

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ «ОДИН-КО-МНОГИМ» С ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ПЕРЕДАЮЩЕЙ КАТУШКОЙ

Смирнов П. А. (ИТМО)

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, в.н.с. Капитанова П. В.
(ИТМО)

Введение. В связи с увеличением количества электронных устройств, поддерживающих функцию беспроводного питания, в настоящее время возникает острая необходимость в разработке систем беспроводной передачи энергии (БПЭ) «один-ко-многим», позволяющих использовать один большой передатчик для одновременного питания множества нагрузок. Для того чтобы обеспечить одинаковую эффективность БПЭ к различным приемникам независимо от их положения, необходимо чтобы передатчик создавал равномерное распределение магнитного поля в своей рабочей области. Для этого могут быть использованы различные оптимизационные алгоритмы при разработке конструкции передатчика [1]. В данной работе предлагается генетический алгоритм оптимизации планарных спиральных передающих катушек БПЭ. В отличие от известных решений, предлагаемое в данной работе, позволяет осуществлять оптимизацию катушек большого размера, различной формы (круглой, квадратной, многоугольной) и работающих в широком диапазоне частот, вплоть до десятков мегагерц.

Основная часть. В ходе выполнения работы были решены следующие задачи:

1) Разработаны аналитические модели распределения магнитного поля планарных спиральных катушек различных форм, а именно: круглой, прямоугольной и кусочно-линейной. Катушка разбивалась на набор концентрических контуров с током. При этом, магнитное поле, создаваемое каждым из контуров, рассчитывалось в магнитостатическом приближении по закону Био-Савара-Лапласа.

2) Разработан генетический алгоритм оптимизации распределения магнитного поля планарной катушки. Для численной оценки однородности поля использовался коэффициент вариации, равный отношению среднеквадратичного значения поля в рабочей области, к его среднему значению. Оптимизационными переменными являются количество витков катушки и их радиусы. Целевой функцией алгоритма является минимизация коэффициента вариации магнитного поля.

3) Для экспериментальной верификации результатов работы алгоритма была изготовлена круглая передающая катушка диаметром 1 метр с оптимизированным распределением витков. Был измерен входной импеданс катушки без приемников, а также зависимость импеданса от количества приемников, расположенных на нем. Было экспериментально измерено распределение ближнего магнитного поля оптимизированной катушки, коэффициент вариации которого составил 20%.

4) Изготовленная катушка была использована при построении системы беспроводного питания множества роботов в составе стенда для исследования активной материи [2]. Приемные катушки были установлены внутри корпуса каждого из роботов. Использование системы БПЭ для питания роботов позволило заменить аккумулятор, используемый ранее в качестве источника энергии для их работы.

Выводы. В ходе выполнения проекта была оптимизирована передающая катушка для системы БПЭ «один-ко-многим». Были исследованы ее характеристики, такие как входной импеданс и однородность магнитного поля. Катушка была применена при построении системы БПЭ «один-ко-многим» для беспроводного питания роботов в составе стенда для исследования активной материи.

Список использованных источников:

1. Xu Q., Hu Q., Wang H., и др. Optimal Design of Planar Spiral Coil for Uniform Magnetic Field to Wirelessly Power Position-Free Targets // IEEE Transactions on Magnetics. – 2021. – Т. 57, № 2.
2. Dmitriev A., Rozenblit A., Porvatov V., и др. Statistical Correlations in Active Matter Based on Robotic Swarms // 2021 International Conference Engineering and Telecommunication, (En&T). – 2021. Сс. 1-3.