, mediante ensayos analíticos, los datos de sensibilidad, precisión y exactitud del ensayo, a las condiciones de su laboratorio.

Condiciones establecidas en el estándar AHRI³⁴:

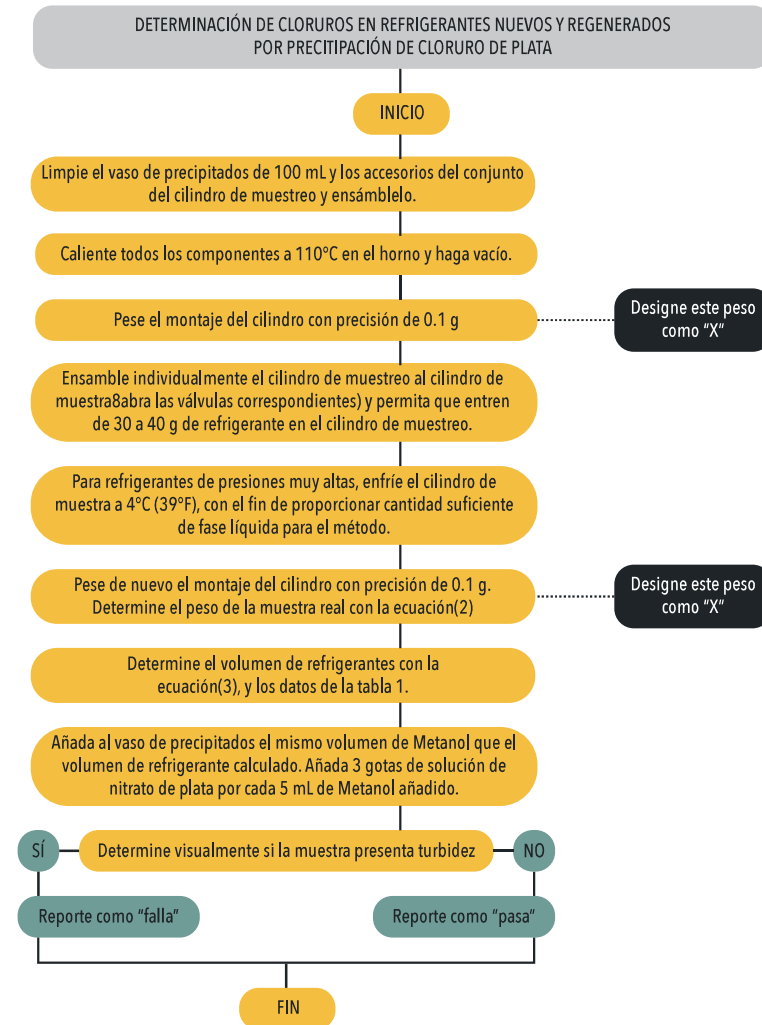
Sensibilidad: La sensibilidad de la prueba de turbidez del cloruro utilizando 5 mL de la muestra en 5 mL de metanol que contiene tres gotas de AgNO_3 saturado es de aproximadamente 3 ppm. Se debe tener cuidado en el manejo de muestras para evitar la contaminación cruzada al realizar esta prueba.

Precisión: No hay datos disponibles.

Exactitud: No hay datos disponibles.

10. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo del procedimiento de ensayo se muestra a continuación:



³⁴AHRI. Appendix C for Analytical Procedures For AHRI Standard 700-2014 – Normative. Parte 1.

11. CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA

Con cada lote de muestras analice previamente un blanco de reactivos y una blanco adicionado con unas gotas de nitrato de plata metanólico, que le ayuden a identificar claramente la presencia de cloruros. Verifique una vez al día (o cuando se utilice) las balanzas analíticas o de platillo externo que utilice en el desarrollo del ensayo, empleando pesas patrón apropiadas. Registre los resultados en un gráfico de control.

12. MEDIDAS DE PRECAUCIÓN


Implementos de seguridad: para la realización de este método de ensayo, el analista debe utilizar los elementos de protección personal (EPP) mínimos. Se sugieren: guantes de baqueta, guantes de nitrilo, gafas de seguridad, bata para laboratorio y mascarilla (respirador para vapores orgánicos que cubre media cara).

Equipos de seguridad: debido a que se manejan reactivos peligrosos, es importante que toda manipulación de los mismos se realice bajo una cabina de extracción de vapores y que el laboratorio cuente con el sistema de ventilación óptimo en caso de exposición o derrame.

Manejo de reactivos: antes de manipular los reactivos, el analista debe tener conocimiento de la peligrosidad de estas sustancias. Para tal efecto revise las etiquetas de los productos o remítase a las versiones más reciente de las fichas de datos de seguridad emitidas por los fabricantes.

13. REGISTROS

El siguiente es el formato sugerido para el registro de los datos primarios del ensayo de cloruros.

	HOJA DE TRABAJO No. XX	Versión X
	ANÁLISIS DE CLORUROS EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS	Fecha de elaboración dd/mm/aaaa
	Nombre del Laboratorio	Página 1 de 1
Tipo de Refrigerante		Código: XXX
Fecha del ensayo		PROCESO: XXXX
Firma analista		

REFRIGERANTES DE PRESIONES ALTAS Y MEDIAS

Cálculos						Cantidades añadidas		Reporte 1	
Peso del cilindro de muestreo (g) "X"	*Peso del cilindro de muestreo con refrigerante (g); "y"	Peso del refrigerante (g) W=Y-X	Volumen del refrigerante añadido (mL)			Volumen de metanol añadido (mL)	# Gotas de Nitrato de plata añadidas 3 gotas/5 mL de metanol añadido	Pasa	Falla
			Peso, W (g)	**Densidad, δ (g/mL)	W/δ (mL)				

Temperatura del cilindro de muestreo, en el momento de realizar la extracción del refrigerante (°C)	
---	--

REFRIGERANTES DE PRESIONES BAJAS

Cálculos						Cantidades añadidas		Reporte 1	
Peso del cilindro de muestreo (g) "X"	*Peso del cilindro de muestreo con refrigerante (g); "y"	Peso del refrigerante (g) W=Y-X	Volumen del refrigerante añadido (mL)			Volumen de metanol añadido (mL)	# Gotas de Nitrato de plata añadidas 3 gotas/5 mL de metanol añadido	Pasa	Falla
			Peso, W (g)	**Densidad, δ (g/mL)	W/δ (mL)				

* Para refrigerantes de presiones altas, enfíe el cilindro de muestreo hasta 4.0 °C [39°F].
 **Utilice los valores de densidad descritos en la Tabla 1. del método de ensayo.

14. REFERENCIAS

- PARTE 4 del apéndice C para estándares AHRI 700-2014 (formalmente el apéndice C para estándares AHRI 700-2012). 2008. AHRI (AIR-CONDITIONING, HEATING, & REFRIGERATION, INSTITUTE).
- Para propósitos de consulta remítase a www.ahrinet.org

ANEXO 10

DETERMINACIÓN DE AGUA EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS POR TITULACIÓN COULOMÉTRICA DE KARL-FISCHER

1. OBJETIVO

El objetivo de este método de ensayo es determinar el contenido de agua en refrigerantes nuevos y regenerados, por el método de titulación coulométrica de Karl-Fischer.

2. ALCANCE

Este método de ensayo se utiliza para la determinación cuantitativa de pequeñas cantidades de agua y aplica para refrigerantes nuevos y regenerados con presión baja, media y alta.

3. DEFINICIONES

Alícuota: porción para ensayo de un refrigerante nuevo o recuperado, extraído del cilindro de muestra.

Cilindro de muestreo (FNPT³⁵): cilindro de acero inoxidable de doble punta, que se utiliza para la extracción de una alícuota para ensayo del cilindro de muestra de un refrigerante.

Cilindro de muestra: cilindro utilizado para contener un refrigerante recuperado o regenerado, y que permite su manipulación durante las etapas de distribución, recepción y almacenamiento.

Refrigerante: producto químico que produce un efecto de enfriamiento durante su expansión o vaporización.

Refrigerante recuperado: refrigerante extraído de un sistema de refrigeración, en cualquier condición, que se almacena en un recipiente externo.

Refrigerante regenerado: refrigerante usado que fue sometido a un proceso físico en el cual se recuperan las propiedades refrigerantes iniciales.

Solución: también llamada disolución, es una mezcla homogénea de dos o más sustancias que no reaccionan entre sí. En una solución cada componente está diluido en el otro, lo que hace que cada uno de ellos pierda sus propiedades individuales y se presenten en una sola fase.

Solvente, disolvente o solvente de extracción: sustancia (o mezcla de sustancias) que se encuentra en mayor proporción, y que tiene la capacidad de disolver un cuerpo u otra sustancia, hasta que sus partículas queden incorporadas totalmente en él.

4. PRINCIPIO DEL MÉTODO

La titulometría por Karl Fischer (KF) se basa en la reacción Redox del agua, yodo y dióxido de azufre:



El solvente es una mezcla de metanol y una base orgánica débil (Imidazol, Piridina, etc.) con una sustancia de carácter básico que sirve para neutralizar los productos de reacción. En la titulación coulométrica de KF, el yodo es producido en el ánodo en proporción directa a la cantidad de agua introducida, y el punto final se detecta amperométricamente a la primera aparición de un exceso de I₂ libre. El refrigerante se evapora eventualmente durante el ensayo, por lo tanto el disolvente se puede usar repetidamente ya sea hasta que se consume el SO₂ o la solución de carácter básico.

5. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

Los agentes oxidantes como el MnO₄⁻, Cr₂O₇⁻², H₂O₂, Fe (III), Cu (II) y agentes reductores tales como S²⁻; tiosulfatos y Sn (II) interfieren en el ensayo. Además, ciertos compuestos tales como óxidos básicos y sales de ácidos débiles (NaHCO₃, por ejemplo) pueden formar agua con el reactivo de KF. Ninguna de estas interferencias se presentan normalmente en los refrigerantes nuevos o regenerados.

6. EQUIPOS Y REACTIVOS

6.1 EQUIPOS Y MATERIALES

· Sistema titulador coulométrico KF (contiene un tubo de secado para la ventilación de refrigerante, soluciones de ánodo y cátodo, septa y un vaporizador de agua). En la figura 1 se presenta, a manera de ejemplo, un titulador.

³⁵ FNPT: Female national pipe thread.

Figura 1. Equipo Titulador



- Cilindro de muestreo FNPT de acero inoxidable de doble punta de 1/4 pulgadas de 50 mL, 500 mL, 1000 mL, de 1/4 (1800 psig), cilindro de acero, 2.2 lb, válvula de calibre 9 simple, 3/8 pulgadas, envase desechable, 17 Oz u otro cilindro adecuado.
- Campana de acero inoxidable sin rotación con válvula de vástago de 1/4 pulgadas MNPT³⁶ x 1/4 pulgadas FNPT.
- Válvula de aguja de latón, de campana de rosca, 1/4 pulgadas MNPT.
- Bloqueo macho Luer 10-32 conectores de aguja de rosca estándar, hilos cortados de 1/8 pulgadas (los hilos deben ser largos como se requiera).
- Aguja, bloqueo Luer de calibre 19, 4-1/2 pulg. de longitud.
- Adaptador de expansión hembra de 1/4 pulgadas de compresión.
- Sello se tapa ligera, No. NFT5-4, chaqueta de sellado tubular de 1/4 pulgadas.
- Aguja de 10 mL, hermética.
- Aguja para jeringa, calibre 19, de 4 pulgadas (punta desviada).
- Desecador con desecante.

6.2 REACTIVOS

- Hydranal: composición adecuada para la determinación, de acuerdo al contenido de agua esperado.
- Sulfato de calcio anhidro, malla 20-40, como desecante.
- Estándar de agua
- Metanol grado reactivo.

³⁶ MNPT: Male national pipe thread.

NOTA: Es necesario que los reactivos se almacenen en un lugar que los proteja de la humedad ambiente; revisar las recomendaciones específicas del fabricante para cada reactivo.

7. PROCEDIMIENTO

Verificación: verifique, antes de realizar el ensayo sobre la muestra, que el equipo está operando adecuadamente mediante la inyección de un estándar de agua.

Análisis de la muestra

NOTA: Para minimizar la contaminación de humedad, la alícuota de refrigerante debe ser introducida directamente desde el cilindro de muestra al titulador coulométrico, es decir, evitar una transferencia a un contenedor secundario, siempre que esto sea posible. Además, los efectos de la contaminación por humedad y distribución de fase se reducirán si el recipiente de la muestra contiene entre 60% a 80% del refrigerante. Si la muestra es un refrigerante de alta presión, enfríe el cilindro a aproximadamente 14 K (25.0 F) por debajo de la temperatura crítica (T_c) del refrigerante y deje 30 minutos para que se equilibre; debe establecerse antes de iniciar el análisis.

Encienda el analizador y el agitador magnético, y espere hasta que la corriente de fondo ($\mu\text{g H}_2\text{O}/\text{segundo}$) mantenga un nivel constante. Remueva cualquier niebla de agua en las paredes interiores, lavando con la solución del ánodo. Los niveles óptimos están por debajo de 0.10 $\mu\text{g}/\text{seg}$ (normalmente 0.02 a 0.05). Asegúrese que el valor de la deriva es conforme a la especificación establecida por el fabricante del equipo.

NOTA: Si después de 15 minutos la corriente de fondo es baja (>0.1 g por segundo) o no se obtiene, o si la solución catódica se torna de color marrón rojizo oscuro, apague el medidor de humedad y, con un pequeño embudo, renueve tanto la solución del ánodo como del cátodo.

Además, si la lectura de fondo es negativa (I_2 libre en la solución de ánodo), introduzca una gota de solución R-113 o solución humectante de metanol-agua dentro del recipiente para eliminar el I_2 por medio de la reacción con el agua, y producir un fondo positivo.

Esta solución humectante puede hacerse mediante la adición de una pequeña cantidad de agua (normalmente menos de 500 ppm) para el metanol o el R-113.

Suelte el extremo de la válvula de rosca de la válvula del cilindro de muestra que contiene una válvula de alivio de presión (350 psi a 400 psi) y el vástago de la válvula de cilindro (1/4 pulgadas MNPT x FNPT 1/4 pulgada).

Remueva la aguja/conexión a la válvula de la aguja del desecador, e inmediatamente únala a la válvula del cilindro de muestreo.

Abra la válvula del cilindro de muestra, luego abra lentamente la válvula de la aguja y purgue una pequeña cantidad de fase líquida de la muestra para eliminar el aire de la aguja (1 a 2 segundos de purga). Cierre las dos válvulas. Pese el cilindro de muestreo más el acople (con precisión de 0.1 g), tare, llene el cilindro con la alícuota, pese de nuevo y registre el valor en una hoja de trabajo.

Coloque el cilindro de muestreo de tal manera que la aguja perfora la septa y se sumerja hasta el centro de la aguja. La aguja debe estar sumergida aproximadamente una pulgada por debajo de la superficie de la solución KF (ver figura 2).

Figura 2. Adición de muestra a la cámara de titulación.



NOTAS:

1. No inicie la titulación a menos que y hasta que la corriente de fondo ha sido estabilizada a un valor bajo en μg .
2. La señal coulométrica de titulación de fondo (dado en μg de H_2O / segundo, o según las especificaciones del fabricante) se resta del resultado analizado y representa la humedad presumiblemente acumulada durante el tiempo utilizado para introducir y valorar la muestra. El valor de fondo restado es el valor final leído justo antes de comenzar adición de la alícuota. Un valor de fondo elevado artificialmente dará lugar a un resultado erróneamente (es decir negativamente sesgado). Por lo tanto, es importante que el valor de fondo sea lo más pequeño (pero correcto) como sea posible. A menudo, es necesario físicamente "agitar" la celda de valoración para enjuagar la humedad acumulada en las paredes internas en la solución KF. Esta operación normalmente acelera el proceso de alcanzar una señal de fondo baja.

Asegúrese que el tubo desecante este limpio de obstrucciones.

Introduzca el peso bruto del cilindro de muestreo (W_1) en el medidor de humedad, si aplica, o registre el peso inicial del cilindro al 0.1 g más cercano en una hoja de trabajo.

Si aplica, remueva algún número anteriormente indexado y visualizado, para el momento de ingresar un segundo peso.

Cuando el medidor de humedad esté estable (mantenga una baja corriente de fondo), inicie la corrida, abra lentamente la válvula de la aguja e introduzca la alícuota a una velocidad moderada de tal manera que no se observa formación de espuma en la superficie de la solución KF. Añada a una velocidad tal que se adicione entre 15 a 20 g de la muestra durante un período aproximado de 10 minutos. Utilice el conteo de purga de la muestra (retardo) si el equipo dispone de esta característica.

Normalmente, para una mayor exactitud es deseable pesar una alícuota de 20g. Observe la lectura potencial de la celda o la lectura en microgramos. Si durante la adición de la alícuota este número se incrementa rápidamente a un valor relativamente grande (rango: 200 a 300), significa que el refrigerante contiene alta humedad, y un tamaño de alícuota pequeño es suficiente (5 g a 10 g).

Después de que la totalidad de la alícuota de muestra se ha añadido inicie la valoración, o después que el periodo de purga finalice, el coulómetro comenzará la titulación.

NOTA: Si la muestra contiene alto contenido de humedad, la velocidad de titulación nunca puede exceder la velocidad de adición de H₂O y la valoración debe ser finalizada antes de añadir demasiada muestra. Por el contrario, si la muestra añadida es pequeña (4 a 5 g) y el nivel de humedad también es pequeño (5 a 10 ppm), para lograr una mejor precisión, la muestra debe ser analizada nuevamente usando una purga de muestra más larga (10 minutos por ejemplo).

Retire y vuelva a pesar la muestra en el montaje del cilindro de muestreo al 0.1g más cercano.

NOTA: Si se utiliza un tamaño de alícuota pequeño, se recomienda un equilibrio más preciso en el equipo titulador; los pesos deben registrarse al 0.01 g más cercano.

Introduzca el peso en el medidor de humedad si aplica, o registre el peso final del cilindro al 0.1 g más cercano en una hoja de cálculo, e inicie nuevamente la titulación.

El equipo realiza automáticamente el cálculo de la determinación.

8. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

El cálculo de humedad está dado por la siguiente ecuación:

$$\text{concentración de humedad ppm} = \frac{\text{microgramos de agua}}{\text{gramos de muestra}}; \quad (2)$$

Reporte todos los resultados a 1 ppm más cercana. Si los resultados son <2 ppm, reporte <2 ppm.

9. SENSIBILIDAD, EXACTITUD Y PRECISIÓN

NOTA: El laboratorio debe establecer, mediante ensayos analíticos, los datos de sensibilidad, precisión y exactitud del ensayo, a las condiciones de su laboratorio.

Condiciones establecidas en el estándar AHRI³⁷:

Sensibilidad: la sensibilidad de este analizador, usando una muestra de 10 g de peso es de 1ppm. Se debe tener extremo cuidado con la manipulación de la muestra con el fin de lograr esta sensibilidad.

Precisión y exactitud: el valor promedio del análisis, desviación estándar (σ), 95% de límites de confianza (CL), establecidos para una operación sencilla de este método se muestran en la tabla 1.

Tabla 1 Método de operador simple de precisión

	Media	Desviación estándar (σ)	95%, Límite de confianza
Agua (R-12), ppm por peso	10.6	0.11	0.26
Agua (R-22), ppm por peso	28.1	0.29	0.77

Los datos de la tabla 1 se calcularon a partir de 17 réplicas analizadas de una muestra (aproximadamente 10 g) realizado por un analista durante un período de dos días.

Las muestras de la tabla 2 se ensayaron para determinar el porcentaje de recuperación. Estos se prepararon analizando los refrigerantes R-12 y R-22 a 4.8 ppm y 7.1 ppm, respectivamente, y luego se contaminaron con cantidades conocidas de agua. Ambas muestras se mezclaron durante un período de 24 horas antes de analizar. Los resultados se muestran en la tabla 2.

El porcentaje regenerado para ambas muestras fueron 99.3% para R-12 y 99.7% para R-22.

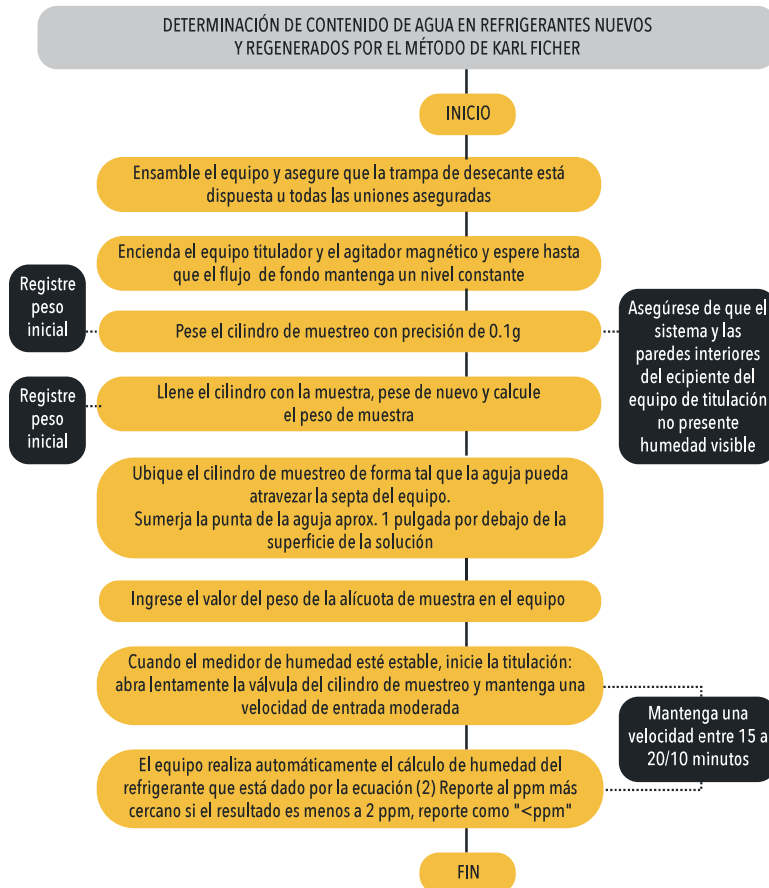
Tabla 2 Pruebas para el porcentaje de recuperación de agua.

	Valor original	Cantidad contaminada	Total calculado	Total Regenerado	Porcentaje regenerado
Agua (R-12), ppm por peso	10.6	0.11	0.26	0.26	0.26
Agua (R-22), ppm por peso	28.1	0.29	0.77	0.77	0.77

³⁷ AHRI. Appendix C for Analytical Procedures For AHRI Standard 700-2014 – Normative. Parte 1.

10. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo del procedimiento de ensayo se muestra a continuación:



11. CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA

Verifique periódicamente el funcionamiento del sistema corriendo un patrón de agua certificado adquirido comercialmente, con concentración cercana a los valores esperados de las muestras.

12. MEDIDAS DE PRECAUCIÓN


Implementos de seguridad: para la realización de este método de ensayo, el analista debe utilizar los elementos de protección personal (EPP) mínimos. Se sugieren: guantes de baqueta, guantes de nitrilo, gafas de seguridad, bata para laboratorio y mascarilla (respirador para vapores orgánicos que cubre media cara). Tenga en cuenta que para este método de ensayo se emplea el reactivo Hydranal, el cual tiene las características de ser muy tóxico para el ser humano y el medio ambiente.

Equipos de seguridad: debido a que se manejan reactivos peligrosos, es importante que toda manipulación de los mismos se realice bajo una cabina de extracción de vapores y que el laboratorio cuente con el sistema de ventilación óptimo en caso de exposición o derrame.

Manejo de reactivos: antes de manipular los reactivos, el analista debe tener conocimiento de la peligrosidad de estas sustancias. Para tal efecto revise las etiquetas de los productos o remítase a las versiones más reciente de las fichas de datos de seguridad emitidas por los fabricantes. Tenga especial cuidado al manipular el Hydranal.

13. REGISTROS

El siguiente es el formato sugerido para el registro de los datos primarios del ensayo de contenido de agua.

			HOJA DE TRABAJO No. XX		Versión X			
			ANÁLISIS DE CONTENIDO DE AGUA EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS		Fecha de elaboración dd/mm/aaaa			
			Nombre del Laboratorio		Página 1 de 1			
Tipo de Refrigerante				Código: XXX				
Fecha del ensayo				PROCESO: XXXX				
Firma analista								
TOMA DE MUESTRA DIRECTAMENTE DESDE EL CILINDRO								
Registro de datos previos al inicio de la corrida			Peso de muestra			Cálculos		
Corriente de fondo *(µg H2O/segundo)	Temperatura del cilindro de muestreo **K [°F]	Adición de contaminante ***K(H2O)	Peso cilindro anterior al muestreo "X"; (g)	eso cilindro después del muestreo "Y"; (g)	Peso neto de muestra adicionada; X-Y(g)	Concentración de agua (ppm)		
						(WH2O) µg de agua	Wmuestra) peso de muestra (g)	WH20/W muestra
Reporte		>2; ó <2 (ppm)						
TOMA DE MUESTRA REALIZADA CON EL CILINDRO DE MUESTREO								
Registro de datos previos al inicio de la corrida			Peso de muestra	Cálculos			Peso de muestra	
Corriente de fondo *(µg H2O/segundo)	Temperatura del cilindro de muestreo **K [°F]	Adición de contaminante ***K(H2O)	**** W1 (g)	Concentración de agua (ppm)			(ppm)	
				(WH2O) µg de agua	(Wmuestra) peso de muestra (g)	WH20/W muestra		
							>2; ó <2	
<p>* Los niveles óptimos de corriente de fondo están entre 0.02 y 0.05 µg/seg.</p> <p>** Temperatura: 14 K (25.0 F) por debajo de la temperatura crítica (TC) del refrigerante.</p> <p>*** Desarrolle este espacio, si se obtiene un valor inicial de corriente de fondo negativa; 1 2 lib. </p> <p>**** Realice el pesaje de la muestra de acuerdo a lo descrito en el procedimiento.</p>								

14. REFERENCIAS

- PARTE 2 del apéndice C para estándares AHRI 700-2014 (formalmente el apéndice C para estándares AHRI 700-2012). 2008. AHRI (AIR-CONDITIONING, HEATING, & REFRIGERATION, INSTITUTE).
- Para propósitos de consulta remítase a www.ahrinet.org

ANEXO 11

DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE ALTO PUNTO DE EBULLICIÓN EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS POR MEDICIÓN VOLUMÉTRICA O GRAVIMÉTRICA Y DETERMINACIÓN DE RESIDUOS DE PARTÍCULAS POR INDICACIÓN VISUAL

1. OBJETIVO

El propósito de este método de ensayo es determinar residuos de alto punto de ebullición y partículas visibles en refrigerantes nuevos y regenerados.

2. ALCANCE

Este método de ensayo aplica para la determinación cuantitativa de residuos de alto punto de ebullición (HBR³⁸, siglas en inglés) y en la evidencia visible de partículas en todos los refrigerantes nuevos y regenerados de baja, media y alta presión.

3. DEFINICIONES

Alicuota: porción para ensayo de un refrigerante nuevo o recuperado, extraído del cilindro de muestra.

Cilindro de muestreo (FNPT³⁹): cilindro de acero inoxidable de doble punta, que se utiliza para la extracción de una alicuota para ensayo del cilindro de muestra de un refrigerante.

Cilindro de muestra: cilindro utilizado para contener un refrigerante recuperado o regenerado, y que permite su manipulación durante las etapas de distribución, recepción y almacenamiento.

Refrigerante: producto químico que produce un efecto de enfriamiento durante su expansión o vaporización.

Refrigerante recuperado: refrigerante extraído de un sistema de refrigeración, en cualquier condición, que se almacena en un recipiente externo.

Refrigerante regenerado: refrigerante usado que fue sometido a un proceso físico en el cual se recuperan las propiedades refrigerantes iniciales.

Solución: también llamada disolución, es una mezcla homogénea de dos o

más sustancias que no reaccionan entre sí. En una solución cada componente está diluido en el otro, lo que hace que cada uno de ellos pierda sus propiedades individuales y se presenten en una sola fase.

Solvente, disolvente o solvente de extracción: sustancia (o mezcla de sustancias) que se encuentra en mayor proporción, y que tiene la capacidad de disolver un cuerpo u otra sustancia, hasta que sus partículas queden incorporadas totalmente en él.

4. PRINCIPIO DEL MÉTODO

Los residuos de alto punto de ebullición, también llamados residuos no volátiles, son determinados evaporando una cantidad conocida de refrigerante en un bulbo Goetz a una temperatura ambiente o elevada. Luego, el residuo remanente es medido visualmente o pesado. Si es mayor que el volumen de especificación, coloque el bulbo en un horno a 60°C (140F) por treinta minutos y después enfríelo. Mida de nuevo el volumen del residuo.

Por determinación gravimétrica, el residuo se disuelve en un disolvente de alta pureza (por ejemplo R141-b) y transferido cuantitativamente dentro de un pequeño recipiente de aluminio tarado. El disolvente es removido por evaporación y el recipiente pesado de nuevo para obtener el tamaño del residuo.

Antes de la evaporación, se examina visualmente el volumen medido del refrigerante líquido para evidenciar presencia de materiales insolubles tales como fibras empacadas, moho, mugre, etc. El residuo de muestras de alta presión se disuelve en un disolvente limpio, remolinado, y luego se examina visualmente para determinar cualquier partícula insoluble.

5. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

No se conocen interferencias para este método; sin embargo, sí se requieren al menos 100 mL de muestra de refrigerante para el ensayo, con el fin de alcanzar los parámetros estadísticos establecidos para este método,

³⁸HBR: High boiling residue.

³⁹FNPT: Female national pipe thread.

6. EQUIPOS Y REACTIVOS

6.1 EQUIPOS Y MATERIALES

- Tubo de centrifuga Goetz graduado de 100 mL
- Perlas de ebullición finas.
- Plato de aluminio desechable.
- Plancha de calentamiento.
- Probeta de vidrio de 100 mL.
- Balanza de platillo externo (0,1 g).
- Balanza analítica.
- Baño de agua.
- Horno de secado.
- Pinzas de acero.

6.2 REACTIVOS

- Alcohol isopropílico, grado reactivo.
- Acetona

NOTA: Es necesario que los reactivos se almacenen en un lugar que los proteja de la humedad ambiente; revisar las recomendaciones específicas del fabricante para cada reactivo.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 ANÁLISIS DE LA MUESTRA, MEDIDA DEL % EN VOLUMEN DE HBR Y PARTÍCULAS

Mida 100 mL de muestra refrigerante en el bulbo Goetz de la siguiente manera: Para refrigerantes de baja presión (R-11, R-113 y R-123): Adicione 100 mL de alícuota líquida medidas en una probeta de vidrio, dentro del bulbo Goetz.

NOTA: Para refrigerantes de presión media y alta: pese el cilindro de muestreo (al 0.1 g más cercano), gire el cilindro de tal forma que ubique la abertura de la válvula justo en el interior del cuello del bulbo, cuidadosamente abra la válvula para permitir que la fase líquida se descargue dentro del bulbo.

Excepto para refrigerantes de presiones muy altas (R-503 por ejemplo); el refrigerante líquido se empezará a acumular. Continúe la adición de la muestra hasta que 60 o 75 mL hayan sido recolectados. Cierre la válvula de la muestra. Pese nuevamente el cilindro de muestreo y registre la diferencia de peso, como el peso de la muestra adicionada.

Agite la mezcla y de nuevo examine visualmente para detectar la presencia de partículas. Limpie la nubosidad o suciedad del exterior del bulbo para facilitar la observación (Use alcohol Isopropílico).

Para los refrigerantes de muy alta presión (R-503, R-13, R-23), enfríe previamente el cilindro de muestreo hasta aproximadamente 4.4°C [40°F] en agua helada, antes cuidadosamente abra y cierre rápidamente el paso de la fase líquida en el bulbo Goetz. Continúe agregando la fase líquida hasta que el peso posterior del cilindro de la alícuota esté entre 100 y 130 g de refrigerante dentro del bulbo. En este punto, poca o ninguna fase líquida del refrigerante estará acumulada en el bulbo. Registre este peso como los gramos de la muestra adicionada (g). Añada 100 mL de un disolvente de alta pureza (por ejemplo, R-141b) al bulbo, ponga el tapón en el bulbo, genere un remolino para disolver cualquier residuo en las paredes internas del bulbo, retire el tapón.

NOTA: No permita que la llave de paso se engrase a la altura del tapón de vidrio o del cuello del bulbo.

Agite y examine visualmente a la luz la solución de la alícuota para identificar partículas visibles.

Agregue una pequeña cantidad de perlas de ebullición finas y coloque el bulbo Goetz en un baño de agua a una temperatura constante de 45.0°C [113°F] (60.0°C [140°F] para R-113). Coloque el bulbo de tal manera que se sumerja en el baño hasta aproximadamente de 20 a 25 mL de la marca. No quite el bulbo del baño hasta que todo el refrigerante se haya evaporado por completo (observe la desaparición de la condensación del refrigerante alrededor del cuello del bulbo).

Retire el bulbo Goetz del baño, limpie y seque el exterior y mida visualmente los mL del residuo (si existe) en la parte graduada del bulbo (ignorar las perlas de ebullición). Mida a los 0.005 mL más cercanos.

Si el residuo observado es ≤ 0.01 mL, continúe a la sección de cálculo.

Si el residuo observado es > 0.01 mL, continúe el procedimiento como sigue: Coloque el bulbo Goetz en posición vertical en un horno de 60.0°C [140°F] durante 30 minutos, retire, enfríe, luego mida y mida el volumen de residuos (a los 0.005 mL más cercanos) en la parte graduada del bulbo. Para medir el porcentaje en peso, guarde el residuo del bulbo Goetz para el numeral 7.2. Determine el porcentaje en volumen de HBR de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$HBR, Volumen\% = \frac{mL \text{ del residuo} * 100}{mL \text{ de muestra añadidos a la bureta}}; \quad (1)$$

Para calcular los mL de muestra de refrigerantes con presiones altas, divida el peso de la muestra por la densidad del líquido del refrigerante a la temperatura ambiente de la muestra (véase la tabla 1).

Reportar todos los resultados al 0.01 % en volumen más cercano. Si los resultados son < 0.01% reporte como "< 0.01%" en volumen.

Tabla 1 Densidad de algunos refrigerantes a 25°C [77 F]

Refrigerante	Densidad (g/mL)	Refrigerante	Densidad (g/mL)
R-11	1.476	R-401A	1.188
R-12	1.311	R-401B	1.188
R-13	0.907	R-402A	1.151
R-13B1	1.538	R-402B	1.156
R-22	1.194	R-403B	1.150
R-32	0.961	R-404A	1.167
R-113	1.565	R-405A	1.173
R-114	1.456	R-407A	1.142
R-115	1.291	R-407B	1.166
R-123	1.468	R-407C	1.134
R-124	1.364	R-408A	1.062
R-125	1.190	R-409A	1.223
R-134a	1.210	R-410A	1.031
R-141b	1.244	R-500	1.168
R-142b	1.114	R-502	1.217
R-143a	0.946	R-503	0.795
R-152a	0.899	R-507	1.170
R-290	0.492	-	-

7.2 ANÁLISIS DE LA MUESTRA, MEDIDA DEL PORCENTAJE EN PESO

Prepare una bandeja de aluminio lavándola en acetona y llévela a un horno a una temperatura de 60.0°C [140 ° F] durante al menos 30 minutos.

Retírelo y colóquelo en un desecador hasta que se enfríe (normalmente 15 a 20 minutos).

Con unas pinzas, retire la bandeja del desecador, pese y tare (al 0.0001 g más cercano).

Añada 20 mL de un disolvente de alta pureza (por ejemplo, R-141b) al bulbo Goetz guardado en 7.1. Tape y agite el bulbo para volver a disolver el residuo y/o para suspender de nuevo las partículas (si están presentes) en el disolvente. Registre el peso.

Con cuidado, vierta la solución del bulbo Goetz en la bandeja. Use dos porciones aproximadamente de 8 mL de disolvente para completar la transferencia cuantitativa de residuos. No permita que las perlas de ebullición caigan en la bandeja de aluminio.

Con cuidado, coloque el recipiente/bandeja de aluminio dentro de una campana de extracción y permita que el disolvente de alta pureza se evapore (como alternativa, puede calentar a baño María).

Coloque la bandeja en el horno a una temperatura de 60.0°C [140°F] durante 30 minutos, retire y coloque en el desecador hasta que se enfríe (20 a 30 minutos).

Usando pinzas, retire la bandeja, pese de nuevo y registre la diferencia en peso como el peso del residuo. Determine el porcentaje en peso de HBR de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$HBR, peso\% = \frac{A * 100}{B}; \quad (2)$$

Donde:

A = Gramos del Residuo del numeral 7.1 anterior.

B = Gramos de la muestra tomada de 7.2.

Reporte el resultado al 0.01% en peso más cercano. Si el resultado es < de 0.01%, reporte como "< de 0.01% en peso."

8. SENSIBILIDAD, EXACTITUD Y PRECISIÓN

NOTA: el laboratorio debe establecer, mediante ensayos analíticos, los datos de sensibilidad, precisión y exactitud del ensayo, a las condiciones de su laboratorio.

Condiciones establecidas en el estándar AHRI⁴⁰:

⁴⁰AHRI. Appendix C for Analytical Procedures For AHRI Standard 700-2014 – Normative. Parte 1.

Sensibilidad: Basado en un volumen de 100 mL de muestra, el método detectará 0.01 mL de HBR, que es la primer marca del bulbo de la bureta Goetz. Este valor 0.01% es la especificación del estándar AHRI 700 para la mayoría de los refrigerantes. El límite de detección en peso es generalmente <0.01% debido a la sensibilidad de la balanza analítica y porque 0.01 mL de residuo (generalmente aceite) pesa <0.01 g. Además, excepto para los refrigerantes de alta presión, el peso de 100 mL de líquido refrigerante es > 100 g.

Precisión: La precisión para la determinación HBR al 0.03 % en volumen se encontró que era ± 0.005 en el límite de confianza del 95%. Esto se basó en un análisis de R-11 por dos analistas de cada uno de los cuales utilizan aceite de silicona como el residuo.

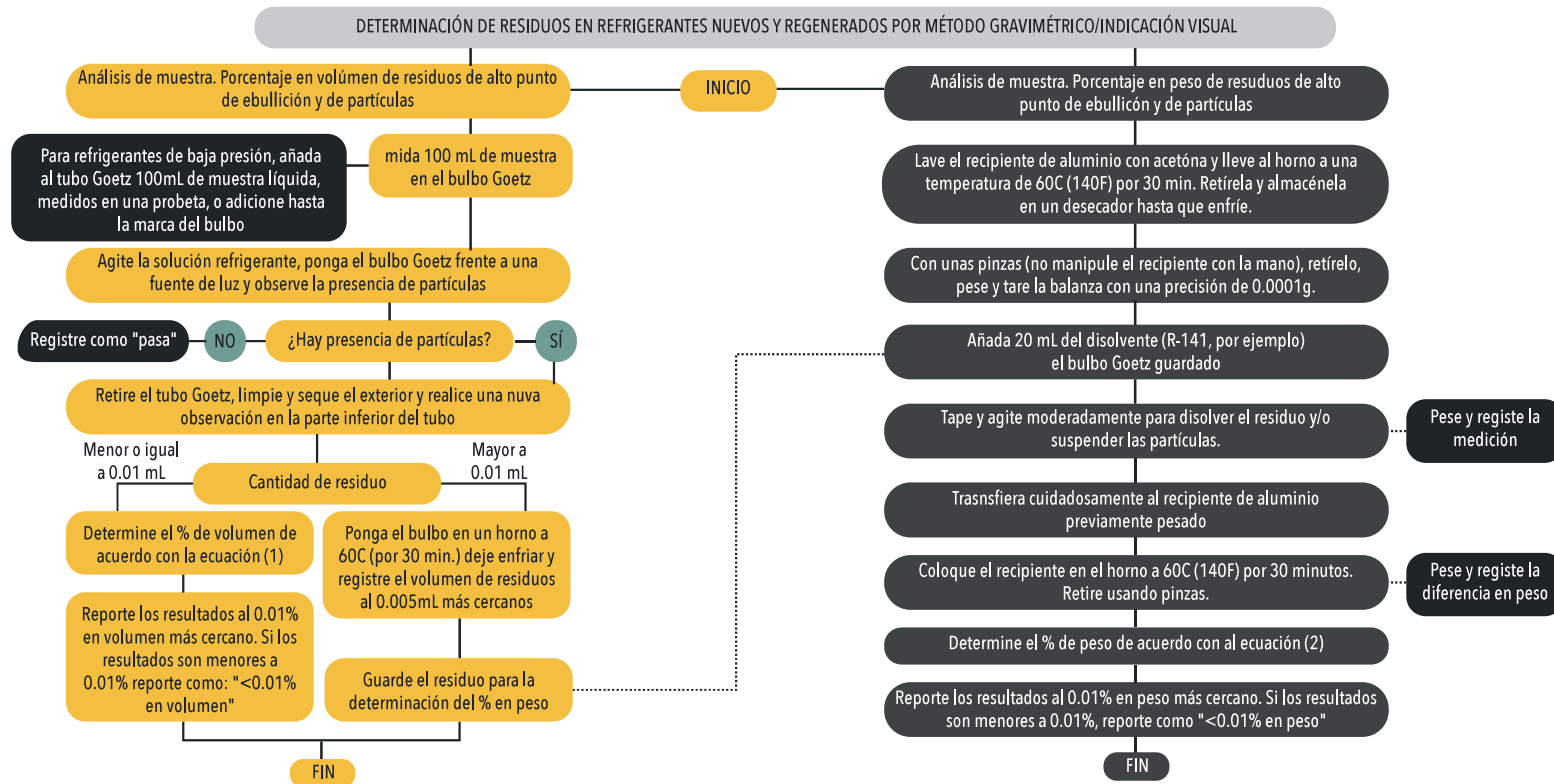
Exactitud: La media del error relativo al 0.03% en nivel de volumen se encontró que era del 3.3%.

9. CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA

Verifique una vez al día (o cuando se utilice) las balanzas analíticas o de platillo externo que utilice en el desarrollo del ensayo, empleando pesas patrón apropiadas. Registre los resultados en un gráfico de control.

10. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo del procedimiento de ensayo se muestra a continuación:



11. MEDIDAS DE PRECAUCIÓN

Implementos de seguridad: para la realización de este método de ensayo, el analista debe utilizar los elementos de protección personal (EPP) mínimos. Se sugieren: guantes de baqueta, guantes de nitrilo, gafas de seguridad, bata para laboratorio y mascarilla (respirador para vapores orgánicos que cubre media cara).

Equipos de seguridad: debido a que se manejan reactivos peligrosos, es importante que toda manipulación de los mismos se realice bajo una cabina de extracción de vapores y que el laboratorio cuente con el sistema de ventilación óptimo en caso de exposición o derrame.

Manejo de reactivos: antes de manipular los reactivos, el analista debe tener conocimiento de la peligrosidad de estas sustancias. Para tal efecto revise las etiquetas de los productos o remítase a las versiones más reciente de las fichas de datos de seguridad emitidas por los fabricantes.

12. REGISTROS

El siguiente es el formato sugerido para el registro de los datos primarios del ensayo de partículas.

		HOJA DE TRABAJO No. XX	Versión X
		ANÁLISIS DE RESIDUOS EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS	Fecha de elaboración dd/mm/aaaa
		NOMBRE DEL LABORATORIO	Pág 1 de 1
Tipo de refrigerante		Código: XXX	
Fecha de ensayo		PROCESO: XXXX	
Firma analista			

REFRIGERANTES DE PRESIONES BAJAS

Observación 1		*Observación después del baño 45.0°C [113°F]	*Observación después del baño 60.0°C [140°F]
Presencia de material particulado.		Volumen de residuos observado	Volumen de residuos observado
Pasa	No pasa	≤ 0.01 (ml)	> 0.01 (ml)
			(ml)

REFRIGERANTES DE PRESIONES MEDIAS Y ALTAS

Peso de la muestra			Observación 1		Volumen de refrigerante añadido (ml)	*Refrigerante evaporado	*Observación después del baño 45.0°C [113°F]	*Observación después del baño 60.0°C [140°F]
Peso del cilindro de muestreo antes de adición al bulbo "A" (g)	Peso del cilindro de muestreo antes de adición "B" (g)	Peso de la muestra (g)	Presencia de material particulado			Temperatura del baño (°C)	Volumen de residuos observado	Volumen de residuos observado
		A-B	Pasa	No pasa			≤ 0.01, 0 > 0.01 (ml)	(ml)

REFRIGERANTES DE PRESIONES MUY ALTAS (R-503, R-13, R-23)

Peso de la muestra			Observación 1		Volumen de disolvente añadido (ml)	*Refrigerante evaporado	*Observación después del baño 45.0°C [113°F]	*Observación después del baño 60.0°C [140°F]
Peso del cilindro de muestreo antes de adición al bulbo "A" (g)	Peso del cilindro de muestreo antes de adición "B" (g)	Peso de la muestra (g)	Presencia de material particulado			Temperatura del baño (°C)	Volumen de residuos observado	Volumen de residuos observado
		A-B	Pasa	No pasa			≤ 0.01, 0 > 0.01 (ml)	(ml)

Temperatura del cilindro de muestreo, en el momento de realizar la extracción del refrigerante (°C)

Cálculo de % en volumen			Cálculo de % en peso		
Volumen de residuo*100 (mL) (V1)	**ml de refrigerante añadido a la bureta (mL) (V2)	% v/v= (V1)/(V2)	Gramos del residuo guardado*100 (g) (W 1)	Gramos de muestra tomada (g) (W 2)	% p/p= (W1)/(w2)

* Si la Observación 1 se reporta como "PASA", no desarrolle estos espacios. Continúe desde la sección de cálculos.

** Para determinar el volumen de refrigerante añadido, utilice los datos de la Tabla 1 de método.

13. REFERENCIAS

PARTE 3 del apéndice C para estándares AHRI 700-2014 (formalmente el apéndice C para estándares AHRI 700-2012). 2008. AHRI (AIR-CONDITIONING, HEATING, & REFRIGERATION, INSTITUTE).

Para propósitos de consulta remítase a www.ahrinet.org.

ANEXO 12 DETERMINACIÓN DE PUREZA DE REFRIGERANTES R-11, R-12, R-22, R134a Y R-410 NUEVOS Y REGENERADOS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES DE COLUMNA CAPILAR Y EMPACADA

1. OBJETIVO

El propósito de este método es determinar la pureza de refrigerantes R-11, R-12, R-22, R134a y R-410, nuevos y regenerados, por cromatografía de gases.

2. ALCANCE

Este método de ensayo aplica a refrigerantes R-11, R-12, R-22, R134a y R-410. Los refrigerantes R-290, R-600 y R-600a se pueden incluir porque son componentes de algunas mezclas de flouorocarbono.

3. DEFINICIONES

Alicuota: porción para ensayo de un refrigerante nuevo o recuperado, extraído del cilindro de muestra.

Cilindro de muestreo (FNPT): cilindro de acero inoxidable de doble punta, que se utiliza para la extracción de una alicuota para ensayo del cilindro de muestra de un refrigerante.

Cilindro de muestra: cilindro utilizado para contener un refrigerante recuperado o regenerado, y que permite su manipulación durante las etapas de distribución, recepción y almacenamiento.

Refrigerante: producto químico que produce un efecto de enfriamiento durante su expansión o vaporización.

Refrigerante recuperado: refrigerante extraído de un sistema de refrigeración, en cualquier condición, que se almacena en un recipiente externo.

Refrigerante regenerado: Refrigerante usado que fue sometido a un proceso físico en el cual se recuperan las propiedades refrigerantes iniciales.

Solución: también llamada disolución, es una mezcla homogénea de dos o más sustancias que no reaccionan entre sí. En una solución cada componente está diluido en el otro, lo que hace que cada uno de ellos pierda sus propiedades individuales y se presenten en una sola fase.

Solvente, disolvente o solvente de extracción: sustancia (o mezcla de sustancias) que se encuentra en mayor proporción, y que tiene la capacidad de disolver un cuerpo u otra sustancia, hasta que sus partículas queden incorporadas totalmente en él.

4. PRINCIPIO DEL MÉTODO

La pureza de los refrigerantes es determinada por cromatografía de gases utilizando una columna empacada (R-11, R-22) o una columna capilar (R-12, R-22, R134a y R-410) conformadas por una fase líquida que recubre un soporte sólido y un gas de arrastre, a condiciones de ensayo controladas. Los componentes separados se determinan usando un detector de ionización de llama (FID⁴¹) o detector de conductividad térmica (TCD⁴²) y se identifican por tiempo de retención. Las áreas de los picos son medidas por integración electrónica y las concentraciones de los componentes cuantificados por normalización de áreas, considerando el factor de respuesta individual.

5. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

Este método fue estandarizado únicamente para aquellas impurezas comúnmente encontradas en refrigerantes nuevos y regenerados⁴³. alguna impureza que se diluya en la matriz del componente principal del refrigerante puede interferir, si se presenta en una concentración significativa.

6. EQUIPOS Y REACTIVOS

6.1 EQUIPOS Y MATERIALES

Cromatógrafo de gases con inyector para columna empacada, detector de ionización de llama (FID) y/o detector de conductividad térmica (TCD), como el que se muestra a manera de ejemplo en la figura 1.

⁴¹ FID: Flame Ionization Detector.

⁴² TCD: Thermal Conductivity Detector

⁴³ AHRI. Appendix C for Analytical Procedures For AHRI Standard 700-2014 – Normative. 2008. Partes 6 a 9

Figura 1. Cromatógrafo de gases



Sistema de datos de cromatografía: con capacidad de integración electrónica y procesamiento de los datos. El sistema de datos debe estar configurado para capturar las áreas de los picos, permitiendo la medición de aquellas mayores o iguales a 0.001% en peso. Los picos que no son identificados por el sistema de datos deben tener un factor de respuesta (FR⁴⁴) por defecto mayor de los factores de respuesta medios de los componentes o del R-22. Si se identifica el pico, debe ser cuantificado usando su factor de respuesta medido.

Columna cromatográfica empacada para GC⁴⁵: de compuestos de alto peso molecular de polietilenglicol y un diepóxido que reaccionan con el ácido nitroterftálico sobre una malla de carbón grafitada (60-80), con una superficie nominal de 100 metros cuadrados por gramo en una columna de acero inoxidable, OD⁴⁶ de 7.3 m [24 ft], 3.20 mm [0,125 pulg.], o columna equivalente; las columnas pre-empacadas están disponibles comercialmente en varias marcas registradas.

Columna cromatográfica capilar para GC: 135 m x 0,25 mm, 1 µm df, 6% cianopropilfenil-86% dimetil-polisiloxano o equivalente. las columnas están disponibles comercialmente en varias marcas registradas.

Tubos recolectores de vidrio: de 125 mL a 500 mL (agrandar la abertura de salida hasta acomodar un crimp-on de 2 cm de septa. Poner cinta de fibra de vidrio por fuera para proteger).

Jeringa de 1 mL, hermética.

Aguja de punta desviada: eje standard calibre 22 x 11/2 pulgadas de acero inoxidable.

Balanza analítica

6.2 REACTIVOS

Estándares de calibración: R-22 y R-134a.

7. PROCEDIMIENTO

7.1 CONDICIONES CROMATOGRÁFICAS DE OPERACIÓN (SUGERIDAS) CUANDO SE UTILIZA COLUMNA EMPACADA:

Detector	FID.
Gas de arrastre	40 cc de Helio por minuto.
Temperatura de la columna, °C [F]	125 [257] isotérmica.
Temperatura del detector, °C [F]	250 [482] ^a .
Temperatura del puerto de inyección °C [F]	150 [302] ^b .
Muestra	0,5 mL ^b .
Temperatura máxima segura de la columna °C [F]	225 [437].

NOTAS:

- A. Las condiciones pueden ser optimizadas para el GC específico utilizado.
- B. Externamente enfríe las jeringas y la muestra a 10°C [50 F] antes del muestreo.

⁴⁴ FR: Response Factors.

⁴⁵ GC: Gas Chromatography.

⁴⁶ OD: Outside Diameter.

7.2 CONDICIONES CROMATOGRÁFICAS DE OPERACIÓN (SUGERIDAS) CUANDO SE UTILIZA COLUMNA CAPILAR:

Detector	FID.
Gas de arrastre	Aproximadamente 1.4 cc de Helio/minuto.
Flujo de split	40:1
Temperatura del inyector, °C [F]	200 [392] ^c .
Temperatura del detector, °C [F]	200 [392] ^d .
Muestra	2 µL 2 ^d .
Temperatura inicial de la columna, °C [F]	0 [32] (N líquido, Subambiente)
Tiempo inicial	21 minutos.
Incremento por minuto, °C [F]	15 [59].
Temperatura final, °C [F]	165 [329].
Tiempo final	18 minutos.

NOTAS:

- A. Las condiciones pueden ser optimizadas para el GC específico usado.
- B. Externamente enfríe las jeringas y la muestra a 10°C [50 F] antes del muestreo.

7.3 PREPARACIÓN Y ANÁLISIS DEL ESTÁNDAR DE CALIBRACIÓN:

Obtenga (comercialmente) un stock de la más alta pureza posible, de R-22 o R-134a, para emplearlo(s) como estándar de calibración en la determinación por cromatografía.

Tare (al 0.0001 g más cercano) un cilindro de muestra de 125 mL, llene con el stock R-22 o R-134a hasta 5/8 pulgadas (2 centímetros) de la superficie; añádalo a través de la septa.

Pese de nuevo el cilindro y reste el peso de la tara para obtener los gramos del stock adicionados.

NOTAS:

Los refrigerantes R-22 o R-134a pueden contener algunas impurezas encontradas en el desarrollo del método (ver algunas impurezas en la tabla 1.). Las impurezas del refrigerante stock; R-22 o R-134a, son determinadas por el método de adición estándar. Individualmente las áreas de los picos en el stock son incrementadas en el estándar de calibración de acuerdo a la cantidad de ppm de la correspondiente impureza adicionada.

La cantidad de ppm que se encuentra en el stock junto con la cantidad de ppm adicionada, son combinadas para determinar el total de los componentes presentes en el estándar de calibración.

Individual y sucesivamente añada los volúmenes de cada componente de calibración indicado en la tabla 2 a través de la septa y por debajo de la superficie líquida del stock en el cilindro. Utilice una jeringa hermética para gas de tamaño adecuado en µL o mL, con una aguja de punta desviada. Agite el cilindro para mezclar después de adicionar cada componente.

NOTA: Para conservar el stock de los gases de calibración, se sugiere cargar un tubo colector de 125 mL a 1 atm, con fase líquida y posteriormente inyéctelo dentro del recipiente que contiene los refrigerantes R-22 o R-134a. Para las impurezas, las cuales son líquidas a temperatura ambiente, inyectar el volumen (en µL) de cada componente dentro del recipiente.

Combine el peso total añadido de stock con el peso añadido de cada componente para obtener el peso total (al 0.0001 g más cercano) de la muestra de calibración en el cilindro de muestra. Registre los datos obtenidos. Calcule las ppm añadidos (a 1 ppm más cercano) para cada componente, dividiendo la masa adicionada por el total del peso de la muestra en el cilindro.

Calcular las ppm presentes para cada componente combinando las ppm presentes en el stock (si lo hay) y las ppm del componente adicionado. Los valores de ppm del componente presentes son los que se usan para la determinación del método de factor de respuesta.

Ubique el recipiente del estándar en un baño de hielo, y después de llegar a congelación, retirelo e inmediatamente reubíquelo con una nueva septa.

Registre los valores de ppm presentes de cada componente en el estándar de calibración, además de la fecha de preparación y el peso total del estándar preparado. Almacene en un refrigerador. Descarte y prepare un nuevo estándar cuando el peso de la muestra haya disminuido hasta por debajo del 60% del peso inicial.

7.4 DETERMINACIÓN DE FACTORES DE RESPUESTA DE LOS COMPONENTES:

NOTAS: Dependiendo del sistema de datos utilizados, es a menudo deseable convertir los valores de ppm a % en masa para los cálculos del factor de respuesta y para la elaboración de informes.

Configure el sistema de datos del cromatógrafo para la calibración de un estándar externo por el método de normalización de área.

Analice el estándar de calibración por triplicado, usando las condiciones cromatográficas descritas en 7.1 y 7.2.

Usando el R-22 o el R-134a como pico de referencia, realice los acondicionamientos necesarios para que el integrador determine el factor de respuesta relativo de cada componente (RRFi) y registre los datos⁴⁷. Los factores de Respuesta para cada componente se calculan como sigue:

$$ARFi = \frac{\% \text{ en peso del estándar de calibración}}{Ai}; \quad (1)$$

$$ARFr = \frac{100000-S}{Ar}; \quad (2)$$

Donde:

ARFi = Factor de respuesta absoluto del componente i

Ai = Área del pico del componente i (promedio de tres determinaciones).

Ar = Área del pico del refrigerante mayor.

ARFr = Factor de respuesta absoluto del refrigerante mayor.

S = Porcentaje en peso total de las impurezas presentes con 4 decimales.

Luego, usando el R-22 o el R-134a como el pico de referencia, el factor de respuesta relativo puede ser determinado:

$$RFFi = \frac{ARFi*100}{ARFr(R22 \text{ o } R134a)}; \quad (3)$$

Los valores de ARFi son calculados al 0.0001 unidades más cercanas.

⁴⁷AHRI. Appendix C for Analytical Procedures For AHRI Standard 700-2014–Normative.2008.Parte 8,9.4.3

⁴⁸ AHRI. Appendix D for Gas Chromatograms for AHRI Standard 700-2014 – Informative. 2012

El porcentaje en peso de cada componente se calcula de la siguiente manera:

$$Wi = \frac{RFFi*Ai*100}{\sum (Ai \text{ o } RFFi)}; \quad (4)$$

Donde:

Ai = área del pico del componente i

RRFi = factor de respuesta relativo para el componente i

Wi = % en peso del componente i

$\sum (Ai * RFFi)$ = suma total de las áreas de los picos de los componentes por sus respectivos factores de respuesta relativos.

Las muestras para análisis deben estar en cilindros metálicos o en recipientes de vidrio apropiados, los cuales deben tener al menos el 80 % de su contenido.

7.5 ANÁLISIS DE LA MUESTRA: ANALICE LAS MUESTRAS USANDO LAS CONDICIONES CROMATOGRÁFICAS Y EL PROCEDIMIENTO DESCRITO EN EL NUMERAL 7.

La muestra y la jeringa deben ser enfriadas previamente en un refrigerador a 10°C [50°] antes la extracción de la alícuota de ensayo. Esto es para facilitar la carga de la muestra líquida en la jeringa. Use el número efectivo de carbono (ECN) donde aplique para estimar la concentración de algún componente no identificado y que no está en la tabla de calibración.

NOTA: Ver los ejemplos de cromatogramas en el apéndice D de la norma AHRI⁴⁸.

8. CÁLCULOS Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

El % en peso de cada componente se calcula de la siguiente manera:

$$Wi = \frac{RFFi*Ai*100}{\sum (Ai * RFFi)}; \quad (1)$$

Donde:

Ai = área del pico del componente i

RRFi = factor de respuesta relativo del componente i.

Wi = porcentaje en peso del componente i.

$\sum (Ai * RFFi)$ = suma de todas las áreas de todos los componentes por su respectivo factor de respuesta relativo.

Reporte las concentraciones de los componentes de la muestra al 0.0001% más cercano (o al 1 ppm más cercano). Si los resultados son inferiores a los límites de detección individuales, entonces reporte el valor dado como menor que el límite de detección (DL⁴⁹).⁵⁰ Ver tabla 3.

Tabla 1. Datos de tiempo de retención para impurezas identificadas. No observadas normalmente

Impureza	Tiempo de retención (min)
R-32 ¹	2.37
R-114	4.10
R-290	8.00

Nota: 1. Coeluye con el R-23.

Tabla 2. Componentes del estándar de calibración primario

Componente	Peso Molecular	Refrigerante	Masa adicionada (µg)	Concentración adicionada (ppm)	Concentración total presente (ppm)
R-23	70.0	1.2 mL	3436.0	15.0	
R-13	105.0	1.0 mL	4274.0	19.0	
R-152a	66.0	2.5 mL	6748.0	30.0	
R-22	86.0	3.2 mL	13121.0	50.0	
R-115	136.0	1.2 mL	6650.0	29.0	
R-12	121.0	2.8 mL	13845.0	61.0	
R-133a	118.0	1.1 mL	5332.0	24.0	
R-21	103.0	1.6 mL	6740.0	30.0	
R-30	85.0	5.0 µL	6680.0	29.0	
R-114	170.0	1.3 µL	9061.0	40.0	
R-123a	153.0	5.0 µL	7490.0	33.0	
R-123	153.0	10.0 µL	14750.0	64.0	
R-20	120.0	5.0 µL	7445.0	33.0	
R-113	188.0	10.0 µL	15650.0	68.0	
R-10	154.0	10.0 µL	15950.0	70.0	
R-1120	132.0	5.0 µL	7278.0	32.0	

⁴⁹ DL: Detection Limit
⁵⁰ AHRI. Appendix C for Analytical Procedures For AHRI Standard 700-2014 – Normative. 2008. Parte 8, Table C8-1. Component Statistical Parameters

9. SENSIBILIDAD, EXACTITUD Y PRECISIÓN

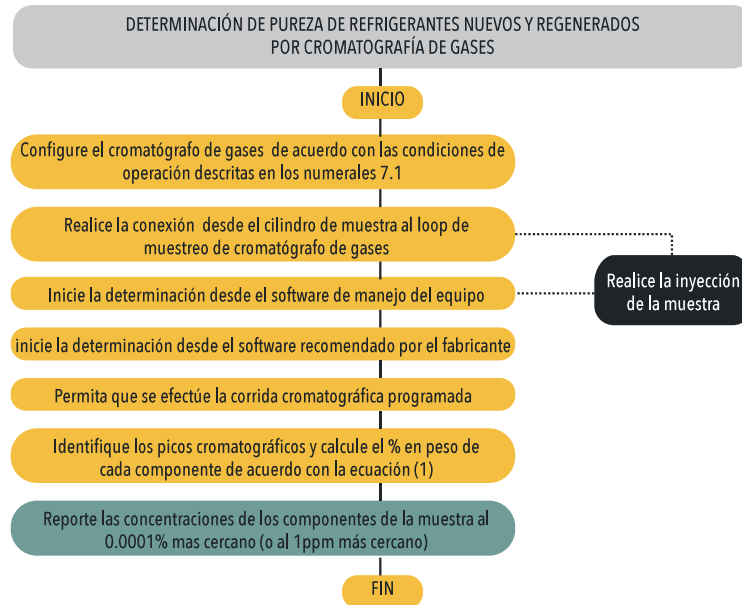
NOTA: El laboratorio debe establecer, mediante ensayos analíticos, los datos de sensibilidad, precisión y exactitud del ensayo, a las condiciones de su laboratorio.

Condiciones establecidas en el estándar AHRI⁵¹:

Los parámetros estadísticos para cada impureza se enumeran en la tabla 1⁵². Los datos se obtuvieron mediante el análisis de una mezcla de calibración de R-123 en siete oportunidades durante un día, por un mismo operador.

10. DIAGRAMA DE FLUJO

El diagrama de flujo del procedimiento de ensayo se muestra a continuación:



⁵¹ AHRI. Appendix C for Analytical Procedures For AHRI Standard 700-2014 – Normative. Parte 1.2008
⁵² AHRI Standard 700-2014, Appendix C, Parte 9

11. CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA

Verifique que el cromatógrafo tenga vigente la calificación operacional. Periódicamente corra un patrón, preferiblemente certificado o de la mejor calidad posible, a las mismas condiciones de un análisis rutinario, e identifique las señales de algunos compuestos claves (no más de seis); verifique la respuesta del equipo con una periodicidad definida.

12. MEDIDAS DE PRECAUCIÓN


Implementos de seguridad: para la realización de este método de ensayo, el analista debe utilizar los elementos de protección personal (EPP) mínimos. Se sugieren: guantes de baqueta, guantes de nitrilo, gafas de seguridad, bata para laboratorio y mascarilla (respirador para vapores orgánicos que cubre media cara).

Equipos de seguridad: debido a que se manejan reactivos peligrosos, es importante que toda manipulación de los mismos se realice bajo una cabina de extracción de vapores y que el laboratorio cuente con el sistema de ventilación óptimo en caso de exposición o derrame.

Manejo de reactivos: antes de manipular los reactivos, el analista debe tener conocimiento de la peligrosidad de estas sustancias. Para tal efecto revise las etiquetas de los productos o remítase a las versiones más reciente de las fichas de datos de seguridad emitidas por los fabricantes.

13. REGISTROS

El formato sugerido para el registro de los datos primarios del ensayo se muestra a continuación.

		HOJA DE TRABAJO No. XX	Versión X
		ANÁLISIS DE RESIDUOS EN REFRIGERANTES NUEVOS Y REGENERADOS	Fecha de elaboración dd/mm/aaaa
		NOMBRE DEL LABORATORIO	Página 1 de 1
Tipo de refrigerante		Código: XXX	
Fecha de ensayo		PROCESO: XXXX	
Firma analista			

CONDICIONES DEL CROMATOGRÁFO DE GASES (Columna empacada).

Temperaturas (°C)				Volumen de muestra: Unidad:	Pesaje del estándar de calibración (R-22 y R-134)		
Detector	Columna (inicial / final)	Inyector	Isotérmico SÍ/NO		Peso inicial del cilindro (g)	Peso final del cilindro (g)	Peso del refrigerante (g)

Tabla de componentes del estándar		
Nombre del componente en el estándar	%	Peso en la muestra
Compuesto 1		
Compuesto 2		
Compuesto 3		
Compuesto X		

Cálculo de % en peso por componente				
Área pico del componente A(i)	*RRF(i)	H=A(i) x RRF(i) x 100	** G=ΣA(i) x RRF(i)	*** W(i)=H/G

* Factor de respuesta Relativo del componente (i).
 ** Suma de todas las áreas de todos los componentes por su respectivo Factor de Respuesta Relativo.
 *** Porcentaje en peso de cada componente del estándar de calibración

14. REFERENCIAS

Partes 7, 8 y 9 del apéndice C para estándares AHRI 700-2014 (formalmente el apéndice C para estándares AHRI 700-2012). 2008. AHRI (AIR-CONDITIONING, HEATING, & REFRIGERATION, INSTITUTE).

Para propósitos de consulta remítase a www.ahrinet.org

Tabla 3. Parámetros Estadísticos de los componentes

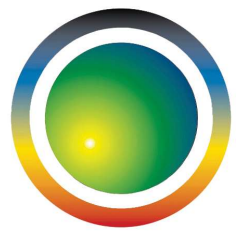
Componente	Límite de detección, ppm	Rango de concentración investigado, ppm	Precisión de concentración al 95% de Limite de Confianza, ppm	Error Medio Relativo, %
Metano	1.0	5	0.07	4.0
R-23	2.0	25	0.07	-2.3
R-1150 (C ₂ H ₄)	1.0	5	0.13	-5.6
R-170 (C ₂ H ₆)	1.0	5	0.10	-4.1
R-13	3.90	30	0.47	-3.8
R-143a	1	25	0.30	3.3
R-152a	1	30	0.63	1.7
R-40	1.0	20	0.37	2.3
R-134a	1.0	45	0.27	-3.3
R-22	2.0	65	1.75	2.7
R-1170 (C ₃ H ₆)	1.0	5	0.10	3.4
R-115	2.0	115	1.67	1.8
R-142b	1.0	20	0.23	-1.3
R-124	1.0	25	0.37	1.8
R-133a	1.0	35	0.23	1.8
R-21	2.0	50	0.83	1.8
R-600a	1.0	20	0.23	-2.8
R-114	2.0	50	0.83	2.0
R-600	2.0	20	0.23	-3.3
R-114	2.0	50	0.83	-3.8
2-Butano	1.0	5	0.06	1.1
R-11	4.0	40	0.87	-4.7
R-123	2.0	35	1.05	1.6
2-Butanol	2.0	20	0.33	1.6
MEK	2.0	25	0.47	-2.3
R-113	2.0	30	0.87	-4.0
n-Pentano	1.0	5	0.25	-3.7

Tabla 4. Estándar de calibración estándar primario

Componente	Peso molecular	Volumen adicionado, µL	Masa adicionada ¹ , µg	Concentración adicionada ² , ppm	Concentración total presente ³ , ppm
Methane	16	20	13.1	5	
R-23	70	22	63.0	23	
C ₂ H ₄	28	12	13.7	5	
C ₂ H ₆	30	11	13.5	5	
R-13	104	20	85.4	31	
R-143a	84	20	68.8	25	
R-152a	66	30	81.0	30	
R-40	50	28	57.8	21	
R134a	102	30	125.1	46	
R-22	86	50	176.9	64	
C ₃ H ₆	42	8	13.7	5	
R115	154	50	315.9	115	
R-142b	100	15	61.7	22	
R-124	136	12	67.0	24	
R-133a	118	20	97.0	35	
R-21	103	32	134.7	49	
Isobutane	58	25	59.3	22	
R.114	170	20	139.8	51	
n-butane	58	25	59.3	22	
2-butene_T	56	6	13.7	5	
R-11 ⁴	137	-	- ⁵	57	
R-123 ⁴	153	-	- ⁵	38	
MEK ⁴	72	-	- ⁵	17	
R-113 ⁴	188	-	- ⁵	27	
2-butanol ⁴	74	-	- ⁵	21	
n-pentane ⁴	72	-	- ⁵	5	

Notas:

1. Si es necesario, corrija la masa adicionada para la pureza del componente de calibración previamente establecido.
2. Los valores mostrados son para ilustrar; los valores exactos se determinan de acuerdo al numeral 9.2.10.
3. La columna para llenar en la determinación de ppm presentes en el stock R-12 (revise la Nota en 9.2.3).
4. Estos componentes son líquidos a temperatura ambiente de laboratorio y se adicionan al bulbo como se describe en 9.2.12 a 9.2.15.
5. Del numeral 9.2.15.



UNIDAD TÉCNICA OZONO
C o l o m b i a

