



El equipo AC 03.1 demuestra de forma clara el funcionamiento de una bomba de calor aire/agua.

El sistema consta de: compresor, bomba de circulación, válvula reguladora de caudal, depósito acumulador, condensador, filtro/deshidratador, válvula de expansión y evaporador con ventilador, medidores de caudal de agua, sensores de temperatura y presión con display en los puntos estratégicos del circuito.

Con este completo equipo didáctico, se puede estudiar con claridad el aprovechamiento del calor ambiental, para calentar agua.

El refrigerante, absorbe el calor ambiental al pasar por el evaporador con ventilador, y posteriormente lo transfiere al agua en el condensador.

El depósito acumulador de agua caliente, está equipado con un intercambiador de calor interno, que puede ser conectado a la red, para intercambiar energía con el flujo de agua corriente.

El calor absorbido por el agua en el condensador, pasa al acumulador de agua caliente, donde esta energía calorífica, puede ser intercambiada con el flujo de agua corriente.

El sistema también está preparado para trabajar en circuito abierto, es decir, el agua de la red puede entrar directamente al condensador, con lo que tenemos calentamiento instantáneo.

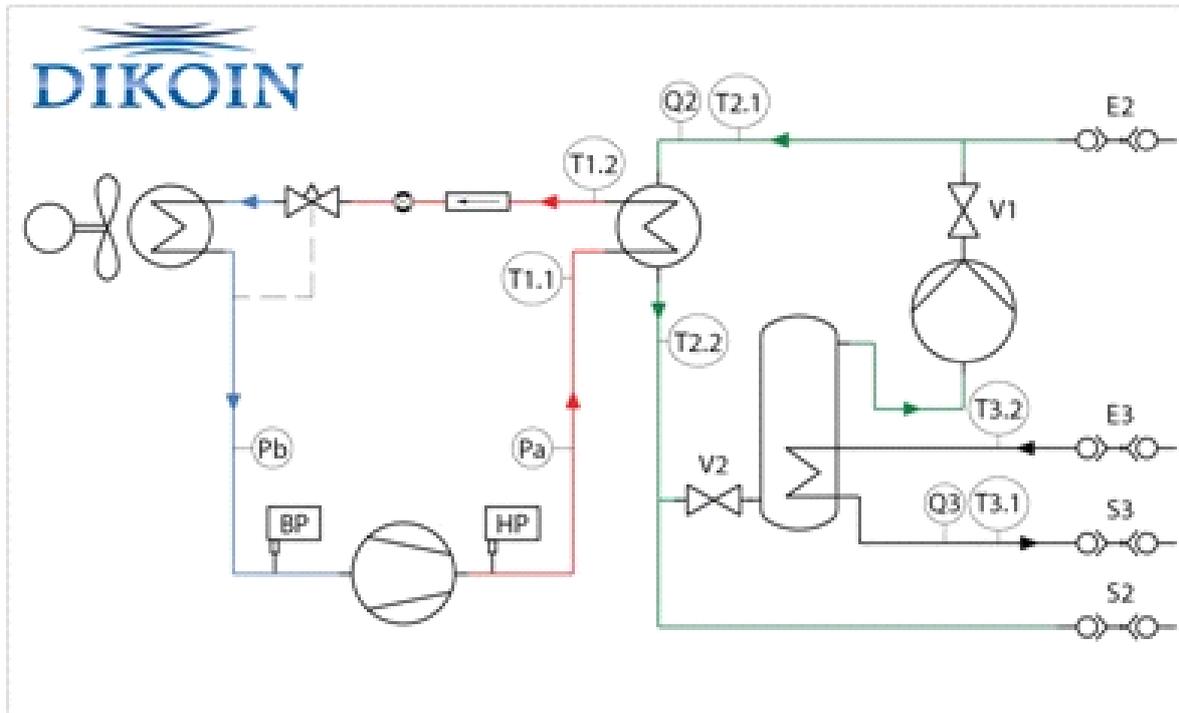
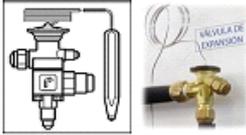


Diagrama del equipo.

<p>DIKOIN AC 03.1 DEMOSTRACIÓN BOMBA DE CALOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • COMPRESOR <p>El compresor, corazón del equipo, es del tipo hermetico alternativo para baja temperatura, con una potencia de 533W. Va hermetizado con la misión de un compresor es impulsar el refrigerante por todo el sistema, aspirándolo en forma de gas a baja presión y enviándolo al condensador a alta presión, manteniendo una presión y temperatura bajas en el evaporador, favoreciendo de esta forma el efecto de refrigeración.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • VÁLVULA DE EXPANSIÓN <p>Para el control del sistema frigorífico se ha instalado una válvula de expansión mecánica convencional.</p> <p>Una válvula de expansión termostática es un mecanismo de expansión capaz de producir una pérdida de carga tal entre la salida del condensador y la entrada del evaporador del sistema frigorífico para que el refrigerante vuelva a las condiciones de temperatura y presión mecánicas para absorber calor en el evaporador. De esta forma se controla el caudal de dicho refrigerante en estado líquido que no se evapora en el evaporador y el sobrecalentamiento que debe mantenerse a la salida del mismo evaporador.</p> <p>Para poder realizar este cometido, la válvula dispone de dos componentes unidos mediante un capilar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Una membrana, se encarga de abrir y cerrar el pequeño orificio de la válvula, controlando el caudal. <p style="text-align: right;">7</p>	<p>DIKOIN AC 03.1 DEMOSTRACIÓN BOMBA DE CALOR</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Un bulbo sensor de temperatura, que debe colocarse en aspiración del compresor, evitando de esta forma la temperatura en cada momento, adaptándose al flujo másico a las necesidades de cada momento.  <ul style="list-style-type: none"> • VISOR DE LÍQUIDO <p>El visor de líquido sirve para controlar de forma rápida las condiciones del refrigerante en fase líquida, la regularidad del caudal y la ausencia de humedad en el circuito. También permite la inspección del retorno del aceite al cárter del compresor.</p> <p>En su borde, al aparecer burbujas, indica que hay una evaporación parcial del refrigerante a lo largo del circuito (flash-gas).</p> <p>Con el fin de controlar la humedad en el circuito, el visor dispone de un elemento que varía de color en caso de presencia de humedad, pasando, generalmente, del verde al amarillo.</p>  <p style="text-align: right;">8</p>	<p>DIKOIN AC 03.1 DEMOSTRACIÓN BOMBA DE CALOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • FILTRO DESHIDRATADOR <p>En todo sistema de refrigeración, el refrigerante y el aceite recorren el circuito cientos de veces al día. Si dentro del circuito se ha dejado cualquier tipo de suciedad o contaminante e, incluso, residuos de humedad, éstos circularán con aquejlos y finalmente se presentarán problemas de funcionamiento en la válvula de expansión o daños en el propio compresor (son los dos elementos mecánicos del sistema de refrigeración). Sabemos que el refrigerante y el aceite deben mantenerse, en todo momento, limpios y libres de humedad para evitar que se produzcan obstrucciones; para ello la solución ideal es la instalación de un filtro deshidratador, que seque el sistema eliminando la humedad y sirva de freno al transporte de contaminantes en el circuito.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • PRESOSTATOS <p>Presostatos de alta y baja presión. La misión de un presostato es un equipo a presión es controlar y regular la presión del circuito. Son, por lo tanto, elementos de seguridad.</p> <p>El correspondiente a alta presión parará el compresor cuando la presión en el lado de alta se eleve por encima de un valor determinado y previene de esta forma la aparición de daños en el equipo.</p> <p>Análogamente, el de baja presión detiene el funcionamiento del equipo cuando la presión de baja desciende de un valor determinado.</p> <p>Ambos están conectados a la entrada (baja) y salida (alta) del compresor. También se han instalado máxímetros en los que es posible controlar las presiones de alta y baja del sistema en cada momento.</p>  <p style="text-align: right;">9</p>
--	---	---

En el manual se explican los diferentes componentes que forman parte del circuito.

DIKOIN

AC 03.1 DEMOSTRACIÓN BOMBA DE CALOR

5.2. BALANCE ENERGÉTICOS

5.2.1. FUNDAMENTO TEÓRICO

La potencia consumida por la instalación calefáctica viene dada por la suma del consumo del evaporador y el compresor. La calculamos a través de la siguiente expresión:

$$P_{\text{Consumida (W)}} = \dot{V}_{\text{ref}} \cdot \zeta_{\text{ev}} \cdot 542 \text{ W/m}^3 + (\dot{V}_{\text{comp}} \cdot \zeta_{\text{comp}} \cdot 542 \text{ W/m}^3)$$

El equipo dispone de bombas para la lectura de la intensidad de corriente en cada situación.

De no disponer de instrumento para su lectura podemos considerar que la intensidad media de consumo toma el siguiente valor:

$$I = 1.40.4$$

Otros datos a emplear:

$T_{\text{ev}} = T_{\text{cond}} = 230\text{K}$
 $\text{COP}_{\text{ev}} = 0.9$
 $\text{COP}_{\text{comp}} = 0.7$

Por otro lado la potencia útil para calentar agua será el resultado de la siguiente expresión:

$$P_{\text{útil}} = \dot{Q} = \dot{V} \cdot (\rho \cdot c_p \cdot \Delta T)$$

La energía la obtenemos midiendo el tiempo tardado en alcanzar dicho incremento de temperatura:

$$E = P \cdot \Delta t \quad (\text{Joules})$$

Comparando los resultados calculados con los de consumo de la instalación calculamos "coeficiente de rendimiento", COP:

$$\text{COP} = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{consumida}}}$$

*Es necesario jugar con unidades, W, m³/h, l/s, A, s ...
*Equivalencias: 1 kJ = 0,24 kcal; 1 J/s = 1 W

25

DIKOIN

AC 03.1 DEMOSTRACIÓN BOMBA DE CALOR

5.2.2. CIRCUITO ABIERTO

METODO

Con esta práctica vamos a estudiar el rendimiento de la instalación en **círculo abierto**, para ello:

- Conectamos el circuito hidráulico para su uso en **círculo abierto** (véase apartado 4.2)
- Ponemos en marcha la instalación frigorífica.
- Para cada caudal de funcionamiento Q2 podemos orientar la práctica en dos direcciones:
 - ✓ (A) Fijar un tiempo determinado y tomar las temperaturas a la entrada, T2.1 y salida del condensador, T2.2.
 - ✓ (B) Fijar un intervalo de temperaturas a alcanzar entre la entrada y salida del condensador ΔT y registrar el tiempo necesario para alcanzarlo.
- Variamos el caudal y repetimos el proceso.
- Rellenamos las tablas con los datos obtenidos y obtenemos las gráficas de resultados estudiando el rendimiento del sistema en función del caudal de agua de trabajo empleado.

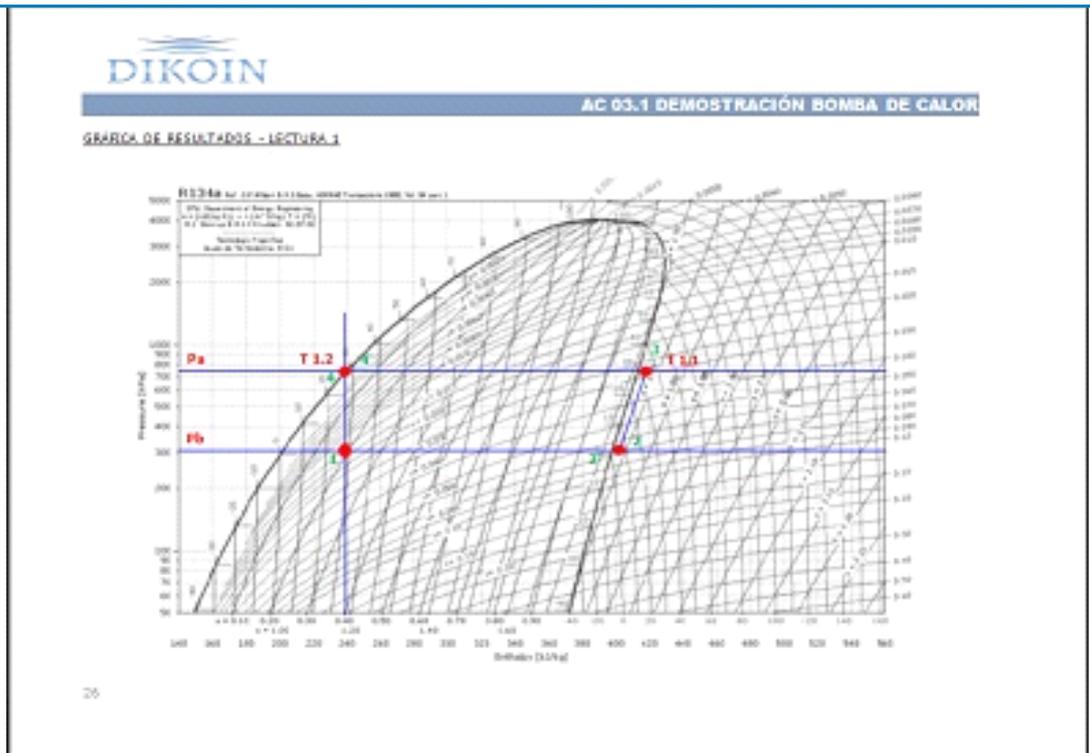
Nota 1: Si repetimos el proceso conectando el equipo en distintas épocas del año obtendríamos resultados distintos, la razón es que tanto la temperatura del agua de red como la del ambiente del local varían en función de la estación en la que nos encontramos.

Nota 2: Es aconsejable entrar la instalación entre lectura y lectura para obtener unos correctos resultados.

NOTA IMPORTANTE: El apague y encendido del compresor en repetidas ocasiones puede ocasionar el deterioro del mismo.

25

El manual de prácticas muestra y explica todos los fundamentos teóricos, así como las fórmulas matemáticas utilizadas para la realización de toda la experimentación.



Durante las prácticas, los resultados obtenidos se representan en el diagrama de Mollier. P-h.



AC 03.1 DEMOSTRACIÓN BOMBA DE CALOR

4.2. FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO. CIRCUITO ABIERTO

- Con la instalación frigorífica en funcionamiento se hace necesaria una toma de agua de red.
- Conectamos el equipo al agua de red a través de esa manguera mediante la entrada E2



- También necesitamos un desagüe próximo o en su caso algún depósito o recipiente donde recoger el agua que, al ser un circuito abierto, vamos a desechar.
- Conectamos la segunda manguera a la salida S2. El extremo opuesto lo situamos en un desagüe.



- Con las válvulas V1 y V2 cerradas, abrimos el agua de red viendo como el agua comienza a circular por la instalación.



13



AC 03.1 DEMOSTRACIÓN BOMBA DE CALOR

- Observamos el caudal de funcionamiento en el caudalímetro dispuesto (Q2) y lo regulamos con la válvula dispuesta en la toma de red.



- En los displays T2.1 y T2.2 se pueden ver respectivamente las temperaturas antes y después del intercambio de calor en el condensador.



- Realizamos las prácticas correspondientes, descritas a continuación para este tipo de circuito.

14



AC 03.1 DEMOSTRACIÓN BOMBA DE CALOR

4.3. FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO. CIRCUITO CERRADO

LLENADO DEL CIRCUITO DEL ACUMULADOR

Los primeros pasos son iguales que para trabajar con el circuito abierto:

- Necesitamos una toma de agua de red.
- Conectamos el equipo al agua de red a través de esa manguera mediante la entrada E2.



- También necesitamos un desagüe próximo o en su caso algún depósito o recipiente donde recoger el agua que, al ser un circuito abierto, vamos a desechar.
- Conectamos la segunda manguera a la salida S2. El extremo opuesto lo situamos en un desagüe.



- Abrimos las válvulas V1 y V2 y también el purgador situado sobre el caudalímetro.



15

El manual de usuario muestra claramente y con gran cantidad de imágenes, todo el proceso a seguir para el manejo del equipo.

PRÁCTICAS REALIZABLES

- Estudio del funcionamiento de una bomba de calor.
- Estudio de los componentes principales de la bomba de calor.
- Representación de los procesos termodinámicos reversibles.
- Control de las temperaturas y presiones en el proceso.
- Aprovechamiento del calor acumulado.
- Balances energéticos:
 - En circuito abierto.
 - En circuito cerrado.

DATOS TÉCNICOS**Refrigerante**

- R134a

Compresor

- Potencia: 533 W
- Cilindrada: 6,1 cm³
- Intensidad nominal: 1,58 A
- Máxima intensidad: 2,23 A
- Tensión nominal: 220-240V

Evaporador

- Evaporador de aletas con ventilador
- Potencia: 380W

Ventilador del evaporador

- Tensión nominal: 230 V
- Velocidad nominal: 1500 rpm
- Caudal de aire: 250 m³ /h

Caudalímetros

- Escala: 35-350 l/h

Condensador

- Intercambiador de tubos concéntricos.

Acumulador

- Acumulador de agua caliente con intercambiador interno
- Capacidad: 5,5l.
- Circulación en circuito de agua caliente mediante bomba circuladora.

APARATOS DE MEDIDA

- Sensores de temperatura:
 - Entrada y salida de refrigerante en condensador.
 - Entrada y salida de agua en condensador.
 - Entrada y salida de agua en serpentín de acumulador.
- Presiones:
 - Entrada y salida de refrigerante en compresor.
- Caudales:
 - Caudal de agua sobre condensador.
 - Caudal de agua sobre serpentín de acumulador.

MODOS DE FUNCIONAMIENTO

- Calentamiento con acumulación de calor en depósito de agua.
- Calentamiento directo del agua de red con intercambiador agua-refrigerante.

REQUERIMIENTOS

- *Alimentación eléctrica: 230V/50Hz.*
- * Otras características de corriente eléctrica disponibles.
- *Toma de agua corriente.*
- *Desagüe.*

Nota: La imagen mostrada podría no corresponder con exactitud con el equipo suministrado.