

E-4. Frío solar. Refrigeración por absorción-adsorción

Objetivo general

Los objetivos de actuación dentro del área de la energía son minimizar las emisiones de gases a la atmósfera (CO_2 , SO_2 y NO_x) mediante el máximo abastecimiento energético a partir de sistemas de energías renovables y a través de la reducción de la demanda a partir de estrategias de captación solar, acumulación energética, bajo consumo y gestión eficaz de los mecanismos.

Objetivo 1: Minimización de la demanda energética de edificios

Este objetivo persigue reducir al máximo la demanda energética de los edificios mediante el máximo abastecimiento a partir de estrategias de captación solar, acumulación energética, bajo consumo y gestión eficaz de los mecanismos..

Contribución de impactos medioambientales

La minimización de la demanda energética de edificios contribuye a la reducción de sus impactos medioambientales asociados, que son:

- **Agotamiento de los recursos naturales (sobre explotación de combustibles fósiles):** El agotamiento de los recursos naturales es fruto de una sobreexplotación de las materias primas, derivada de unos hábitos de consumo no sostenibles. El agotamiento de las materias primas no renovables, tales como los combustibles fósiles, supone un impacto irreversible por lo que su sobreexplotación tienen efectos difícilmente recuperables desde el punto de vista del desarrollo sostenible.

Estrategias de diseño

La incorporación de esta tecnología a los edificios responde a la aplicación de las siguientes estrategias de diseño dentro del área de actuación de la energía:

- **Eficiencia del equipamiento tecnológico:** Selección y uso de los equipamientos y las instalaciones de los edificios vivienda basados en criterios de eficiencia energética y mínimo impacto medioambiental

Tecnologías

Existen dos tecnologías para la producción de frío solar:

Refrigeración por absorción:

La máquina de absorción es una bomba de calor, es decir, es un equipo que permite traspasar energía de una fuente a baja temperatura a otra fuente a alta temperatura con un pequeño consumo de energía adicional. A diferencia de las bombas de calor eléctricas, la energía aportada es térmica, por lo que, son adecuadas para acoplarlas con colectores solares (para facilitar conceptos se trata de una compresión térmica en lugar de una compresión mecánica). Su funcionamiento se basa en la capacidad de determinadas sustancias para absorber un fluido refrigerante.

En función del fluido refrigerante y absorbente, las máquinas de absorción pueden dividirse en:

- Bromuro de litio: Agua (refrigerante) y bromuro de litio (absorbente).
- Amoníaco: Amoníaco (refrigerante) y agua (absorbente).

La eficiencia de las máquinas de absorción en producción de refrigeración viene determinada por la relación entre el frío producido y la energía térmica empleada para producirlo. Este parámetro se denomina Coeficiente of Performance (COP).

Se puede distinguir entre las máquinas de absorción de simple efecto y las de doble efecto. Las de doble efecto requieren agua sobrecalentada (120 - 190 °C) o vapor para su funcionamiento (3 - 10 bar), mientras que las de simple efecto pueden funcionar con agua caliente (80 - 95 °C).

En función de este parámetro vendrá condicionada la tecnología de colectores solares apropiada para suministrar la energía térmica que la máquina de absorción precisa para su funcionamiento. En el caso de las máquinas de simple efecto la utilización de colectores planos selectivos o colectores CPC (Compound Parabolic Collector) ofrecen un buen aprovechamiento de la energía solar, y el coste respecto a otras tecnologías es significativamente más económico. Sin embargo, para la conexión a máquinas de doble efecto es preciso considerar colectores parabólicos con seguimiento solar. Hoy en día hay máquinas de absorción de doble efecto que permiten el apoyo de energía solar a T^a menor a 100 °C, utilizando la energía de los colectores solares en el intercambio y no en el generador de la máquina.

Actualmente, los sistemas de refrigeración solar basados en máquina de simple efecto son competitivos frente a sistemas de compresión eléctrica convencionales. En el caso de equipos de doble efecto, aunque existe un sobrecoste en la inversión, las ventajas energéticas y medioambientales son significativas.

Refrigeración por absorción. Tecnologías de triple fase sin refrigerante:

La tecnología patentada de triple fase de absorción permite conseguir un almacenamiento e integración de la energía de forma eficiente. El proceso alterna un ciclo entre tres estados de agregación – sólido, líquido y gaseoso – permitiendo una potencia continua de refrigeración o de calefacción.

Estos equipos pueden operar en tres modos diferentes – carga, calefacción y refrigeración. El modo de carga almacena energía secando una sal (Cloruro de Litio - LiCl) que puede ser utilizada posteriormente cuando sea necesario.

Es importante resaltar que la máquina puede cargar y descargar simultáneamente. Esto quiere decir que siempre puede recibir energía térmica y al mismo tiempo suministrar calor o frío (calefacción y refrigeración). El sistema también puede calentar simultáneamente agua caliente sanitaria (ACS) o una piscina.

Las máquinas de absorción modular que se distinguen de las máquinas estándar de absorción de tipo bromuro de litio básicamente en tres aspectos:

- Cuentan con un depósito almacén interno en cada uno de los dos acumuladores. De esta forma la máquina puede almacenar energía química con una gran densidad. Esta energía puede ser utilizada por consiguiente tanto para refrigerar como para calentar. Es importante señalar que lo que se almacena es energía química, y no energía térmica.
- Funcionan de manera intermitente con dos acumuladores en paralelo (Barril A y Barril B).
- Han sido diseñadas para emplear unas temperaturas relativamente bajas, con lo que está optimizado para su empleo con colectores térmicos solares. También funcionan con una temperatura estable en el interior de los acumuladores, lo que permite un uso eficaz de los colectores térmicos solares.

Refrigeración por adsorción:

A diferencia de las máquinas de absorción, en las de adsorción para aire acondicionado y refrigeración, en vez de un absorbente líquido se utiliza un adsorbente sólido. Su ciclo de funcionamiento no es continuo y tiene una fase de carga y otra de descarga. El COP de estas máquinas se encuentra entre 0.55 - 0.65 y la temperatura de la fuente caliente puede ser inferior a la de las máquinas de absorción, a partir de 55° C, lo que permite el uso de captadores solares planos.

La máquina de adsorción trabaja con agua como refrigerante y silica-gel como adsorbente. Estos equipos están constituidos por cuatro elementos: 1 evaporador, 2 cámaras adsorbentes y 1 condensador. En el evaporador, el agua a baja presión se evapora, enfriando agua de 11,7°C a 6,7°C, o a las temperaturas que se requieran, pudiendo enfriar agua de hasta 6°C a 3°C. La evaporación de agua producida, se adsorbe en una de las cámaras de adsorción mediante el deshidratante (silica gel), el cual se va saturando. Mientras, en la otra cámara de adsorción, el agua caliente pasa a través del intercambiador de calor, regenerando el deshidratante que con anterioridad había adsorbido el vapor de agua.

El agua evaporada al regenerar el deshidratante es condensada mediante el agua de refrigeración en el condensador para ser devuelta de nuevo al evaporador. El agua de refrigeración del equipo pasa por el intercambiador de la cámara de adsorción, absorbiendo la potencia cedida por la condensación del vapor de agua y después pasa a través del condensador. Mediante una torre de refrigeración se enfría hasta la temperatura necesaria para poder ser introducida de nuevo en el equipo.

Descripción

El frío solar se basa en aprovechar el calor del sol para conseguir frío. Consiste básicamente en transformar la energía solar para climatizar en verano, obteniendo agua caliente sanitaria durante todo el año y reforzando la calefacción en invierno. Este sistema garantiza un ahorro de hasta un 70% ya que, por un lado, se utiliza una fuente de energía renovable, y por otro, se reduce el consumo de electricidad.

Combina la captación solar con una de las dos tecnologías desarrolladas para la producción solar: absorción y adsorción.

Los sistemas de refrigeración solar tienen la gran ventaja de que se utilizan cuando coinciden los niveles máximos de demanda y de producción, ya que las necesidades de climatización de un edificio se producen en la época de más radiación solar. Son especialmente eficientes y adecuadas para edificios que precisan de refrigeración y calefacción intensivas, como es el caso del sector residencial y terciario (hoteles, centros comerciales, oficinas, viviendas unifamiliares, etc.), cada vez con más demanda de confort. Otra de las ventajas es que se evitan los problemas de dispersión energética que las instalaciones de energía solar térmica tienen en verano, evitando el sobrecalentamiento de paneles y por lo tanto los disipadores de calor.

Componentes y sistema de ejecución

Sistema de captación:

Las instalaciones de frío solar se alimentan de agua caliente a temperaturas variables en función de los diferentes equipos (absorción-adsorción). Para ello se necesita una superficie de captación a base de colectores solares térmicos.

Los colectores se seleccionarán en función de las características de la máquina que vaya a utilizarse pudiendo emplearse tanto colectores solares planos como colectores solares con tecnología de tubos de vacío.

Acumulador-depósito de inercia:

Con objeto de estabilizar el caudal y la temperatura del agua que se suministra a la máquina de absorción-adsorción se colocan depósitos acumuladores. El caudal y dimensionado depende en cada caso de la potencia de la instalación.

Caldera de apoyo:

En función de las características de la máquina y del tipo de colector solar que se haya elegido para la instalación puede ser conveniente utilizar en el sistema una caldera de apoyo que sobrecaliente el agua proveniente del sistema de captación solar. Lo habitual es utilizar para este fin la caldera que facilite agua caliente para calefacción en invierno.

Enfriadora de apoyo:

Es habitual en este tipo de instalaciones contar con una o varias enfriadoras de apoyo al sistema de producción de frío solar en previsión de situaciones en las que la producción solar de agua caliente no sea suficiente.

Sistema de disipación de energía:

El sistema debe contar con la instalación de un sistema de disipación de energía constituido por torre de refrigeración o un aerogenerador para refrigeración.

Sistema de distribución:

La energía producida puede distribuirse para la climatización del edificio mediante suelo refrigerante o sistemas de fancoils.

Sistema de regulación:

Todo el sistema debe disponer de un equipo de regulación electrónico, con sondas, electroválvulas y otros dispositivos de control

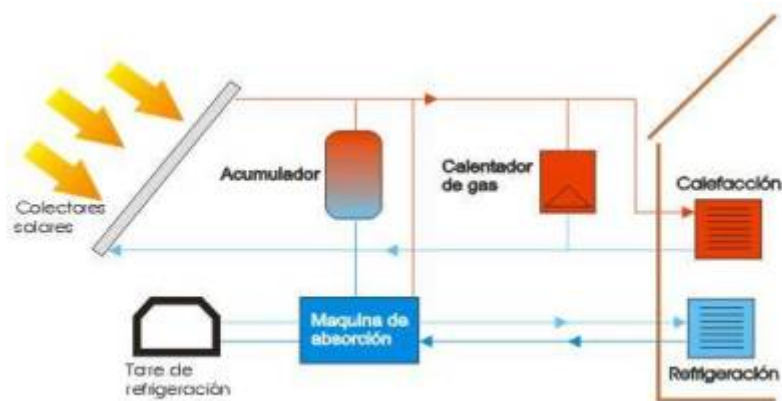
Contribución a la reducción de impactos

- Reducción del consumo de combustibles fósiles: ***MEDIA***

Prioridad medioambiental

MEDIA

Documentación gráfica



[Figura 1. Esquema de instalación de frío solar](#)

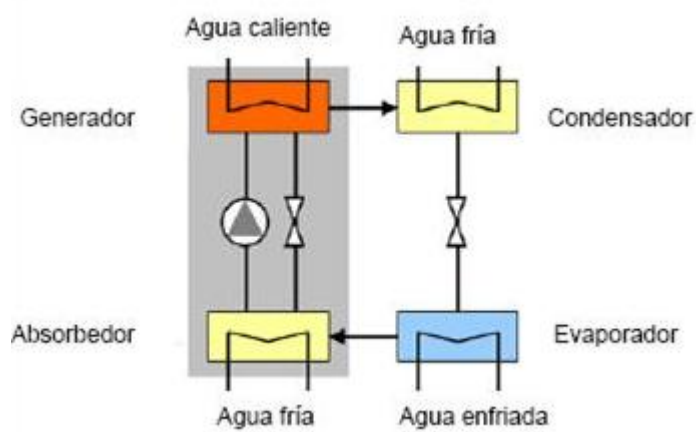


Figura 2. Principio de una enfriadora de absorción (a)

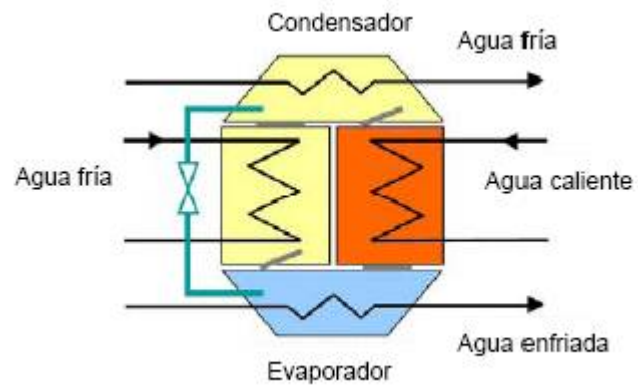


Figura 3. Principio de una enfriadora de absorción (b)