
Resumen

En un contexto de creciente preocupación por el calentamiento global y de políticas energéticas internacionales, en el cual los sistemas de climatización de los edificios suponen una parte importante del consumo energético global, los sistemas de bombas de calor son considerados como opciones muy interesantes debido a su alta eficiencia y por ser fuentes de energía renovables. En este sentido, una caracterización precisa de estos equipos es de vital importancia con el objetivo de mejorar su diseño y, en aquellos casos dónde este tipo de unidades se integren como parte de sistemas más complejos, implementar estrategias de control eficientes.

En este contexto, esta tesis doctoral se centra en el modelado de bombas de calor con el fin de obtener modelos que permitan conocer con precisión el desempeño global de estas unidades en todo el rango de trabajo.

En la primera parte del trabajo, se han realizado numerosos ensayos experimentales utilizando un nuevo prototipo de bomba de calor dual, obtenidos dentro del marco de trabajo del proyecto europeo GEOTeCH. Debido a la tipología híbrida de esta unidad, los resultados experimentales obtenidos incluyen datos de desempeño para las principales tecnologías de bombas de calor: las bombas de calor aerotérmicas y geotérmicas. Haciendo uso de toda esta información experimental, esta primera parte del trabajo se centra en obtener modelos polinómicos para la predicción del consumo eléctrico y las capacidades de calefacción y refrigeración en función de las variables externas a la unidad. Dichas variables son fáciles de obtener y suelen medirse en instalaciones reales. Por tanto, estos modelos caracterizan a la bomba de calor como un único componente, simplificando su implementación en modelos globales de sistemas más complejos donde se instalan estas unidades. Además, seleccionado un enfoque empírico para el modelado, en esta parte también se analizan algunos aspectos relevantes, como los términos a incluir en el polinomio, o cómo conformar las matrices experimentales de ensayo necesarias, es decir, cuántos puntos experimentales realizar y dónde situarlos en el rango de operación.

Por último, la segunda parte de la tesis doctoral está dedicada a modelar uno de los componentes principales en estas unidades, el compresor. En este caso, el desarrollo de una extensa base de datos que incluye numerosos ensayos calorimétricos de las dos principales tecnologías de compresores, pistón y scroll,

ha permitido el análisis detallado de las superficies de respuesta del consumo eléctrico y el caudal másico de refrigerante en función de las temperaturas de evaporación y condensación. A partir de esta información y siguiendo un enfoque similar al utilizado previamente, en esta segunda parte se revisan los modelos incluidos en la norma actual de caracterización de compresores, el estándar AHRI 540 (2020), para comprobar si son adecuados o si, por el contrario, debemos utilizar otro tipo de expresiones polinómicas. También se analizan en profundidad cuestiones críticas como el número de puntos necesarios para caracterizar cada tecnología de compresor, dónde situarlos en el dominio experimental, cómo evitar un posible sobreajuste del modelo minimizando problemas de extrapolación o interpolación, o cómo extrapolar los resultados para predecir con otros refrigerantes u otras condiciones de aspiración.