

## **Resumen Tesis Antonio Cazorla Marín**

Debido al creciente aumento de la demanda energética en edificios y a la necesidad de una transición energética hacia sistemas renovables y más eficientes, la energía geotérmica de baja entalpía se plantea como una alternativa eficiente y renovable a los sistemas convencionales para proporcionar calefacción, refrigeración y producir agua caliente sanitaria de forma sostenible.

Dentro de este contexto nace el proyecto GEOTeCH, un proyecto europeo que plantea el desarrollo de sistemas con bomba de calor geotérmica más eficientes y con un coste menor en comparación con el mercado. Para ello, se ha desarrollado un nuevo tipo de intercambiador enterrado coaxial con flujo helicoidal en el tubo externo que presenta una mayor eficiencia y permite reducir la longitud de intercambiador a instalar, así como una bomba de calor dual con compresor de velocidad variable, capaz de trabajar con el terreno o el aire como fuente/sumidero, seleccionando la que proporcione un mejor rendimiento del sistema. Estos componentes se utilizan en el nuevo sistema “plug and play” con bomba de calor dual desarrollado. El principal objetivo es desarrollar un sistema eficiente y replicable para proporcionar calefacción, refrigeración y producir agua caliente sanitaria en el sector de mercado de pequeños edificios con un tamaño menor en el campo de intercambiadores enterrados y un aumento de la eficiencia. Para demostrar la aplicabilidad de estos sistemas, se han construido tres instalaciones demostración en diferentes países de Europa: Italia, Países Bajos y Reino Unido.

En esta tesis doctoral se ha desarrollado un modelo dinámico completo del sistema en el software TRNSYS, capaz de reproducir el comportamiento de los diferentes componentes y del sistema en general. Este modelo constituye una herramienta útil para el desarrollo y análisis de diferentes estrategias de control sin la necesidad de implementarlas en instalaciones reales, así como analizar el comportamiento del sistema funcionando bajo condiciones diferentes. Para este propósito, es necesario desarrollar modelos detallados de los nuevos componentes desarrollados en el proyecto: el intercambiador enterrado coaxial helicoidal y la bomba de calor dual; para poder acoplarlos al resto de componentes en el modelo completo del sistema.

Por ello, se ha desarrollado un modelo dinámico del nuevo intercambiador enterrado coaxial con flujo helicoidal, capaz de reproducir con precisión el comportamiento a corto plazo del intercambiador, enfocado a la evolución de la temperatura del fluido, y se ha validado con datos experimentales en diferentes condiciones de operación. Para poder reproducir no solo el comportamiento dinámico del intercambiador enterrado, sino también la respuesta a largo plazo del terreno y la interacción entre intercambiadores en un campo, se ha desarrollado otro modelo en TRNSYS que realiza esta función. De esta manera, al acoplar ambos modelos es posible reproducir el comportamiento a corto plazo del intercambiador enterrado a la vez que la respuesta a largo plazo del terreno.

Por otro lado, se ha implementado en TRNSYS un modelo de la bomba de calor dual desarrollado previamente a partir de datos obtenidos en una campaña experimental. Con este modelo es posible calcular la capacidad de la bomba de calor dependiendo del modo de

operación en que esté funcionando (produciendo calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, trabajando con el terreno, el aire, etc.), de la frecuencia del compresor y otras variables y condiciones de operación.

El modelo del sistema dual en TRNSYS se ha utilizado para hacer un análisis de su comportamiento funcionando en diferentes condiciones climáticas, para ello se han seleccionado tres ciudades en España y tres en Europa con diferentes características climáticas y se han realizado simulaciones del sistema funcionando en cada ciudad durante un año. Se ha analizado la eficiencia del sistema en cada ciudad, así como el uso de cada una de las fuentes (aire/terreno).

Por otro lado, también se ha modelado en TRNSYS una de las instalaciones demostración del proyecto GEOTECH, incluyendo el edificio de oficinas climatizado y el acoplamiento con los fan coils. Con este modelo se pretende estudiar una nueva estrategia para controlar la frecuencia del compresor en base a la temperatura de las habitaciones, en lugar de controlarla en base a la temperatura de suministro, con el objetivo de reducir el consumo del compresor cuando las habitaciones ya se encuentran en condiciones de confort. Además, otras estrategias de optimización se han probado con el modelo, analizando los ahorros que se obtiene con cada una de ellas.

Por tanto, los modelos desarrollados, tanto del intercambiador enterrado como los del sistema son capaces de reproducir su funcionamiento y se pueden utilizar como instalaciones virtuales, constituyendo herramientas útiles para ayudar en el diseño del sistema y los diferentes componentes, el análisis de su comportamiento y el desarrollo de estrategias de optimización.