



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

DEPARTAMENTO DE POSGRADOS

**Análisis termodinámico en estado estable de un
motor trifásico de 4 kilovatios mediante
programación y código de elementos finitos
utilizando Python**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

Magíster en matemática aplicada

Autor:

Alberto Melchor Peralta Orellana

Director:

Orlando Andrés Baquero Larriva

CUENCA, ECUADOR

2024

DEDICATORIA

En primer lugar, quiero dedicar este logro a Dios, quien me ha brindado la fortaleza y la sabiduría para culminar esta etapa de mi vida.

De manera especial, quiero honrar la memoria de mi padre, Alberto Melchor, y el legado de mi hermana, Mónica del Rosario, una educadora profundamente comprometida, quien recientemente nos dejó a causa del cáncer. Sus vivencias y sus entregas son imperecederas, y gracias a ellos he logrado llegar hasta donde me encuentro ahora.

Asimismo, dedico este logro con profunda gratitud a mi madre, Rosa Floriselda, y a mi hermano, José Francisco, por su apoyo a lo largo de este camino.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a toda mi familia, amigos y personas especiales en mi vida, quienes han sido mi mayor motivación para superarme. Gracias a su apoyo, esfuerzo y cariño constante, he logrado cumplir esta meta.

De manera especial, agradezco a mi director, PhD Orlando Andrés Baquero Larriva, por su dedicación y esfuerzo. El camino no ha sido fácil, pero gracias a sus conocimientos y orientación, he podido culminar con éxito el desarrollo del presente trabajo.

También quiero mencionar a la PhD Oihane Fernández Blanco, quien amablemente colaboró en un proyecto anterior que no se concretó.

RESUMEN

En el diseño de máquinas eléctricas, es muy importante considerar el calor generado durante su funcionamiento debido a sus posibles efectos adversos. El presente estudio se centra en un motor de inducción trifásico, cuya geometría está claramente definida, para analizar el efecto del calentamiento y su impacto en el rendimiento del motor. Para ello, se aplicó la ecuación diferencial de calor de Fourier y se encontraron sus soluciones mediante algoritmos implementados en el lenguaje de programación Python.

Durante su operación a vacío (sin carga mecánica), el motor trifásico en cuestión consume sólo una pequeña parte de su potencia nominal. En esta condición, el motor experimenta un incremento de temperatura, lo que proporciona una oportunidad para estudiar este efecto mediante el modelado matemático de la transferencia de calor en el mismo. La aplicación de la ecuación de Fourier permitió determinar la función de temperatura y obtener respuestas numéricas específicas para cada subconjunto analizado.

Para abordar este problema, se utilizó el método de elementos finitos. Este método numérico permite simplificar la ecuación diferencial del calor dividiendo la superficie del motor en áreas elementales.

ABSTRACT

In the design of electrical machines, it is very important to consider the heat generated during operation due to its possible adverse effects. This study centers on a three-phase induction motor, whose geometry is clearly defined, to analyze the effect of heating and its impact on motor performance. For this, the Fourier differential heat equation and its solutions are implemented through algorithms in the Python programming language.

During its no-load operation (without mechanical load), the three-phase motor in question consumes only a small fraction of its rated power. In this condition, the motor experiences a rise in temperature, which provides an opportunity to study this effect through mathematical modeling of the heat transfer within it. The application of the Fourier equation allowed us to determine the temperature function and obtain specific numerical results for each subset analyzed.

To address this problem, the finite element method was used. This numerical method enables us to simplify the heat differential equation by dividing the surface of the motor into elemental areas.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

DIRECTOR

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

PhD Orlando Andrés Baquero Larriva