

Resumen

En un contexto de creciente preocupación por el calentamiento global y de políticas energéticas internacionales, en el cual los sistemas de climatización en edificios representan una parte importante del consumo energético global, los sistemas de bomba de calor geotérmica están ampliamente considerados como una de las tecnologías de climatización de espacios más eficientes disponibles en la actualidad. Sin embargo, tanto un buen diseño de los componentes como una óptima operación del sistema son de vital importancia para que estos sistemas puedan contribuir de manera significativa a atenuar el problema energético global.

El objetivo general de esta tesis doctoral es el control y la optimización energética de una instalación experimental de bomba de calor geotérmica construida en la Universitat Politècnica de València, haciendo que el sistema de control se adapte a la demanda térmica del edificio y a las condiciones climatológicas. Para ello, se proponen diferentes estrategias de control, las cuáles son descritas, desarrolladas, implementadas y evaluadas a lo largo de este trabajo de investigación.

La optimización de cualquier sistema requiere un amplio estudio de su comportamiento, analizando concienzudamente todas las variables y parámetros implicados en su funcionamiento. Por tanto, el primer paso llevado a cabo es el análisis de los días típicos de funcionamiento de la instalación, pero también su comportamiento a más largo plazo, a partir de los datos experimentales recogidos.

En segundo lugar, y como paso previo al desarrollo de las estrategias de optimización, es importante analizar la configuración óptima del sistema de acuerdo con los objetivos perseguidos. Este objetivo incluye el estudio de la posición del sensor de temperatura empleado para el control y del depósito de inercia, así como el dimensionamiento adecuado de este depósito.

Finalmente, una vez se ha analizado en profundidad el funcionamiento del sistema, los componentes del mismo son lo más eficientes posible, y éstos han sido conectados de manera adecuada, el objetivo final es el desarrollo de estrategias de control y optimización energética que optimicen la operación de la instalación experimental de bomba de calor geotérmica. Estas estrategias se dirigen principalmente a la optimización del sistema completo. El objetivo no es optimizar el funcionamiento de cada componente de manera individual, sino optimizar el comportamiento energético del sistema trabajando como un todo.

En este sentido, se desarrolló una primera metodología que combinaba la compensación de la temperatura de consigna de la bomba de calor en función de la temperatura ambiente exterior, y la variación de la frecuencia de las bombas de circulación (y por tanto el caudal de agua) en función de la carga térmica del edificio. La aplicación de esta primera estrategia resultó en una importante mejora del rendimiento energético, pero también en la pérdida de confort en algunas de las oficinas climatizadas cuando las condiciones climatológicas eran extremas durante el verano. En consecuencia, la metodología de control y optimización desarrollada fue mejorada dando como resultado un algoritmo global de optimización energética (que es el resultado final de esta tesis), el cual acopla ambas estrategias anteriores de manera que se cumpla el confort del usuario y se mantenga un ahorro de energía significativo.

En resumen, esta tesis doctoral proporciona un estudio experimental exhaustivo de la optimización energética de un sistema de bomba de calor geotérmica para la climatización de un edificio de oficinas. Los resultados experimentales para un año completo de funcionamiento del sistema muestran un ahorro de energía significativo, hasta un 35% en modo refrigeración y un 53% en modo calefacción, a la vez que se mantiene el confort de los usuarios.