

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА С АКСИАЛЬНЫМ МАГНИТНЫМ ПОТОКОМ

Монахов Е.А., ас., Маляр И.В., Павлова М.О., бакалавры

КПИ им. Игоря Сикорского, кафедра электромеханики

Вступление. С каждым годом увеличивается доля синхронных машин в общем сегменте электромашиностроения, в том числе синхронных машин с возбуждением от постоянных магнит, так как они имеют ряд преимуществ, в частности: отсутствие потерь на возбуждение, высокие удельные показатели мощности и веса, надежность. Причем машины с аксиальным магнитным потоком имеют более высокие удельные показатели [1]. Существует ряд конструкций МЭГ с аксиальным магнитным потоком, в частности двухсторонние, дисковые, односторонние. Двухсторонние имеют наилучшие энергетические показатели и не имеют недостатка односторонних, связанного с наличием сил одностороннего магнитного притяжения.

Существует ряд методик по расчету магнитоэлектрических генераторов с аксиальным магнитным потоком [2, 3], однако так или иначе они требуют человеческого вмешательства.

Целью работы - является разработка общего алгоритма по автоматизированному расчету МЭГ с АМП и дальнейшее развитие данного алгоритма в среде Matlab.

Алгоритм расчета двухстороннего МЭГ с аксиальным магнитным потоком состоит из следующих блоков:

1. Ввод данных (Мощность, напряжение, ток, коэффициент мощности).
2. Критерии оптимальности (весовой коэффициент стоимости, веса, эффективности).
3. Определение геометрии статора, постоянных магнитов с учетом критериев оптимальности.
4. Выбор постоянных магнитов из подключаемой базы данных.
5. Расчет обмоточных данных.
6. Расчет проводимостей рассеяния ротора.
7. Расчет магнитной цепи (по упрощенной методике [4]).
8. Расчет параметров обмотки статора.
9. Проверка номинального режима и критериев оптимальности (в случае, если расхождение составляет не более 10% расчет продолжается, в ином случае идет возврат в пункт 3).
10. Расчет потерь, коэффициента полезного действия
11. Выгрузка данных расчета в Matlab Simulink для расчета внешних характеристик.

Также для автоматизации расчета предусмотрены следующие модули: определение рабочей точки постоянных магнитов по методике [4], аппроксимация кривых, подключаемые базы данных (сортамент проводников, постоянных магнитов прямоугольной, секторальной, круглой формы, стали и их кривые намагничивания).

Расчет внешней характеристики осуществляется с помощью Matlab Simulink (модель изображена на рис. 1).

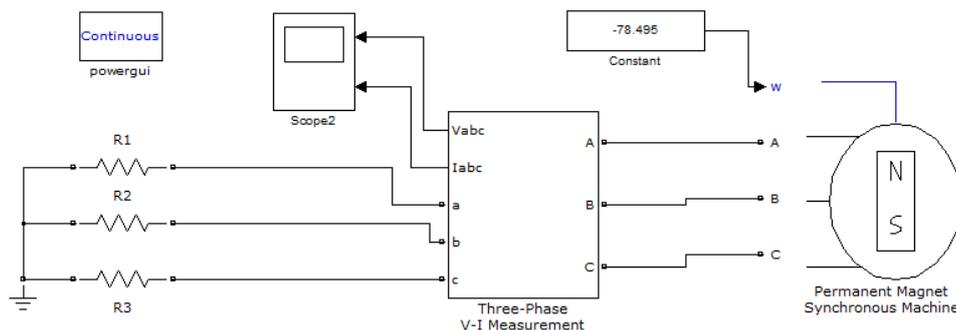


Рисунок 1 – Модель исследуемой магнитоэлектрической машины

Основным блоком является блок, имитирующий работу магнитоэлектрической машины. В основе данного блока заложены следующие дифференциальные уравнения для описания электрической и механической части [5]:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} i_d &= \frac{1}{L_d} v_d - \frac{R}{L_d} i_d + \frac{L_q}{L_d} p \omega_m i_q \\ \frac{d}{dt} i_q &= \frac{1}{L_q} v_q - \frac{R}{L_q} i_q + \frac{L_d}{L_q} p \omega_m i_d - \frac{\lambda p \omega_m}{L_q} \\ T_e &= 1.5 p \left[\lambda i_q + (L_d - L_q) i_d i_q \right] \\ \frac{d}{dt} \omega_r &= \frac{1}{J} (T_e - T_f - F \omega_m - T_m) \\ \frac{d\theta}{dt} &= \omega_m \end{aligned}$$

Используя стандартные блоки и данные полученные в результате расчета осуществляется построение внешней характеристики и последующее составление отчета согласно заданному порядку.

Вывод. Разработанный алгоритм расчета за счет подключаемых модулей, баз данных позволяет автоматизировать расчет МЭГ, самостоятельно осуществить выбор рабочей точки постоянного магнита, проводника из существующего сортамента и прочие операция для автоматизации процесса.

Перечень ссылок

1. Jacek F. Gieras, Rong-Jie Wang, Maarten J. Kamper (2008) Axial Flux Permanent Magnet Brushless Machines, Springer, USA
2. Шишкин В.П. Автоматизированное проектирование торцовых магнитоэлектрических генераторов переменного тока. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, 2006. – 68 с
3. Кафтнатий В.Т. Теоретические исследования и расчет микроминиатюрного синхронного однофазного генератора для изделия робототехники// Энергия – XXI. – 2014. – №1-2. – С. 116-130.
4. Е.А. Монахов, В.В. Чумак (2015), «Методика расчета магнитной системы торцевых синхронных магнитоэлектрических генераторов», Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, №1(90), с. 23 – 26
5. Permanent Magnet Synchronous Machine – Matlab User Guide. URL: www.mathworks.com/help/physmod/sps/powersys/ref/permanentmagnetsynchronousmachine.html