

Uso de la Tabla P-T Como Herramienta de Servicio



Los fabricantes de refrigerantes, controles y otros proveedores distribuyen una gran cantidad de tablas presión-temperatura cada año. Sería raro encontrar un técnico de servicio que no pueda presentar rápidamente una tabla presión-temperatura.

A pesar de la amplia disponibilidad y aparente referencia a la relación presión-temperatura, solamente unos cuantos técnicos de servicio usan apropiadamente la tabla de P-T al diagnosticar problemas de servicio.

El propósito de este documento es demostrar el uso apropiado de la relación presión-temperatura e ilustrar como puede ser usada para analizar sistemas de refrigeración y aire acondicionado.



Características de la Tabla de P-T:

- Refrigerantes 12, 22, 134a, 407C, 410A
- Análisis Sistemático
- Instrucciones para determinar el recalentamiento
- Tamaño práctico de Bolsillo



ENGINEERING YOUR SUCCESS.

Refrigerante en Tres Formas

Antes de enfocarnos en el uso de la tabla P-T, repasemos brevemente el sistema de refrigeración y examinemos como puede aplicarse la relación presión-temperatura en el servicio de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

En un sistema de refrigeración, el refrigerante existirá en una de las formas siguientes:

1. Líquido
2. Vapor
3. Mezcla de Líquido y Vapor

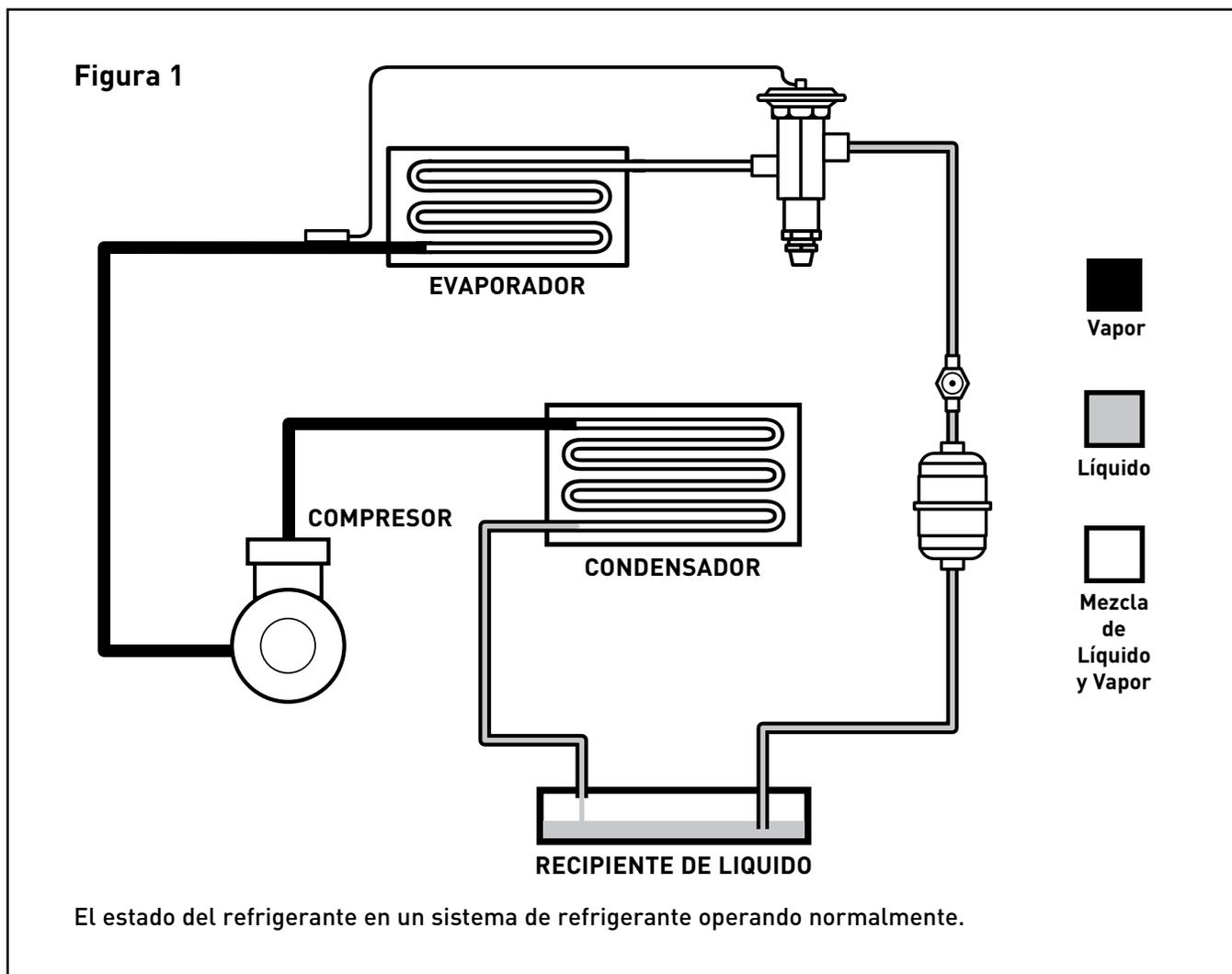
La **figura 1** ilustra el estado en que se encuentra el refrigerante en diversos puntos de un sistema de refrigeración operando normalmente.

Note que el lado de alta contiene refrigerante en las tres condiciones arriba estipuladas. La línea de descarga contiene vapor. El condensador, que contiene una mezcla de vapor y líquido, es donde el vapor se condensa en líquido. La línea entre el condensador y el recipiente usualmente contiene solo líquido, aunque no sería anormal encontrar una mezcla de vapor y líquido.

Dado que el recipiente tiene un nivel de líquido en determinado momento, se debe pensar que tiene una mezcla de vapor y líquido. La línea de líquido que sale del recipiente y continúa hasta la válvula de expansión termostática debe contener solamente líquido.

Frecuentemente se instala un indicador de líquido y humedad, o un visor, en la línea de líquido para ayudar a determinar si el refrigerante líquido está completamente libre de vapor.

El lado de baja del sistema usualmente contendrá refrigerante en solo dos de las tres formas. El lado de baja tiene vapor en la línea de succión y una mezcla de líquido y vapor en la salida de la válvula de expansión termostática hasta cerca de la salida del evaporador.



Cuando se Mantiene la Relación P-T, el Refrigerante está “Saturado”

Es importante recordar que en una tabla P-T, la relación presión-temperatura es válida solamente cuando existe una mezcla de refrigerante líquido y vapor.

Por lo tanto, hay solo tres lugares en el sistema de refrigeración que opera normalmente donde se puede garantizar la validez de la relación P-T. Esto es, en el condensador, el evaporador y el recipiente, lugares

donde se sabe que hay una mezcla de refrigerante líquido y vapor. Cuando el refrigerante líquido y vapor están presentes, la condición se denomina “saturada” o “de saturación.”

Esto significa que si podemos determinar la presión en cualquiera de estos lugares, podemos fácilmente determinar la temperatura simplemente

encontrando la presión en una tabla P-T y leyendo la temperatura correspondiente.

De la misma manera, si podemos medir con precisión la temperatura en esos tres lugares, también se puede determinar la presión usando la relación P-T, encontrando la presión correspondiente a la temperatura medida.

Cuando la Relación P-T No se Cumple, es Indicación de Recalentamiento o Subenfriamiento

En los puntos del sistema donde solo esté presente vapor, la temperatura real estará por encima de la temperatura que es indicada por la relación P-T para la presión medida.

En teoría la temperatura del vapor pudiera ser igual a la temperatura que indica la relación P-T, pero en la práctica siempre es mayor. En este caso, recalentamiento es

la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura correspondiente en la tabla P-T para la presión en ese punto.

Donde se sabe que solamente líquido está presente, como en la línea de líquido, la temperatura medida será un poco menor que la temperatura correspondiente a la presión. En este caso, se llama

subenfriamiento de líquido a la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura correspondiente a la relación P-T.

También, es posible encontrar que la temperatura real medida sea igual a la temperatura equivalente por la relación P-T. En este caso el subenfriamiento es igual a cero.

Analizando Sistemas Reales por Refrigerante Saturado, Subenfriado o Recalentado

La **figura 2** muestra datos de mediciones de condición presión y temperatura en varios puntos de un sistema operando normalmente con R-134a. La temperatura medida en la entrada del evaporador es -7°C . Un manómetro instalado en este punto indica una presión de 18 psi, que en la tabla P-T se lee una temperatura de -7°C . Esto es lo que se debe esperar ya que, cuando están presentes refrigerante líquido y vapor juntos, la relación P-T se cumplirá.

Un manómetro en la línea de succión mide 16 psi. Si en este

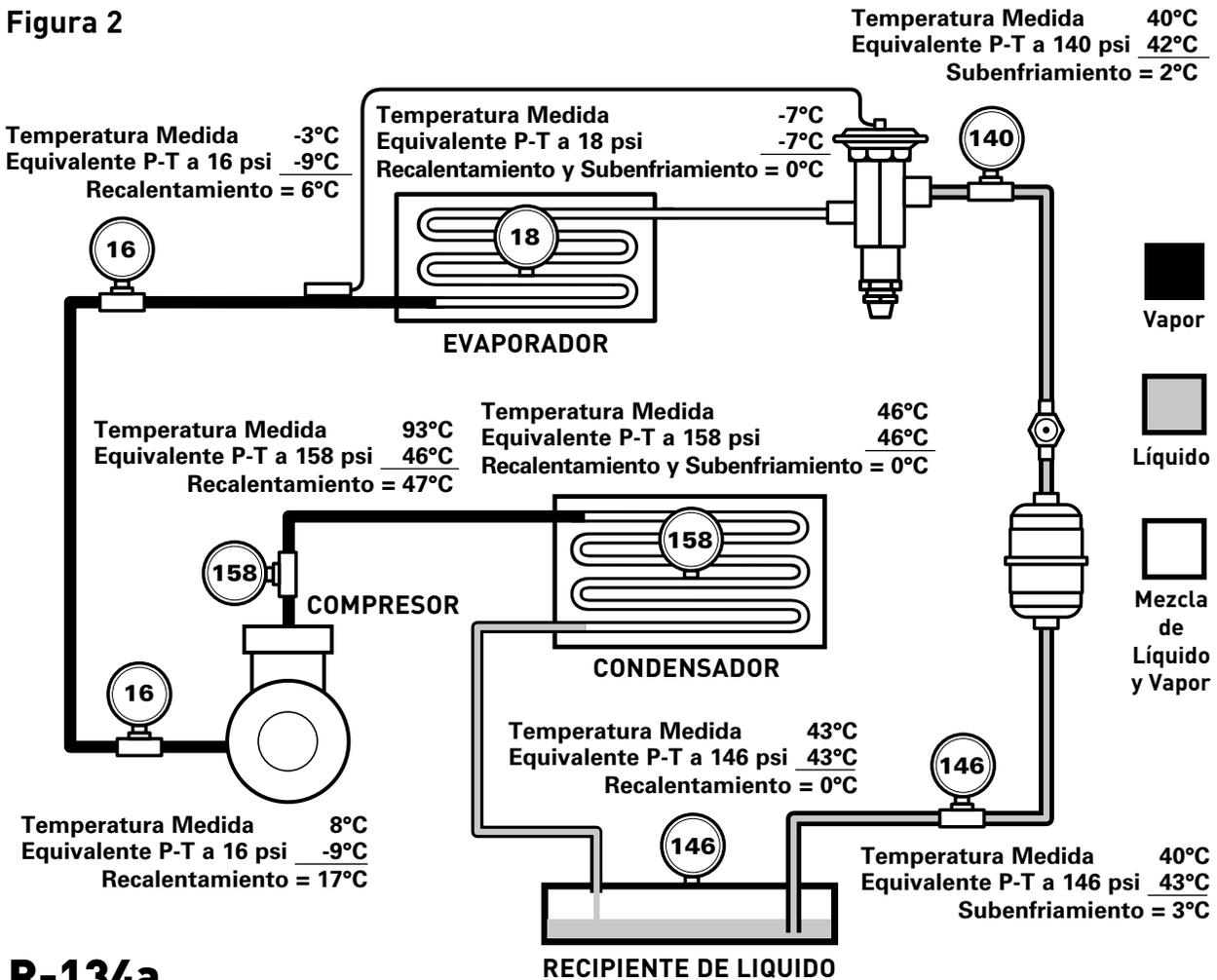
punto hubiera una mezcla de vapor y líquido, la temperatura medida sería la misma que la de la relación P-T ó -9°C . Sin embargo, en este caso la temperatura medida es -3°C . La cantidad de recalentamiento en el vapor es la diferencia entre la temperatura medida de -3°C y la temperatura indicada por la relación P-T de -9°C . Entonces el recalentamiento es de 6°C .

Si medimos 16 psi en la entrada del compresor con una temperatura medida de 8°C , en este punto el recalentamiento es de 17°C ,

calculado restando la temperatura equivalente a 16 psi, -9°C , de la temperatura medida en ese punto de 8°C .

Ahora examinemos el manómetro instalado a mitad de camino en el condensador, este mide 158 psi. Según la relación P-T, la temperatura debería ser de 46°C , que es la misma temperatura que midiéramos si colocamos un termopar en el refrigerante en este punto, donde esta cambiando de vapor a líquido.

Figura 2



R-134a

Ejemplo de medidas de presión-temperatura reales en un sistema operando normalmente.

En otras palabras, no hay ninguna diferencia entre la temperatura medida y la indicada por la relación P-T. También puede decirse que tanto el recalentamiento como el subenfriamiento son cero. Esta condición es llamada "saturación."

En el ejemplo también medimos 158 psi en la línea de descarga del compresor. La temperatura que se mide aquí es 93°C . Calculando el recalentamiento en la misma manera que se calculó en la línea de succión, (diferencia entre la temperatura medida y la temperatura correspondiente por relación P-T), se determina que el recalentamiento es 47°C .

Cuando en un sistema se usa un recipiente de líquido, no puede haber subenfriamiento en la superficie del líquido en el recipiente. Esto se debe a que cuando el líquido y el vapor de refrigerante existen juntos, deben obedecer a la relación P-T, o el refrigerante debe estar "saturado". En el ejemplo la presión medida en el recipiente es de 146 psi, por tanto la temperatura en el recipiente debe ser de 43°C .

Una vez que se forma una columna de líquido sólida, se puede lograr subenfriamiento en el refrigerante bajando su temperatura con intercambiadores líquido succión, subenfriadores, o debido a bajas

temperaturas ambientales alrededor de la línea.

Subenfriamiento es la reducción de la temperatura debajo de la indicada por la relación P-T. En la ilustración de la figura 2, se determinó subenfriamiento de 3°C y 2°C en dos puntos.

Por supuesto, es importante mantener algún subenfriamiento en la línea líquida para evitar la formación de ráfagas o burbujas de gas en la línea y que entren a la válvula de expansión termostática.

Usando la tabla P-T podemos determinar la condición del refrigerante en cualquier punto en

el sistema midiendo la presión y temperatura y siguiendo estas reglas:

A. Están presentes juntos líquido y vapor cuando la temperatura medida corresponde a la relación P-T (en teoría, en estas condiciones es posible tener “líquido saturado” ó “vapor saturado,” pero en términos

prácticos para un sistema en operación normal debe asumirse que algún líquido y algún vapor está presente en estas condiciones).

B. Vapor recalentado está presente si la temperatura medida es superior a la correspondiente en

la relación P-T. La diferencia de temperaturas es la cantidad de recalentamiento.

C. Está presente líquido subenfriado cuando la temperatura medida es inferior a la de la relación P-T. La diferencia representa la cantidad de subenfriamiento.

Limitaciones Prácticas a la Localización de Manómetros

En la ilustración hemos colocado manómetros en puntos en el sistema en donde no siempre es factible hacerlo en una instalación real. Por esto, frecuentemente debemos hacer asunciones y conclusiones cuando trabajamos con un sistema real.

Por ejemplo, normalmente asumimos que la lectura de 158 psi en el manómetro instalado en la línea de descarga del compresor es la misma de la presión que hay en el condensador. Según este razonamiento, llegamos a una temperatura de condensación de 46°C. Si se sospecha que hay una línea de descarga subdimensionada u otras restricciones, no podemos hacer esta asunción y puede ser necesario medir la presión en otros puntos para localizar el área con problemas.

También es práctica común asumir que la presión medida en la válvula de servicio de succión en el compresor es la misma que la presión en la salida del evaporador

en el lugar del bulbo de la válvula de expansión termostática. Esto es particularmente cierto en sistemas acoplados estrechamente siempre que la línea de succión este correctamente dimensionada. Haciendo esta asunción podemos calcular el recalentamiento de la válvula de expansión sin instalar una conexión para medir presión en el lugar del bulbo. Sin embargo, se debe instalar una conexión para medir presión donde está localizado el bulbo, si se quiere eliminar toda duda acerca de la cantidad de caída de presión en la línea de succión y para lograr mayor precisión en el cálculo del recalentamiento.

Se debe tener el cuidado de hacer consideraciones razonables de las caídas de presión en el sistema. Caídas de presión excesivas pueden ser detectadas aplicando los principios de la relación P-T. Por ejemplo, en la Figura 2, con manómetros instalados solamente en la succión y descarga del compresor

y con las lecturas que se indican, una caída de presión excesiva en el evaporador sería indicada por una alta temperatura de, digamos, 10°C, medida en la entrada del evaporador, que correspondería a una presión de aproximadamente 45 psi en ese punto, para una caída de presión de 29 psi desde la entrada del evaporador a la entrada del compresor (45 menos 16).

Mientras que esta caída se considera excesiva en evaporadores de un solo circuito, debe recordarse que los evaporadores multi-circuito usan un distribuidor de refrigerante que crea una caída de presión significativa. Para R-134a, la caída de presión en el distribuidor es cerca de 25 psi. Para R-22 es 35 psi. Esto significa que con el uso de un distribuidor de refrigerante, una temperatura medida entre la salida de la válvula de expansión termostática y la entrada del distribuidor de aproximadamente 10°C sería normal en el sistema ilustrado en la figura 2.

Verificando los Gases No-Condensables

La relación P-T puede ser útil para descubrir la presencia de aire u otros gases no-condensables en el sistema.

Estos se ponen de manifiesto cuando la temperatura en el condensador o en el medio que lo enfría, es mucho menor que la que indica la relación P-T.

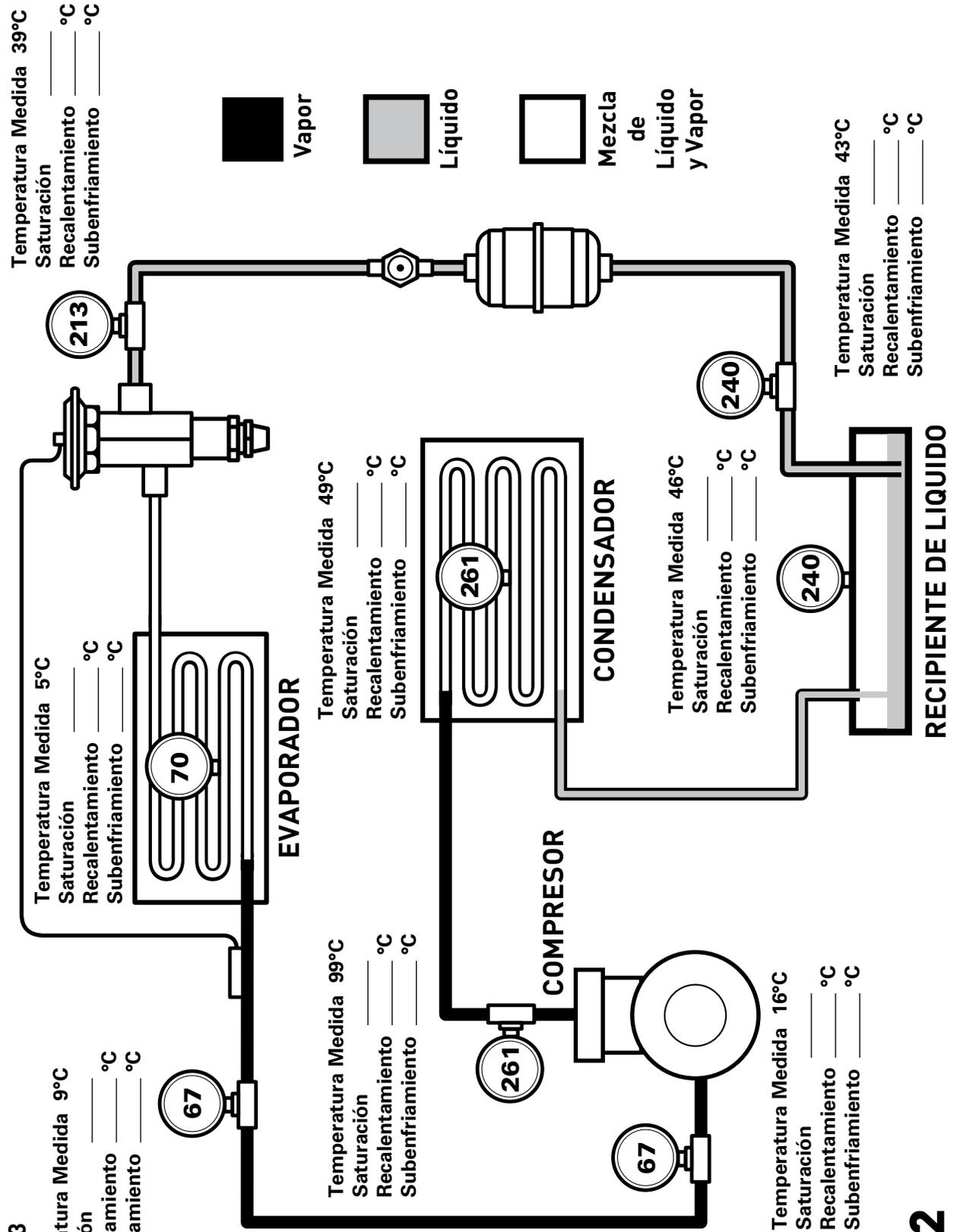
Pruebe Sus Conocimientos de la Relación P-T

La **figura 3** es un ejercicio para probar sus conocimientos de la relación P-T y su uso. Se muestran la presión y temperatura en varios lugares en el sistema. Ponga una marca a la caja que indica la condición del refrigerante en cada punto. En el caso de vapor recalentado o líquido subenfriado, indique la cantidad en el espacio mostrado.

Vacio - Pulgadas de HG <i>Itálica</i>		TABLA PRESION - TEMPERATURA - a nivel del mar												Presión manométrica - psig Negrita		
		REFRIGERANTE (CÓDIGO SPORLAN)			REFRIGERANTE (CÓDIGO SPORLAN)			REFRIGERANTE (CÓDIGO SPORLAN)			REFRIGERANTE (CÓDIGO SPORLAN)			R-22(F)	R-134a(L)	
TEMPERATURA °C	R-22(V)	R-410A(Z)	R-407C(N)	R-12(F)	R-134a(L)	TEMPERATURA °C	R-22(V)	R-410A(Z)	R-407C(N)	R-12(F)	R-134a(L)	R-22(V)	R-410A(Z)	R-407C(N)	R-12(F)	R-134a(L)
-50	10.9	0.4	15.1	18.3	21.1	-10	36.8	68.6	30.9	17.1	14.4	136.8	225.2	155.7	79.7	81.8
-48	8.9	2.1	13.4	17.1	20.0	-9	38.6	71.5	32.6	18.2	15.5	140.8	231.6	160.3	82.3	84.7
-46	6.7	3.9	11.5	15.8	18.9	-8	40.5	74.6	34.4	19.4	16.8	145.0	238.1	165.0	84.9	87.7
-44	4.3	5.8	9.5	14.3	17.6	-7	42.5	77.7	36.3	20.6	18.0	149.3	244.8	169.9	87.6	90.7
-42	1.7	7.9	7.2	12.7	16.2	-6	44.4	80.8	38.2	21.8	19.3	153.8	251.5	174.8	90.4	93.8
-40	0.5	10.1	4.8	11.0	14.7	-5	46.5	84.1	40.2	23.1	20.6	158.2	258.5	179.8	93.2	97.0
-39	1.3	11.3	3.5	10.1	13.9	-4	48.6	87.4	42.2	24.4	22.0	162.8	265.5	184.9	96.0	100.2
-38	2.0	12.5	2.2	9.1	13.0	-3	50.8	90.8	44.2	25.8	23.4	167.4	272.7	190.2	98.9	103.6
-37	2.8	13.7	1.8	8.2	12.1	-2	53.0	94.3	46.4	27.1	24.8	172.1	280.0	195.5	101.9	106.9
-36	3.6	15.1	0.3	7.1	11.2	-1	55.2	97.9	48.6	28.6	26.3	177.0	287.5	200.9	105.0	110.4
-35	4.5	16.5	1.0	6.1	10.3	0	57.5	101.6	50.9	30.0	27.8	181.9	295.1	206.4	108.0	113.9
-34	5.3	17.9	1.8	5.0	9.3	1	59.9	105.3	53.1	31.5	29.3	186.9	302.8	212.0	111.2	117.6
-33	6.2	19.3	2.6	3.9	8.2	2	62.4	109.1	55.6	33.0	30.9	192.0	310.7	217.8	114.4	121.2
-32	7.1	20.8	3.4	2.7	7.2	3	64.9	113.1	58.0	34.6	32.6	197.2	318.7	223.6	117.6	125.0
-31	8.1	22.4	4.3	1.5	6.1	4	67.4	117.1	60.5	36.2	34.3	202.3	326.9	229.5	121.0	128.8
-30	9.1	24.0	5.2	0.2	4.9	5	70.0	121.2	63.1	37.8	36.0	207.8	335.2	235.6	124.4	132.7
-29	10.1	25.7	6.1	0.48	3.7	6	72.7	125.5	65.8	39.5	37.8	213.3	343.7	241.7	127.8	136.7
-28	11.2	27.4	7.0	1.14	2.4	7	75.5	129.8	68.5	41.2	39.6	218.9	352.4	248.0	131.3	140.8
-27	12.2	29.2	8.0	1.81	1.1	8	78.3	134.2	71.3	43.0	41.5	224.5	361.2	254.4	134.9	144.9
-26	13.4	31.0	9.0	2.51	0.1	9	81.2	138.7	74.1	44.8	43.5	230.3	370.1	260.9	138.5	149.2
-25	14.5	32.9	10.1	3.2	0.8	10	84.1	143.3	77.1	46.6	45.4	236.2	379.3	267.5	142.2	153.5
-24	15.7	34.8	11.2	4.0	1.5	11	87.1	148.0	99.8	48.5	47.5	242.2	388.6	274.2	146.0	157.9
-23	17.0	36.8	12.3	4.7	2.2	12	90.2	152.8	103.2	50.4	49.6	248.3	398.0	281.0	149.8	162.4
-22	18.2	38.8	13.5	5.5	3.0	13	93.3	157.7	106.8	52.4	51.7	254.5	407.7	288.0	153.7	167.0
-21	19.5	41.0	14.7	6.3	3.8	14	96.5	162.7	110.4	54.4	53.9	260.8	417.5	295.0	157.7	171.7
-20	20.9	43.1	15.9	7.2	4.6	15	99.8	167.8	114.1	56.5	56.1	267.2	427.4	302.2	161.7	176.4
-19	22.3	45.4	17.2	8.0	5.4	16	103.2	173.0	117.9	58.6	58.4	273.7	437.6	309.5	165.9	181.3
-18	23.6	47.7	18.6	8.9	6.3	17	106.6	178.4	121.7	60.7	60.8	280.3	447.9	317.0	170.0	186.2
-17	25.1	50.1	19.9	9.8	7.2	18	110.1	183.8	125.7	62.9	63.2	287.1	458.5	324.5	174.3	191.2
-16	26.6	52.5	21.4	10.8	8.1	19	113.7	189.4	129.7	65.2	65.7	293.9	469.2	332.2	178.6	196.4
-15	28.2	55.0	22.8	11.8	9.1	20	117.3	195.1	133.8	67.5	68.2	300.9	480.1	340.0	183.0	201.6
-14	29.8	57.6	24.3	12.8	10.1	21	121.1	200.8	138.0	69.8	70.8	308.0	491.2	347.9	187.4	206.9
-13	31.5	60.2	25.9	13.8	11.1	22	124.9	206.8	142.3	72.2	73.5	315.2	502.5	356.0	192.0	212.3
-12	33.2	63.0	27.5	14.8	12.2	23	128.8	212.8	146.7	74.6	76.2	322.5	514.0	364.2	196.6	217.8
-11	35.0	65.7	29.1	15.9	13.3	24	132.7	218.9	151.1	77.1	79.0	329.9	525.7	372.5	201.3	223.4

Para determinar Subenfriamiento para R-407C use los valores de PUNTO DE EBULLICION (temperaturas mayores que 10°C - Fondo Gris);
 Para determinar Recalentamiento para R-407C use los valores de PUNTO DE ROCIO (temperaturas de 10°C y menores).

Figura 3



R-22

⚠ ADVERTENCIA - RESPONSABILIDAD DEL USUARIO

Una falla o selección incorrecta o uso indebido de los productos descritos en este Boletín o artículos relacionados pueden causar la muerte, lesiones personales y daños a la propiedad.

Este documento y cualquier otra información de Parker Hannifin Corporation, sus subsidiarias y distribuidores autorizados proveen productos u opciones de sistemas para investigaciones más adelante por usuarios con conocimientos técnicos.

El usuario, a través de su propio análisis y pruebas, es el único responsable de hacer la selección final del sistema y sus componentes asegurándose que los requerimientos de desempeño, durabilidad, mantenimiento, seguridad y precauciones de la aplicación se cumplan. El usuario debe analizar todos los aspectos de la aplicación, seguir estándares aplicables de la industria y seguir la información concerniente al producto en el catálogo vigente y en cualquier otro material proporcionado por Parker, sus subsidiarias o distribuidores autorizados.

En la medida en que Parker, sus subsidiarias o distribuidores autorizados proporcionen componentes u opciones de sistemas en base a información o especificaciones dadas por el usuario, el usuario es responsable que la información y especificaciones sean adecuadas y suficientes para todas las aplicaciones y que los usos de los componentes o sistemas sean razonablemente previsibles.

OFERTA DE VENTA

Los artículos descritos en este documento quedan ofrecidos para la venta por Parker Hannifin Corporation, sus subsidiarias o distribuidores autorizados. Esta oferta y su aceptación se rigen por disposiciones establecidas en detalle en la "Oferta de Venta" disponible en www.parker.com.



Parker Hannifin Corporation

Sporlan Division

206 Lange Drive • Washington, MO 63090 USA

phone 636 239 1111 • fax 636 239 9130

www.sporlan.com