

# РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА С ДВУМЯ МАГНИТОПРОВОДАМИ

СОЛОВЬЕВ Евгений Русланович

аспирант

ТИХОНОВ Андрей Ильич

доктор технических наук, профессор

Ивановский государственный энергетический университет им. В.И Ленина  
г. Иваново, Россия

В статье описан вариант доработки имитационной модели трансформатора тока для расчета изделий с двумя магнитопроводами. В статье освещается проблема расчета трансформатора с сердечником из двух тороидальных магнитопроводами с разными магнитными характеристиками.

**Ключевые слова:** трансформатор тока, имитационная модель, гистерезис, аморфные сплавы, тороидальный магнитопровод.

Сердечники современных измерительных трансформаторов тока зачастую состоят из двух тороидальных магнитопроводов. Один, как правило, имеет высокую магнитную проницаемость ( $>300000$ ) для обеспечения требуемой точности измерений, а второй – низкую магнитную проницаемость (4000-25000) для предотвращения насыщения сердечника несинусоидальными составляющими переменного тока.

В связи с этим, для ускорения и облегчения процесса проектирования требуется разработать имитационную модель трансформатора, учитывающую влияние каждого из магнитопроводов на работу изделия.

Имитационная модель, изображенная на рисунке 1, разработана с применением пакета Simulink в ПО MATLAB на основе модели измерительного трансформатора тока [4].

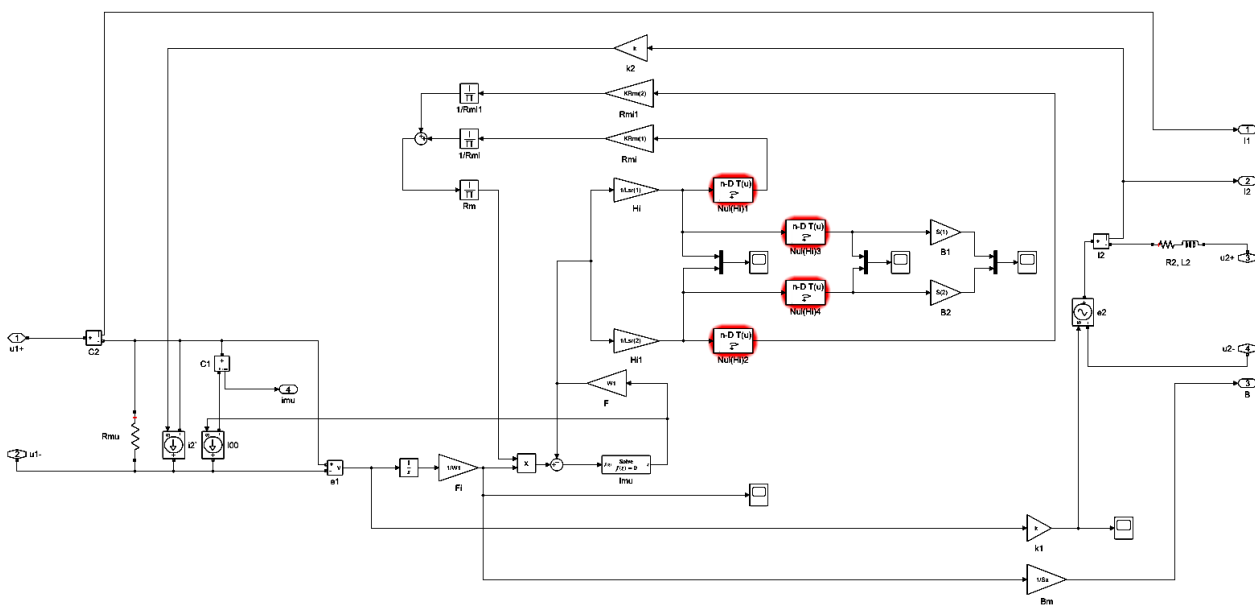


Рисунок 1. Имитационная модель трансформатора с двумя магнитопроводами

Добавлен блок «Solve», выполняющий сравнение магнитодвижущей силы (МДС),

создаваемой током, протекающим по первичной обмотке, с имитированной магнито-

движущей силой, полученной по кривым магнитной проницаемости магнитопроводов.

Для данного расчета требуется определить напряженности магнитного поля, магнитные проницаемости, соответствующие определённому току, а также магнитные сопротивления каждого магнитопровода.

Напряженности и индукции магнитного поля магнитопроводов не равны т.к. они имеют разную длину средней магнитной линии и площадь поперечного сечения каждого магнитопровода.

По полученным напряженностям определены магнитные проницаемости магнитопроводов и построены кривые  $1/\mu$ .

С помощью магнитной проницаемости, соответствующей конкретной напряженности магнитного поля и, следовательно, току,

определены магнитные сопротивления суммарное и каждого магнитопровода по отдельности.

Выводы и заключение. Разработан первый этап создания имитационной модели для расчета трансформаторов с несколькими магнитопроводами. Поняты принципы физических процессов, протекающих в разных сердечниках с общей обмоткой. Намечены этапы доработки схемы для расчета трансформаторов с витыми сердечниками, например, при производстве и ремонте силовых распределительных трансформаторов с магнитопроводами из разных партий. В качестве новой задачи выбрано создание параметризованного генератора цепной модели для ускорения построения схем при изготовлении устройств.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Веников В.А.* Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики): учебник для вузов по спец. «Кибернетика электр. систем». – изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1984. – 439 с.
2. *Костюченко Р.Ю.* Аналогии в науке и обучении // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – № 4(24). – 2017. – С. 136-140.
3. *Олсон Г.* Динамические аналогии / пер. с англ. Б.Л. Коробочкина под ред. М.А. Айзермана. – М.: Гос. изд-во иностранной литературы, 1944. – 223 с.
4. *Соловьев Е.Р.* Разработка имитационной модели для проектирования измерительного трансформатора тока // Инновационный потенциал развития науки в современном мире: технологии, инновации, достижения: Сборник научных статей по материалам XV Международной научно-практической конференции, Уфа, 24 мая 2024 года. – Уфа: ООО «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2024. – С. 42-48. – EDN HWINMJ.
5. *Тихонов А.И.* Основы теории подобия и моделирования: учеб. пособие / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – 2-е изд. доп. и перераб. – Иваново, 2016. – 116 с.
6. *Черных И.В.* Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.

## DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL FOR DESIGNING A TRANSFORMER WITH TWO MAGNETIC CORE

**SOLOVYEV Evgeny Ruslanovich**

Postgraduate Student

**TIKHONOV Andrey Ilyich**

Doctor of Technical Sciences, Professor

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin

Ivanovo, Russia

---

*The article describes a variant of modification of the simulation model of the current transformer for calculation of products with two magnetic circuits. The paper covers the problem of calculation of the transformer with a core of two toroidal magnetic circuits with different magnetic characteristics.*

**Keywords:** current transformer, simulation model, hysteresis, amorphous alloys, toroidal magnetic circuit.

---