Моделирование насыщения пусковым током 3-х фазного трансформатора с использованием теории петлей гистерезиса намагничивания ферромагнетиков

Краснов И.Ю.

Технический университет Гамбурга (TUHH - Германия)

Не оплачено

Введение

Электрический трансформатор является важным и неотъемлемым элементом в современных электрических цепях и электрическом оборудовании. Без него невозможно обеспечить функционирование множества значимых в современном мире объектов (подъёмных кранов, водных судов, бытовых сетей и т.д.).
Таким образом, построение адекватной математической модели электрического трансформатора является одной из важных проблем и задач в современной электротехнике.
Большинство существующих математических моделей электрических трансформаторов основаны на преобразовании лишь токовых характеристик без учёта влияния магнитных полей обмоток друг на друга и их насыщения. Однако, магнитные свойства материала подлежат особенному изучению и учёту при моделировании проходящих в трансформаторах процессов.

Цель работы

Данная работы выполнялась в процессе прохождения стажировки ДААД по совместной немецко-российской программе «Михаил Ломоносов» в Институте Электроэнергетических систем и автоматизации Технического университета Гамбурга (Германия).
Целью данной работы являлось построение адекватной модели процесса насыщения пусковым током электрического трёхфазного трансформатора с использованием теории магнетизма и петлей гистерезиса ферромагнетиков.
Сравнение полученных результатов с результатами моделирования без использования петлей гистерезиса и с результатами эксперимента позволило сделать заключение об адекватности построенной модели трансформатора и об успешности проделанной работы.

Построение имитационной модели трёхфазного трансформатора

Моделирование проводилось в среде Dymola 6.1 с применением пакета Madelia 2.2.2 и с использованием специализированной библиотеки MagneticLibrary, применяемой для исследования влияния магнитных полей и процессов магнетизма в электротехнических объектах.
Данная среда моделирования позволяет без труда составлять модели различных объектов, изменять их параметры, выводить полученные результаты на графики и использовать интегрированный язык программирования.

В основу моделирования положены созданные модели трансформаторов из библиотеки “Matthias Tirtgen Transformers Library” из “Große Studienarbeit “Simulation des Einschaltens eines Dreischenkeltransformators” [5].

Заключение

В результате проделанной работы была создана математическая модель процесса насыщения обмоток трансформатора пусковым током. Эффективность и адекватность построенной модели доказана в результате симулирования 3-х фазного понижающего трансформатора и сравнения вычисленных данных с экспериментально измеренными.
После первого всплеска процесс затухания характеристики тока проходит достаточно быстро по экспоненциальному закону, в отличие от характеристики тока, полученной в результате вычисления по кривой намагничивания (эллипс и 2 прямые).
В итоге можно заключить, что построенная модель насыщения обмоток трансформатора по петлям гистерезиса наиболее адекватна и наиболее точно описывает электромагнитные характеристики трансформатора в течение первых 0.5 секунд после подключения напряжения питания.
С помощью построенной модели 3-х фазного трансформатора в среде Dymola Modelica возможно проведение исследований процессов насыщения трансформаторов пусковым током, электромагнитных характеристик трансформаторов про различных параметрах и начальных условиях.
Модель трансформатора может быть встроена в другие более сложные модели и использована при разработке и проектировании сложных электромеханических систем.

Использованная литература

1. D.C. Jiles and D.L. Atherton. Theory of Ferromagnetic Hysteresis. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 1986, pp. 48-60.
2. Emilio Del Moral Hernandez, Carlos S. Muranaka, Jos’e R. Cardoso. Identification of the Jiles-Atherton model

parameters using random and deterministic searches. Physica, 2000, pp. 212-215.
3. Brian F. Phelps. A practical solution to the scalar Jiles-Atherton model, for ferromagnetism of soft magnetic materials at low fields, 2002.
4. Th. Bödrich, Th. Roschke. A Magnetic library for Modelica. Proceedings of the 4th International Modelica Conference, Hamburg, March 7-8, 2005, pp. 559-565.
5. Matthias Tietgen. Simulation des Einschaltens eines Dreischenkeltransformators: Grosse Studienarbeit. – Hamburg: TUHH, 2006. – 110 p.

Не оплачено