

ÁREA TEMÁTICA: DESARROLLO DE SOFTWARE PARA APLICACIONES ENERGÉTICAS.

Ejemplo de aplicación práctica de métodos numéricos para la resolución de sistemas térmicos

Example of a practical application of numerical methods for solving thermal systems

Presentación:05/10/2023

Julian Marchese

CIDEME. Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
julianmarchese95@gmail.com

Mariana Bernard

CIDEME. Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
mbernard@sanfrancisco.utn.edu.ar

Diego Ferreyra

CIDEME. Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional - Argentina
dferreyra@sanfrancisco.utn.edu.ar

Resumen

La modelización matemática en el área de investigación aplicada a sistemas de ingeniería es un tópico importante a la hora de predecir el comportamiento de estos cuando las posibilidades de ensayos no son factibles dado a los costos, o bien, a dificultades técnicas involucradas. Es por ello que se propone una resolución para estos casos, ejemplificando mediante un estudio térmico, un conjunto general de condiciones posibles de ser extrapolado a sistemas reales. El objetivo es conocer los flujos de calor y las temperaturas involucradas de recintos cerrados con intercambios de masa instalados en ambientes donde se conocen los parámetros térmicos principales. Este tipo de representación puede corresponder desde sistemas de control o automatización autónomos (instalados de forma aislada o remota), hasta casillas o establecimientos rurales. En ambos casos el estudio térmico permite conocer la temperatura interior alcanzable por el sistema, y, por ende, representar un factor de decisión a la hora de la selección de los materiales constructivos, permitiendo así un correcto desempeño térmico y eficiente según corresponda para cada caso. Para modelar al sistema se tiene en cuenta, no solamente la temperatura del medio externo, sino también la incidencia solar, la convección y conducción de calor en las paredes, y posibles generaciones internas de calor en el recinto. Para el caso de la radiación solar, se propone una modelización a través de funciones vectoriales que representen el ángulo de incidencia e intensidad de la radiancia a lo largo del día. Dado a esto, y sumado a una representación vectorial de superficies, es posible analizar la irradiación y la cantidad de calor que pueden

absorber dichas paredes. Este tipo de análisis permite, además, estudiar las orientaciones en el espacio encontrando máximos o mínimos de irradiación, correspondientes a orientaciones óptimas. En caso de los fenómenos de conducción y convección se modelizan los parámetros térmicos a través de regresiones para obtener funciones que representen estos fenómenos a lo largo de las evoluciones de estados térmicos conforme varía la temperatura. Obtenidas las ecuaciones matemáticas de generaciones internas de calor/temperatura y flujos de masa se emplea un algoritmo de resolución mediante métodos numéricos computacionales en el software Octave, iterando el sistema de ecuaciones hasta encontrar un punto de equilibrio bajo las condiciones de trabajo establecidas. La propuesta permite conocer los flujos de calor y las temperaturas involucradas en el sistema de tal forma que es posible predecir el estado final de este.

Palabras clave: modelización matemática, sistemas térmicos, métodos numéricos, computacional, predicción.

Abstract

Mathematical modeling in the field of applied research to engineering systems is an important topic when it comes to predicting the behavior of these systems when experimental testing is not feasible due to costs or technical difficulties. This is why a solution is proposed for such cases, exemplified through a thermal study, representing a general set of conditions that can be extrapolated to real systems. The objective is to understand heat flows and temperatures within enclosed spaces with mass exchanges in environments where the main thermal parameters are known. This type of representation can range from autonomous control or automation systems (installed in isolation or remotely) to rural buildings or facilities. In both cases, the thermal study allows us to determine the achievable interior temperature of the system and, consequently, serves as a decision factor when selecting construction materials, ensuring proper thermal performance and efficiency as needed for each case. To model the system, not only the external temperature but also solar incidence, heat convection and conduction in walls, and potential internal heat generation in the enclosure are taken into account. For solar radiation, a modeling approach using vector functions representing the angle of incidence and radiance intensity throughout the day is proposed. With this, combined with vectorial representation of surfaces, it is possible to analyze the irradiation and the amount of heat these walls can absorb. Such an analysis also allows for studying spatial orientations to find irradiation maxima or minima, corresponding to optimal orientations. In the case of conduction and convection phenomena, thermal parameters are modeled through regressions to obtain functions representing these phenomena as temperature changes. Once the mathematical equations for internal heat/temperature generation and mass flows are obtained, a resolution algorithm using computational numerical methods in Octave software is employed. The system of equations is iterated until a point of equilibrium is reached under the established working conditions. This proposal enables us to understand heat flows and temperatures within the system, making it possible to predict the final state of the system.

Keywords: mathematical modeling, thermal systems, numerical methods, computational, prediction.