



UF0566: Eficiencia energética en las instalaciones de climatización en los edificios

Certificado de Profesionalidad
ENAC0108 - Eficiencia energética de edificios



ENAC0108 > MF1194_3 > UF0566

**Eficiencia energética en las
instalaciones de climatización en
los edificios.
ENAC0108**

Antonio Jesús Mendoza Ramírez

ic editorial

Eficiencia energética en las instalaciones de climatización en los edificios. ENAC0108

Autor: Antonio Jesús Mendoza Ramírez

1ª Edición

© IC Editorial, 2014

Editado por: IC Editorial

C.I.F.: B-92.041.839

c/ Cueva de Viera, 2, Local 3 Centro Negocios CADÍ

29200 ANTEQUERA, Málaga

Teléfono: 952 70 60 04

Fax: 952 84 55 03

Correo electrónico: iceditorial@iceditorial.com

Internet: www.iceditorial.com

IC Editorial ha puesto el máximo empeño en ofrecer una información completa y precisa. Sin embargo, no asume ninguna responsabilidad derivada de su uso, ni tampoco la violación de patentes ni otros derechos de terceras partes que pudieran ocurrir. Mediante esta publicación se pretende proporcionar unos conocimientos precisos y acreditados sobre el tema tratado. Su venta no supone para **IC Editorial** ninguna forma de asistencia legal, administrativa ni de ningún otro tipo.

Reservados todos los derechos de publicación en cualquier idioma.

Según el Código Penal vigente ninguna parte de este o cualquier otro libro puede ser reproducida, grabada en alguno de los sistemas de almacenamiento existentes o transmitida por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de IC EDITORIAL; su contenido está protegido por la Ley vigente que establece

penas de prisión y/o multas a quienes intencionadamente reprodujeren o plagiaren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica.

ISBN: 978-84-16271-44-3

Nota de la editorial: IC Editorial pertenece a Innovación y Cualificación S. L.

Presentación del manual

El **Certificado de Profesionalidad** es el instrumento de acreditación, en el ámbito de la Administración laboral, de las cualificaciones profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales adquiridas a través de procesos formativos o del proceso de reconocimiento de la experiencia laboral y de vías no formales de formación.

El elemento mínimo acreditable es la **Unidad de Competencia**. La suma de las acreditaciones de las unidades de competencia conforma la acreditación de la competencia general.

Una **Unidad de Competencia** se define como una agrupación de tareas productivas específica que realiza el profesional. Las diferentes unidades de competencia de un certificado de profesionalidad conforman la **Competencia General**, definiendo el conjunto de conocimientos y capacidades que permiten el ejercicio de una actividad profesional determinada.

Cada **Unidad de Competencia** lleva asociado un **Módulo Formativo**, donde se describe la formación necesaria para adquirir esa **Unidad de Competencia**, pudiendo dividirse en **Unidades Formativas**.

El presente manual desarrolla la Unidad Formativa **UF0566: Eficiencia energética en las instalaciones de climatización en los edificios**,

perteneciente al Módulo Formativo **MF1194_3: Evaluación de la eficiencia energética de las instalaciones en edificios**,

asociado a la unidad de competencia **UC1194_3: Evaluar la eficiencia energética de las instalaciones de edificios,**

del Certificado de Profesionalidad **Eficiencia energética de edificios.**

Índice

Portada

Título

Copyright

Presentación del manual

Índice

Capítulo 1 Fundamentos termodinámicos de la refrigeración

1. Introducción
2. Termodinámica de los ciclos de refrigeración
3. Higrometría
4. Diagrama psicrométrico
5. Resumen

Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 2 Instalaciones de climatización

1. Introducción
2. Definiciones y clasificación de las instalaciones
3. Partes y elementos constituyentes
4. Análisis funcional
5. Equipos de generación de calor y frío
6. Elementos constituyentes de una bomba de calor
7. Grupos autónomos de tratamiento de aire
8. Torres de refrigeración
9. Depósitos de inercia
10. Equipos de absorción

11. Bombas de calor geotérmicas
 12. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 3 Redes de transporte

1. Introducción
 2. Ventiladores. Tipos y características
 3. Redes de conductos
 4. Aislamiento térmico de conductos
 5. Compuertas. Tipos y características
 6. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 4 Equipos terminales de climatización

1. Introducción
 2. Unidades de tratamiento de aire (UTA)
 3. Unidades terminales
 4. Rejillas y difusores
 5. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 5 Regulación y control de instalaciones de calor y frío

1. Introducción
 2. Control de instalaciones de climatización
 3. Telegestión
 4. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 6 Diseño eficiente de las instalaciones de climatización

1. Introducción
2. Eficiencia en la generación de frío

3. Eficiencia en la distribución: redes de conductos
 4. Eficiencia en el control de instalaciones
 5. Contabilización de consumos
 6. Enfriamiento gratuito
 7. Recuperación de energía
 8. Limitaciones en la utilización de la energía convencional
 9. Calidad térmica del ambiente
 10. Calidad e higiene del aire interior
 11. Calidad del ambiente acústico
 12. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 7 Rendimiento y eficiencia energética de los elementos de las instalaciones de climatización

1. Introducción
 2. Aparatos de medida
 3. Mediciones energéticas
 4. Rendimiento de generadores de frío
 5. Rendimiento y eficiencia energética de ventiladores
 6. Rendimiento y eficiencia energética de unidades terminales
 7. Equipo de recuperación de energía
 8. Registro de consumos
 9. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Bibliografía

Capítulo 1

Fundamentos termodinámicos de la refrigeración

1. Introducción

Los sistemas de refrigeración son sistemas que intercambian calor con el medio que los rodea. Para esto es necesario realizar una serie de procesos físicos que dará lugar a dicho intercambio de calor, así como a un intercambio de trabajo. Las máquinas frigoríficas generan calor a costa de consumir energía mecánica, al contrario que los motores térmicos, que generan energía mecánica a cambio de consumir calor. Son numerosas las formas de trabajo en los sistemas de refrigeración, por lo que el presente capítulo se centrará en las más importantes y que sirven de base para el resto.

Una cuestión muy importante en climatización es el estudio de la humedad del ambiente. Este hecho, frecuentemente olvidado, contribuye al bienestar de las personas, así como al diseño de los equipos a utilizar. Para analizar la humedad del aire existe una serie de magnitudes, en algunas ocasiones complejas de averiguar, por lo que es muy usual acudir a tablas y diagramas para facilitar dicho trabajo.

2. Termodinámica de los ciclos de refrigeración

La producción de frío es básicamente un fenómeno térmico de absorción de calor donde la fuente de calor es el objeto o el espacio que se quiere enfriar. En otras palabras, no se trata de suministrar frío, sino de sustraer calor a dicho objeto o espacio. En este contexto cabe preguntarse: ¿qué es la termodinámica?



Definición

Termodinámica

Parte de la física que estudia los estados de equilibrio, definidos por magnitudes que dependen del tamaño del sistema, como la energía interna, la entropía o el volumen, y por magnitudes que no dependen del tamaño del sistema, como la temperatura y la presión.

Existen numerosos procedimientos para generar frío, pero básicamente todos los procesos de refrigeración se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Procesos químicos:** se basan en el uso de ciertas disoluciones de sales en agua u otros disolventes. Estas disoluciones pueden alcanzar temperaturas de hasta $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, absorbiendo gran cantidad de calor del medio que las rodea. Estos procesos no son procesos continuos, es decir, no se trata de ciclos termodinámicos, y no tienen mucha aplicación práctica, salvo para trabajos de laboratorio.
- **Procesos físicos:** la generación de frío mediante procesos físicos se basa en el descenso de

temperatura que se consigue durante ciertos fenómenos físicos, como por ejemplo la expansión de un fluido.

En la práctica, los procesos físicos son los generalmente usados para refrigeración. Estos procesos se dividen a su vez en los siguientes:

- **Sistemas basados en la elevación de la temperatura de un fluido frigorígeno:** esta forma de generar frío consiste en la disolución de ciertas sales en agua, como puede ser el nitrato de amonio. Estas disoluciones, a determinadas concentraciones, producen una salmuera en la que la temperatura puede descender hasta los $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Esta salmuera o fluido frigorígeno es utilizada para captar calor del producto a enfriar.
- **Sistemas basados en la expansión adiabática de un fluido gaseoso:** en estos sistemas, un gas se expande sin intercambiar calor con el medio que lo rodea, por lo que realiza un trabajo a costa de disminuir su temperatura.
- **Sistemas basados en el cambio de estado de una sustancia:** estos sistemas dependen del calor generado en el cambio de estado, y se dividen a su vez en:
 - **Sistemas por fusión:** la sustracción de calor del objeto o espacio a refrigerar se utiliza para pasar una sustancia de estado sólido a estado líquido.
 - **Sistemas por sublimación:** en este caso se utiliza el paso de estado sólido a estado gaseoso.
 - **Sistemas por vaporización:** engloba todos los procesos en los que un líquido pasa a estado gaseoso al absorber calor del objeto o espacio a

enfriar. Dentro de estos sistemas hay que distinguir dos casos:

- **Circuito abierto:** también llamado de **vaporización directa**, en el que el fluido absorbe calor hasta pasar a vapor, no volviéndose a utilizar.
- **Circuito cerrado:** a diferencia del anterior, el fluido evaporado se recupera y vuelve a estado líquido para su reutilización en un ciclo termodinámico.

Ambos ciclos de refrigeración requieren un aporte de energía externa, así como fluidos que vaporicen a bajas presiones.



Sabía que...

Los sistemas basados en el cambio de estado de una sustancia por fusión eran muy utilizados hasta la aparición de la refrigeración artificial. Así, por ejemplo, se refrigeraban las antiguas bodegas de vino.



Actividades

1. Buscar ejemplos sobre los sistemas físicos usados en refrigeración.
 2. Buscar alguna aplicación en la que se utilicen procesos químicos para generar frío.
-

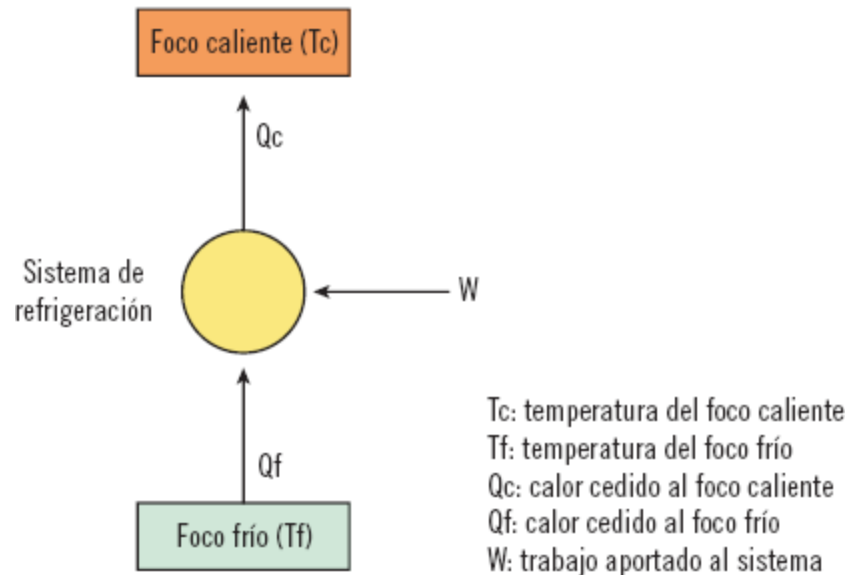
Todos los procesos físicos utilizados para refrigeración son ciclos termodinámicos, entendiéndose como tal cualquier

serie de procesos termodinámicos en la que el sistema parte de una situación inicial, realiza dichos procesos y vuelve a dicha situación inicial. En estos procesos termodinámicos existe una variación de las propiedades termodinámicas del sistema, que son:

- **Presión (P):** del fluido caloportador, ya sea líquido o gaseoso. La presión se mide en pascales (Pa) o en atmósferas (atm).
- **Entropía (S):** parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo. La entropía se mide en julios por Kelvin (J/K).
- **Volumen (V):** del fluido caloportador, ya sea líquido o gaseoso. El volumen se mide en metros cúbicos (m^3) o en litros (l).
Nota: un litro es la milésima parte de un metro cúbico.
- **Entalpía (H):** cantidad de energía que un sistema puede intercambiar con su entorno. La entalpía se mide en Julios (J).
- **Temperatura (T):** del fluido caloportador y de los focos. La temperatura se mide en grados Kelvin (K).
Nota: un grado Kelvin equivale a 273 grados centígrados.

En todo ciclo termodinámico existirán al menos dos focos de temperatura, un foco frío, a menor temperatura, y un foco caliente, a mayor temperatura. En los ciclos de refrigeración, el calor se transmitirá siempre desde el foco frío hacia el foco caliente.

Esquema de una máquina térmica



Siendo:

- **Tc:** temperatura del foco caliente.
- **Tf:** temperatura del foco frío.
- **Qc:** calor cedido al foco caliente.
- **Qf:** calor cedido al foco frío.
- **W:** trabajo aportado al sistema.



Recuerde

En los sistemas de refrigeración el calor se transmitirá desde el foco frío hacia el foco caliente. De manera natural el calor fluye por sí solo desde el foco caliente hacia el foco frío.

2.1. Leyes de la termodinámica

Existen cuatro leyes de la termodinámica, las cuales se han de cumplir en todo ciclo termodinámico:

Ley cero de la termodinámica

La ley cero de la termodinámica, también llamada **ley de equilibrio térmico**, enuncia que dos cuerpos que se encuentran a la misma temperatura están en equilibrio térmico, no produciéndose intercambio de calor entre ellos.



Ejemplo

Si se vierte agua caliente en un vaso frío, el agua se enfriará, mientras que el vaso se calentará, hasta que ambos tengan la misma temperatura. En este momento se encontrarán en equilibrio térmico, no habiendo intercambio de calor entre ellos.

Primera ley de la termodinámica

También llamada **principio de conservación de la energía**, indica que la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma en otro tipo de energía. En este contexto hay que aclarar que tanto el calor como el trabajo son tipos de energía. De hecho, se define la cantidad de calor (Q) absorbida por un sistema como el cambio en su energía interna que no se debe al trabajo.

$$Q = \Delta U + W$$

Siendo:

- **Q:** calor absorbido.
- **ΔU :** incremento de energía interna.
- **W:** trabajo.



Ejemplo

Al calentar una olla exprés llena a la mitad de agua, al transmitir calor al interior de la olla, se generará vapor. El calor que se transmite a la olla se invierte en aumentar la energía interna del agua, que pasa de estado líquido a vapor, y en realizar un trabajo sobre las paredes de la olla y haciendo girar la válvula de seguridad.



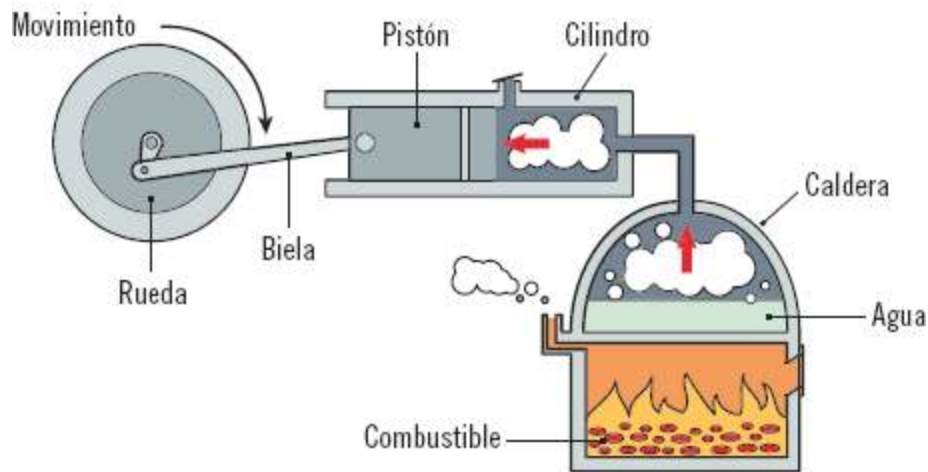
Olla exprés, ejemplo de la primera ley de la termodinámica

Segunda ley de la termodinámica

Esta ley especifica que solamente se puede realizar un trabajo mediante el paso del calor de un cuerpo con mayor temperatura a uno con menor temperatura. El calor fluye

espontáneamente desde los focos calientes hacia los focos fríos, hasta alcanzar el equilibrio. Con esto se deduce que, para que el calor fluya desde los focos fríos hacia los focos calientes, habrá que aplicar trabajo al sistema.

Locomotora a vapor, ejemplo de la segunda ley de la termodinámica



Ejemplo

En una locomotora a vapor, una caldera genera vapor, el cual pasa de la caldera, a muy alta temperatura, al exterior, a temperatura ambiente, atravesando un pistón sobre el que genera un trabajo.

Tercera ley de la termodinámica

Por último, la tercera ley enuncia que no existe ningún proceso capaz de reducir la temperatura de un sistema al cero absoluto en un número finito de pasos. El cero absoluto equivale a cero grados Kelvin, es decir, a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Recuerde

En termodinámica es muy usual medir la temperatura en grados Kelvin (K). Para pasar de grados centígrados a grados Kelvin basta sumar 273.

$$0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273\text{ K.}$$

2.2. Procesos termodinámicos

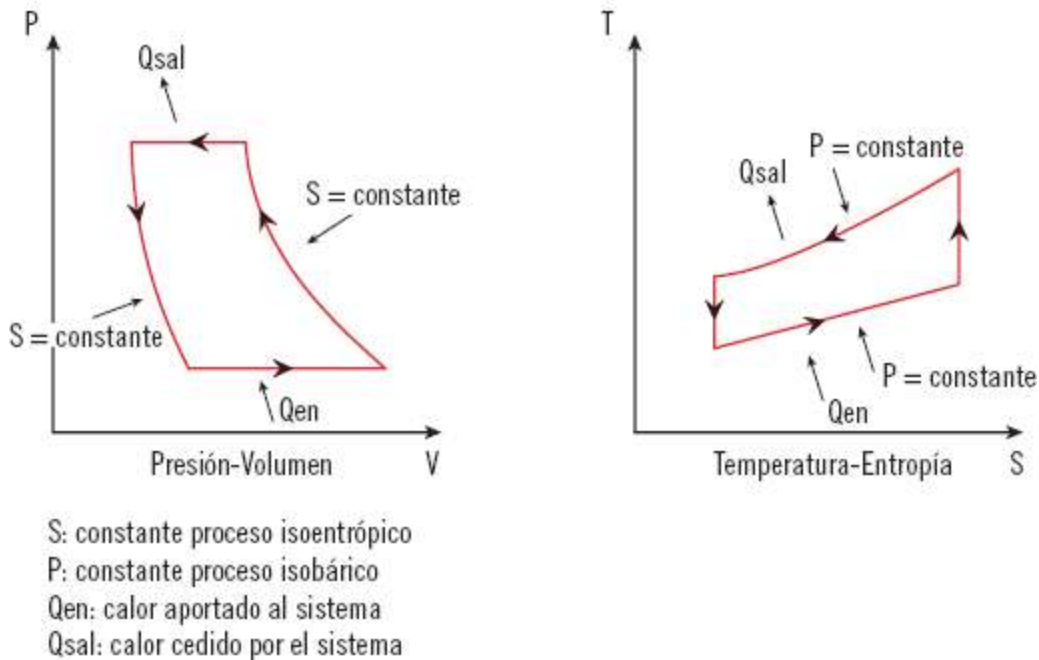
Como ya se ha comentado, un ciclo termodinámico es una sucesión de procesos termodinámicos, partiendo de un estado inicial y volviendo a dicho estado inicial. Existen infinitud de procesos termodinámicos, según varíen las propiedades del sistema. Sin embargo, hay que diferenciar varios procesos termodinámicos característicos en los ciclos termodinámicos:

- **Proceso isotérmico:** proceso en el que no varía la temperatura del fluido caloportador.
- **Proceso isócoro o isocórico:** proceso en el que no varía el volumen del fluido caloportador.
- **Proceso isobárico:** proceso en el que no varía la presión del fluido caloportador.
- **Proceso adiabático:** proceso en el que no hay transferencia de calor entre el fluido caloportador y los focos.
- **Proceso isoentálpico:** proceso en el que no varía la entalpía.

En termodinámica es muy común el uso de diagramas. Para representar los ciclos termodinámicos se usan

principalmente dos tipos de diagramas: diagramas presión-volumen, P-V, y diagramas temperatura-entropía, T-S.

Diagrama P-V y T-S de un ciclo termodinámico



Siendo:

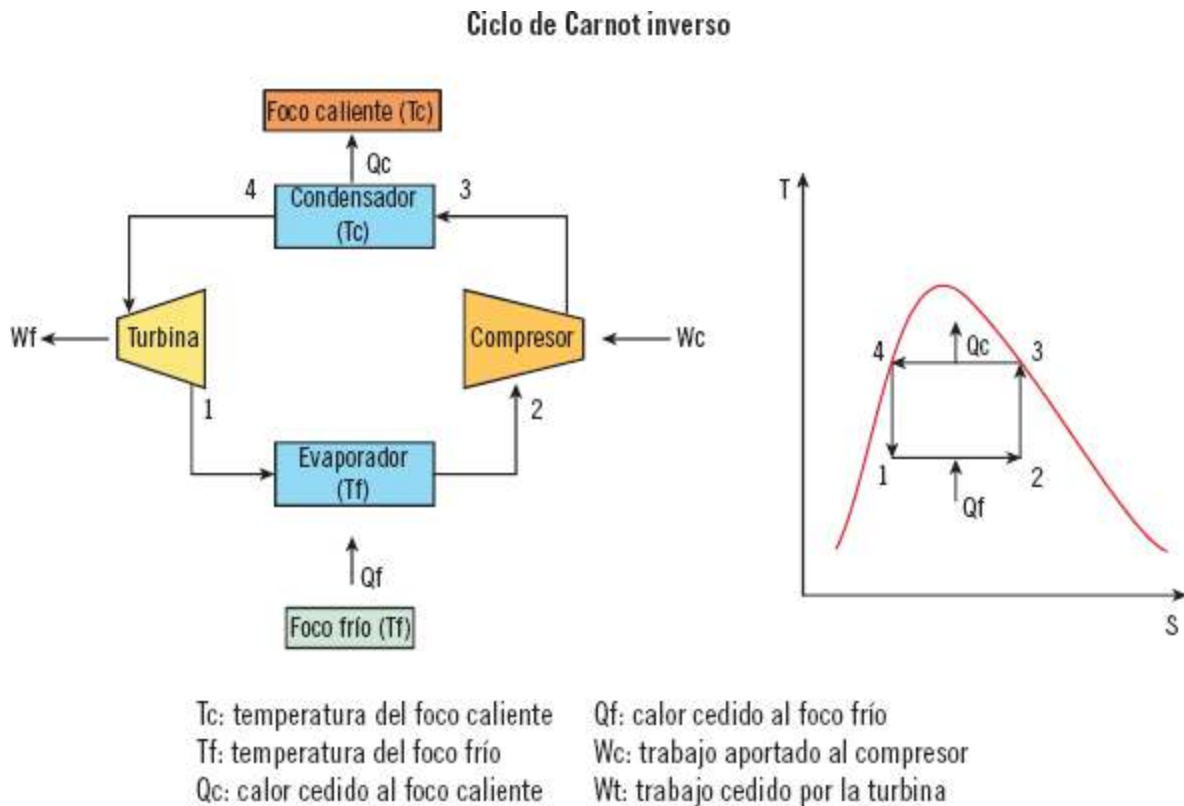
- **S:** constante proceso isoentrópico.
- **P:** constante proceso isobárico.
- **Q_{en}:** calor aportado al sistema.
- **Q_{sal}:** calor cedido por el sistema.

2.3. Ciclos de refrigeración

A continuación se analizarán brevemente los ciclos termodinámicos usados en refrigeración.

Ciclo de Carnot inverso

El ciclo de Carnot para refrigeración es el ciclo más básico. Para realizar este ciclo se utiliza un fluido compresible, el cual cambiará de estado. Las diferentes etapas de este ciclo se representan en la siguiente figura:



Siendo:

- **T_c** : temperatura del foco caliente.
- **T_f** : temperatura del foco frío.
- **Q_c** : calor cedido al foco caliente.
- **Q_f** : calor cedido al foco frío.
- **W_c** : trabajo aportado al compresor.
- **W_f** : trabajo cedido por la turbina.

Analizando el ciclo, se distinguen los siguientes procesos:

- **1-2: Expansión isotérmica:** el fluido entra al evaporador en estado líquido y se pasa a vapor casi en su totalidad, absorbiendo una cantidad de calor Q_f del recinto a refrigerar, es decir, del foco frío. Todo el proceso ocurre a temperatura constante T_f .
- **2-3: Compresión adiabática:** el fluido aumenta su presión y temperatura, llegando a la temperatura del foco caliente T_c . Durante esta compresión, el fluido pasa totalmente a vapor. Para elevar la presión del fluido es necesario aportar trabajo al sistema; sin embargo, durante este proceso no se produce intercambio de calor.
- **3-4: Compresión isotérmica:** el fluido entra en el condensador en estado gaseoso, pasando a estado líquido y cediendo una cantidad de calor Q_c al foco caliente. Durante este proceso no varían ni la presión ni la temperatura.
- **4-1: Expansión adiabática:** el fluido en estado líquido se expande en la turbina, disminuyendo su presión y su temperatura hasta la temperatura T_f del foco frío. Como resultado de esta expansión, una pequeña parte del fluido se vaporiza. Durante el proceso, el sistema cede trabajo a través de la turbina, no habiendo intercambio de calor.

El ciclo de Carnot es un ciclo ideal y reversible. Es imposible reproducirlo en la práctica debido, entre otras cosas, a los rendimientos internos del compresor y la turbina. Su utilidad radica en que es el ciclo de mayor eficiencia energética, ya que requiere el mínimo trabajo en el compresor y su eficiencia solo depende de la diferencia de temperatura entre los focos. Es por esto que se utiliza para comparar el rendimiento de los distintos ciclos.



Importante

El ciclo de Carnot es un ciclo ideal, es decir, teórico. La eficiencia energética del ciclo de Carnot es la máxima que se puede conseguir. Ningún otro ciclo representa una eficiencia mayor al ciclo de Carnot.



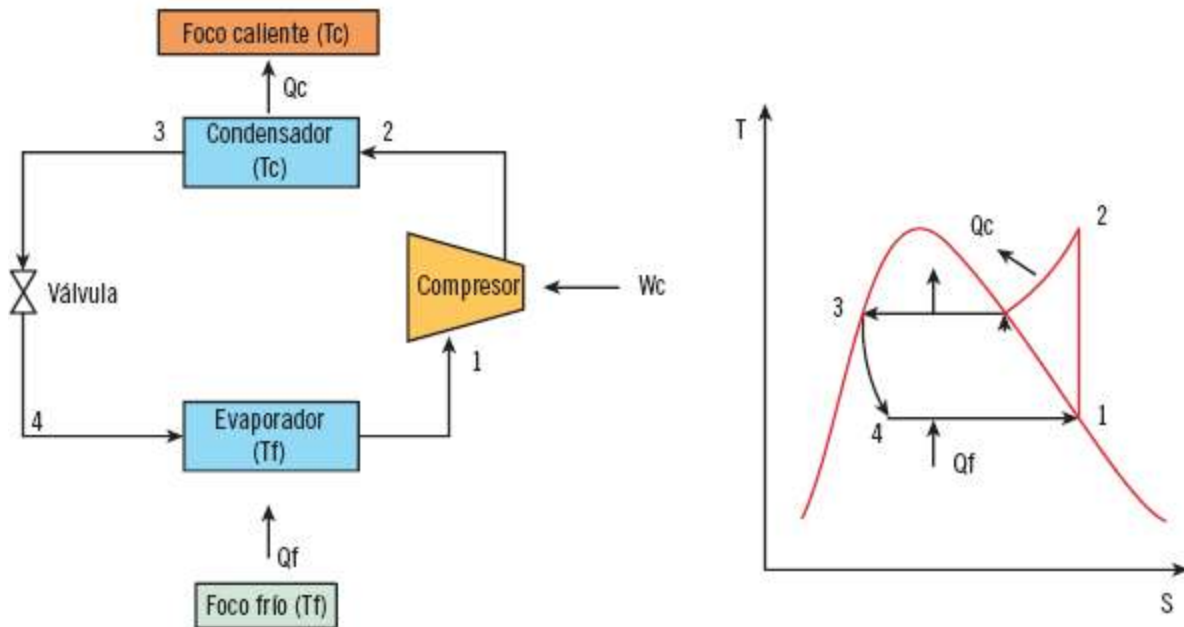
Actividades

3. ¿Por qué al ciclo de Carnot para refrigeración se le denomina “ciclo inverso” y “ciclo reversible”?
-

Ciclo de refrigeración por compresión

En la práctica, los ciclos que utilizan fluidos compresibles difieren en varios aspectos del ciclo ideal de Carnot. Las diferentes etapas de estos ciclos se representan en la siguiente figura:

Ciclo de refrigeración por compresión



T_c : temperatura del foco caliente
 T_f : temperatura del foco frío
 Q_c : calor cedido al foco caliente
 Q_f : calor cedido al foco frío
 W_c : trabajo aportado al compresor

Siendo:

- **T_c** : temperatura del foco caliente.
- **T_f** : temperatura del foco frío.
- **Q_c** : calor cedido al foco caliente.
- **Q_f** : calor cedido al foco frío.
- **W_c** : trabajo aportado al compresor.

Describiendo la figura, se distinguen los siguientes procesos:

- **1-2: Compresión adiabática:** el fluido llega al compresor en estado vapor saturado, a diferencia del ciclo de Carnot, en el que el fluido llegaba al compresor parte líquido parte vapor. Gracias al trabajo

aplicado al compresor, se eleva la presión del sistema sin intercambio de calor. A la vez se aumenta la temperatura por encima de la temperatura del foco caliente T_c , hecho que no ocurría en el ciclo de Carnot.

- **2-3: Condensación isobárica:** el fluido llega al condensador como vapor saturado, donde primero ha de enfriarse hasta la temperatura del foco caliente, y luego cambia de estado vapor a líquido, cediendo la cantidad de calor Q_c al foco caliente. Durante este proceso la presión se mantiene constante.
- **3-4: Expansión isoentálpica:** el fluido en forma líquida llega a la válvula de expansión, donde disminuye su presión y su temperatura hasta la temperatura del foco frío T_a . Durante este proceso, parte del fluido cambia a estado gaseoso. A diferencia del ciclo de Carnot, se ha sustituido la turbina por una válvula de expansión, ya que el trabajo obtenido por una turbina es mucho menor que el necesario en el compresor, siendo más económico instalar dicha válvula, aunque no se aproveche el trabajo.
- **4-1: Evaporación isobárica:** el fluido entra en el evaporador parcialmente evaporado, procurando que la mayor parte sea líquido. De esta forma se asegura que el fluido tome la mayor cantidad posible de calor Q_a del foco frío. Este proceso se produce a temperatura y presión constantes.



Aplicación práctica

Los equipos de aire acondicionado más simples están formados por una unidad exterior y una o varias unidades interiores. Estos equipos trabajan según el ciclo de refrigeración por

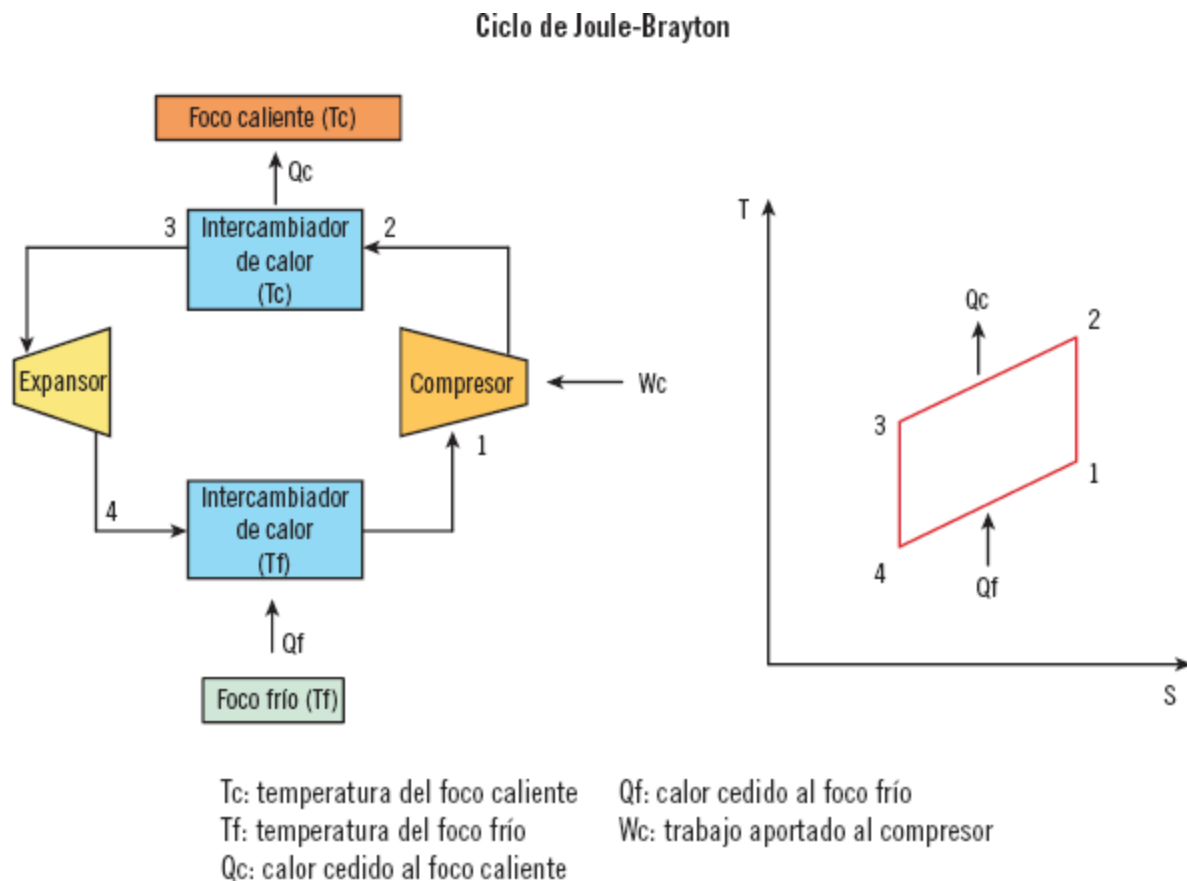
compresión. En este tipo de equipos, ¿qué elementos irán en el interior y en el exterior?

SOLUCIÓN

Generalmente, la unidad exterior incluye el compresor, el condensador y la válvula de expansión. El evaporador se encontrará en la unidad interior.

Ciclo de Joule-Brayton

A diferencia del ciclo de Carnot, en este ciclo el fluido caloportador utilizado es aire. Las diferentes etapas del ciclo teórico se describen en la siguiente figura:



Siendo:

- **T_c**: temperatura del foco caliente.
- **T_f**: temperatura del foco frío.
- **Q_c**: calor cedido al foco caliente.
- **Q_f**: calor cedido al foco frío.
- **W_c**: trabajo aportado al compresor.

Analizando la figura, se pueden distinguir los siguientes procesos termodinámicos:

- **1-2: Compresión adiabática:** el aire se comprime mediante un compresor, debiendo aportar energía externa al sistema para el funcionamiento de este. Esta compresión es un proceso isoentrópico en el que el aire se calienta.
- **2-3: Enfriamiento isobárico:** en este proceso el aire se enfría, cediendo calor al foco caliente. La presión del aire permanecerá constante.
- **3-4: Expansión adiabática:** el aire proveniente del cambiador de calor se expande, ya sea en una máquina de pistón o en una turbina. El trabajo realizado en dicha máquina puede ser aprovechado. Este proceso se realiza sin intercambio de calor.
- **4-1: Calentamiento isobárico:** el aire a baja temperatura absorbe calor del foco frío. Dicho proceso se realiza a presión constante.

El ciclo descrito es un ciclo ideal, ya que en la práctica el trabajo necesario para la compresión es mayor y el trabajo obtenido en la expansión es menor. Esto es debido a los rendimientos internos tanto del compresor como de la turbina o la máquina de pistón.

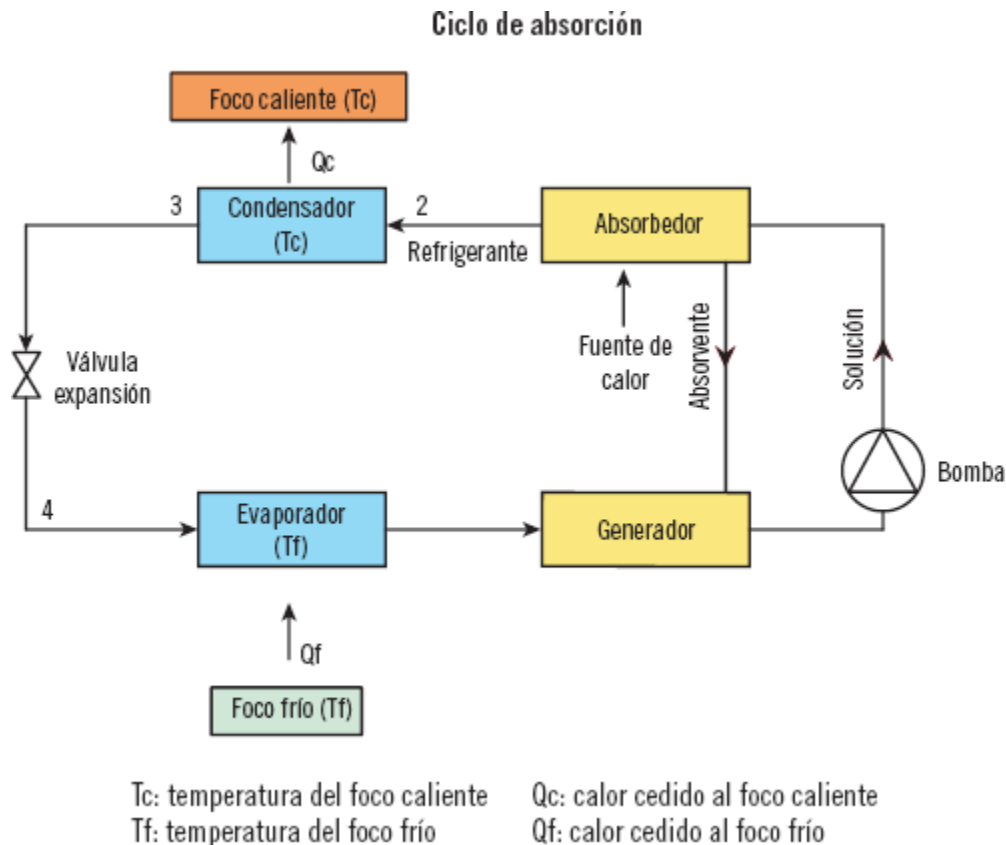


Recuerde

El ciclo de refrigeración por compresión utiliza un fluido compresible y el ciclo de Joule-Brayton utiliza aire.

Otros ciclos de refrigeración

Existen otros muchos ciclos de refrigeración, la mayoría basados en el ciclo de compresión de vapor, salvo sustituyendo algunos de sus procesos por otros de efectos similares. Es el caso, por ejemplo, del ciclo de absorción. Este ciclo aprovecha las propiedades de algunas sustancias, como el bromuro de litio, de absorber otra sustancia, como el agua, en estado vapor. Otra de las posibilidades es usar el agua como sustancia absorbente y amoníaco como sustancia absorbida. En este ciclo se sustituye la compresión mecánica por una absorción del vapor en líquido.



Siendo:

- **T_c**: temperatura del foco caliente.
- **T_f**: temperatura del foco frío.
- **Q_c**: calor cedido al foco caliente.
- **Q_f**: calor cedido al foco frío.



Nota

Existen numerosos ciclos de refrigeración, además de los expuestos. Algunos de ellos realizan los mismos procesos de los ciclos básicos, pero en varias etapas. Ejemplo de esto son los sistemas con compresión múltiple, en los que la compresión consta de dos o más etapas.



Actividades

4. Buscar en el entorno equipos de refrigeración (aire acondicionado, frigorífico, etc.) e intentar deducir su ciclo termodinámico.
 5. ¿Sería posible el uso de placas solares para calentar el agua necesaria para el ciclo de absorción? Investigar sobre esta aplicación solar.
-

3. Higrometría

La higrometría es la parte de la física que se encarga de la medición de la humedad atmosférica. El aire siempre contiene una cierta cantidad de humedad, es decir, está compuesto por una mezcla de aire seco y vapor de agua. La higrometría es la característica del aire que transporta el vapor de agua.

El vapor de agua puede encontrarse en varios estados:

- **Vapor saturado:** es aquel estado de vapor que no admite más evaporación, correspondiendo a cada valor de presión un valor único de temperatura. El vapor saturado puede ser húmedo o seco, según se encuentre o no parte de líquido mezclado con el vapor.
- **Vapor sobrecalentado:** es aquel estado de vapor por encima de la temperatura correspondiente a vapor saturado, admitiendo más evaporación.