

Resumen

Un porcentaje significativo de la energía se destina a la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) en el sector comercial y residencial. Además, la mayor parte de la energía que contiene el agua se desperdicia en el ambiente tras su uso.

Las bombas de calor han sido identificadas por su capacidad de producir ACS con una alta eficiencia y son una gran alternativa hacia la descarbonización de las ciudades. Además, son capaces de utilizar como fuente de calor, el calor contenido en el agua que actualmente se desperdicia. Contribuyendo así a conseguir un sector energético más respetuoso con el Medio Ambiente.

Sin embargo, la aplicación del uso de bombas de calor para ACS recuperando el calor de las aguas residuales presenta unas características diferentes a las usuales en bombas de calor. Por tanto, es necesario un análisis del problema más profundo y se requiere mayor investigación al respecto con el fin de lograr un desarrollo eficiente de la misma:

1. Un diseño de bomba de calor capaz de operar con alta eficiencia ante los grandes saltos de temperatura que tienen lugar en esta aplicación (ACS).
2. Un diseño de bomba de calor capaz de operar con alta eficiencia ante saltos de temperatura del fluido secundario variables (recuperación de calor).
3. La integración de esta bomba de calor en un sistema de ACS completo (estrategias de recuperación de calor, componentes, tamaño y estrategia de control).

Normalmente, los ciclos transcríticos han sido considerados como una de las mejores soluciones para la producción de ACS (donde se tienen grandes saltos de temperatura en el agua, 10-60°C). Sin embargo, este tipo de ciclo presenta dos desventajas principales, la necesidad de altas presiones en la instalación y la dependencia de la eficiencia con el salto de temperatura del agua en el condensador. Concretamente, se observa una reducción significativa de la eficiencia cuando la temperatura del agua a la entrada del condensador aumenta. Sin embargo, los ciclos subcríticos han demostrado un gran potencial para saltos de temperatura del agua variables si se aplica un control del subenfriamiento adecuado.

El objetivo de esta tesis es investigar la bomba de calor agua-agua más eficiente trabajando con un ciclo de refrigerante subcrítico para la producción de ACS utilizando como fuente de calor el calor disponible en las aguas residuales (a baja-media temperatura) para determinar el sistema más eficiente para este tipo de aplicación.

El trabajo se divide en dos partes diferenciadas:

- Diseño de la bomba de calor

El desarrollo de la bomba de calor es una continuación del trabajo realizado en la tesis de M. Pitarch [1]. En dicha tesis, se investigó el papel del subenfriamiento en una bomba de calor subcrítica para la aplicación de ACS. Se desarrolló un prototipo de bomba de calor con el diseño de dos configuraciones distintas en función del modo en el que se realizaba el subenfriamiento. Los resultados permitieron concluir que este tipo de bombas de calor (subcríticas) eran capaces de operar con eficiencias similares a las de las bombas de calor basadas en ciclos transcíticos si se opera con un grado de subenfriamiento óptimo. Sin embargo, en ambas configuraciones se requiere un componente más que en las bombas de calor convencionales. Por tanto, se propone el diseño de un nuevo prototipo basado únicamente en los componentes típicos (compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador) como un trabajo futuro.

En esta tesis, se ha realizado un estudio y análisis teórico de la bomba de calor. Se ha desarrollado e implementado una estrategia de control para el subenfriamiento y se ha construido el prototipo de bomba de calor propuesto en [1]. De todo este trabajo se ha obtenido el diseño de bomba de calor basada en ciclos subcríticos más interesante para este tipo de aplicaciones.

- Diseño e integración de la Bomba de Calor y el sistema de ACS

La integración del prototipo seleccionado en un sistema para la producción de ACS con recuperación del calor de las aguas residuales ha sido analizada.

En esta investigación se incluye el desarrollo de un modelo del sistema completo en Trnsys y la optimización de los componentes principales del sistema: su tamaño y su operación con el objetivo de lograr una eficiencia global máxima del sistema completo. Dada la complejidad del problema, el análisis se ha llevado a cabo en tres pasos principales: primero, el estudio de un intercambio de calor directo, segundo, se ha focalizado en la parte del lado del condensador, es decir, considerando una fuente de calor infinita (gran disponibilidad de agua, por ejemplo, en desagües comunes) y por último, el foco se ha realizado en la parte del evaporador, es decir,

se ha llevado a cabo la optimización del sistema completo en el que se tiene una disponibilidad de calor limitada (por ejemplo, las aguas grises de un edificio).

El sistema más simple y eficiente necesario para este tipo de aplicaciones (producción de ACS de la recuperación del calor proveniente de aguas grises) está compuesto por un intercambiador de calor (recuperador), una bomba subenfriada y dos depósitos de almacenamiento. A pesar de la dependencia de la eficiencia del sistema con la temperatura y disponibilidad de la fuente de calor, así como de la demanda de ACS, por ejemplo, el sistema es capaz de producir la demanda requerida de ACS para un edificio de 20 viviendas con un COP anual de 6.7 a partir del calor contenido en las aguas grises generadas por el propio edificio.

