

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТУШЕК ДЛЯ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОГО ПИТАНИЯ

Жмойдяк А.П., Янович А.И., студенты гр.740401

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Титович Н.А. – канд. техн. наук, доцент

Аннотация. В работе рассмотрены возможности метода беспроводной передачи энергии (БПЭ) с помощью взаимосвязанных параллельных колебательных контуров и исследовано влияние различных форм приёмно-передающих катушек на эффективность передачи.

Ключевые слова. Беспроводная передача энергии, параллельный колебательный контур, взаимдуктивность.

Основным способом питания электронной аппаратуры и модулей, располагающихся на вращающихся частях устройства, является вращающееся контактное устройство - устройство, предназначенное для передачи постоянных, переменных и импульсных электрических сигналов между источником и приёмником, расположенными во взаимно вращающихся частях объекта. Такие устройства обеспечивают надёжный электрический контакт между вращающимися частями, но имеют низкую износостойкость. Альтернативным решением является система беспроводного питания, когда энергия передаётся с помощью электромагнитного поля, что исключает проблему износостойкости контакта.

Существует несколько методов беспроводной передачи энергии с помощью электромагнитного поля. Они подразделяются по характерным зонам распространения электромагнитного поля. Известно, что, в зависимости от расстояния от источника излучения выделяют две условные зоны распространения электромагнитного поля (ЭМП): ближнюю зону и дальнюю зону [1]. Наиболее распространённым в настоящее время является метод электромагнитной индукции, основанный на использовании ЭМП ближней зоны и позволяющий передавать большие мощности при небольшом расстоянии между катушками.

Проектируемая система, структурная схема которой изображена на рисунке 1, состоит из трёх основных устройств: передатчика, приёмника, имеющих связь через радиоканал 2,4 ГГц, и устройства контроля. Частота 2,4 ГГц выбрана в соответствии с отчётом МСЭ-R SM.2303-2 [2].

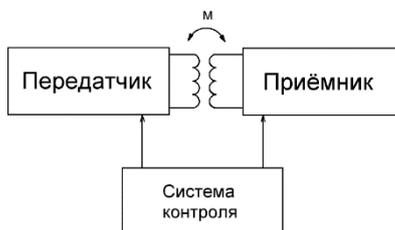


Рисунок 1 – Структурная схема системы БПЭ

Передатчик осуществляет преобразование постоянного напряжения в переменное напряжение синусоидальной формы с заданной частотой, которое формирует переменное магнитное поле вокруг передающей катушки. На приёмной катушке, располагающейся в переменном магнитном поле, возникает ЭДС индукции. Формируемый переменный индукционный ток преобразуется в постоянный для питания нагрузки. Блок контроля следит за оптимальной передачей энергии и при необходимости вносит изменения в работу передатчика и приёмника.

Очевидно, что передающая и приёмная катушки должны быть расположены перпендикулярно относительно оси вращения устройства, на которое передаётся энергия, а центр катушек должен располагаться на оси вращения для того, чтобы в любой момент времени получать максимальную мощность на приёмнике.

Исследовались три вида катушек, имеющих форму круга: однослойная плоская, намотанная одиночным проводом (1, рисунок 2); однослойная плоская бифилярная катушка (2); однослойной плоской катушки из многожильного провода (3). Каждая катушка изготавливалась, как в однослойном, так и в двухслойном исполнении. Для расчёта индуктивности плоских спиральных катушек использовалась методика, изложенная в [3].

Для измерения зависимости КПД от расстояния между катушками приёмная и передающая катушки располагались соосно в двух параллельных плоскостях на расстоянии l . Между катушками находился диэлектрик (воздух). При проведении измерений приёмная катушка отдалялась от передающей с шагом в 5 мм.

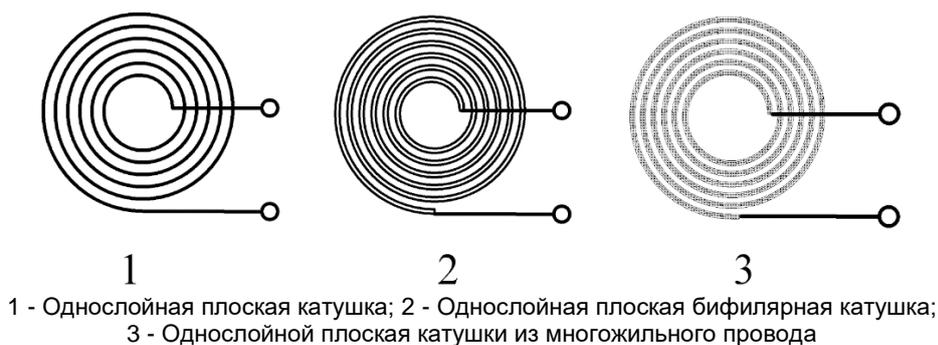


Рисунок 2 – Внешний вид исследуемых катушек

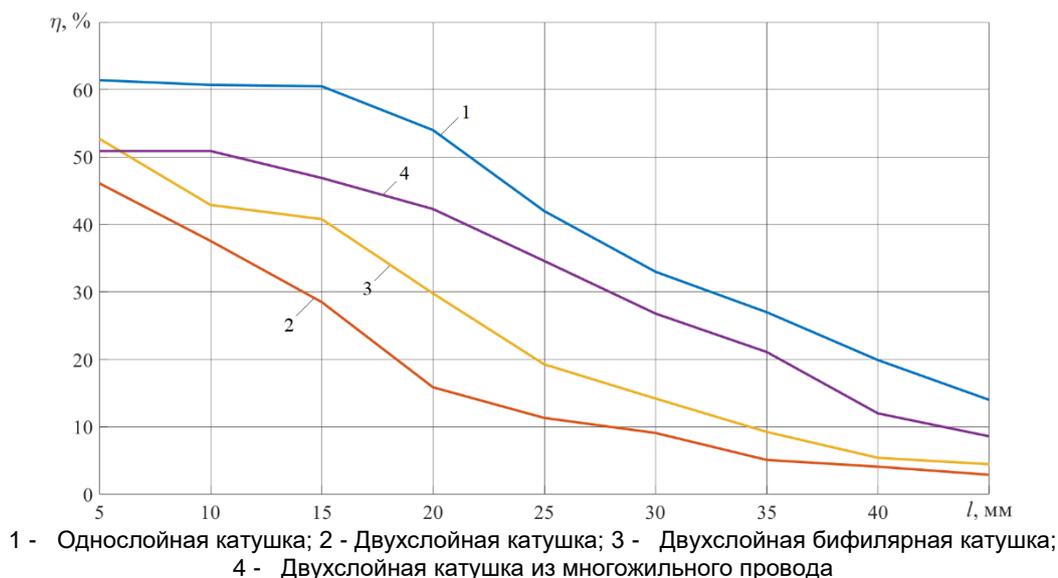


Рисунок 3 – Зависимость КПД устройства от расстояния между передающей и приёмной катушками

Из полученных результатов видно, что при передаче энергии на расстояние до 15 мм оптимальным решением будет использование однослойных катушек или двухслойных катушек из многожильного провода.

По результатам исследований можно утверждать о перспективности метода магнитной индукции в области обеспечения питания вращающихся элементов различных устройств. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что однослойная катушка и двухслойная катушка из многожильного провода являются наиболее подходящими для применения в подобных системах питания. В дальнейших исследованиях планируется изучить зависимость передаваемой мощности от количества витков в передающей и приёмной катушках, а также определить минимально необходимое количество приёмных и передающих контуров в системе для обеспечения заданной мощности. Довольно перспективным может быть использование прямоугольных катушек.

Список использованных источников:

1. Кураев А.А. Электродинамика и распространение радиоволн / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А. К. Сеницын. Минск: Бестпринт; 2004.
2. Отчёт МСЭ-R SM.2303-2 (06/2017) Беспроводная передача энергии с использованием технологий, не предусматривающих передачу с помощью радиочастотного луча.
3. Немцов М.В. Справочник по расчёту параметров катушек индуктивности. 2-е издание. Москва: Энергоатомиздат; 1989.