磁耦合谐振式无线电能传输系统的研究设计

一.成果完成人及所在单位：王跃霖，电气工程与自动化学院 指导教师：陈丽安

二.成果简介：

以无线电能传输技术为研究手段，将磁耦合技术与谐振技术相结合，分析系统的谐振频率和补偿电容对传输效率的影响，为耦合模块和电路模块的设计提供理论依据。设计了无线电能传输系统的整体框架，研究了发射端主控芯片的选型，以芯片为核心进行了外围电路的设计，分析了发射端和接收端的控制流程。利用 MATLAB/Simulink 仿真软件和 ANSYS Maxwell 有限元仿真软件对无线电能传输系统的基本性能参数和关键技术方案进行理论验证和仿真设计。测试了系统在内径 35mm 的线圈下最远能传输 50mm 的距离，能在接收端形成 4.5V 的电压，所设计的系统具有可行性。这项研究对小功率设备无线电能传输方法的设计与参数配置具有参考价值。

三. 主要研究内容及创新点：

以磁耦合谐振技术为研究手段，建立了系统总体结构框图，对包括直流电源、高频逆变结构、谐振网络、发射线圈、接收线圈和整流滤波等主要结构进行设计并验证。电路系统拓扑结构见图 1，无线电能传输系统所需的交流电由系统的高频逆变电路产生，直流电经过逆变电路后转变成高频的交流电压传递到发射端的谐振网络，由发射端线圈产生交变磁场，通过磁场耦合到接收线圈实现电能的无线传输。系统以 Q1、Q2、Q3、Q4 三极管构成全桥逆变方式产生频率可调的高频交流电，高频驱动信号由 STM32F103C8T6 产生。发射端采用的谐振电容 C2、C3 选择瓷介电容，与谐振线圈 L1、L2 串联成谐振电路。谐振线圈的磁场分布见图 2，发射线圈上的电压波形见图 3，接收线圈上的电压波形见图 4。本设计在传统的发射端谐振电路前增加了可调电阻，通过调节阻值可动态调整发射端输出功率，进而影响接收端收到的电压信号，研究结果指出，所设计的系统优化了系统结构，参数配置合理，具有可行性。

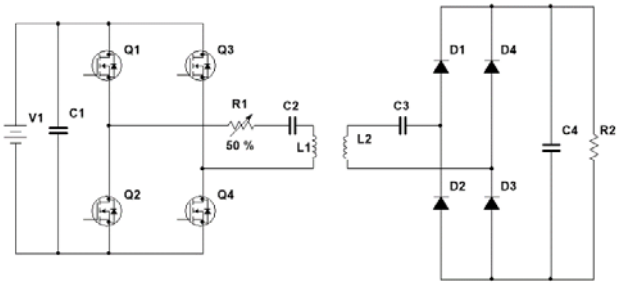


图 1 电路拓扑图

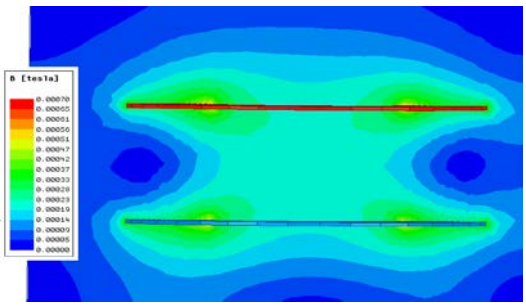


图 2 磁场云图

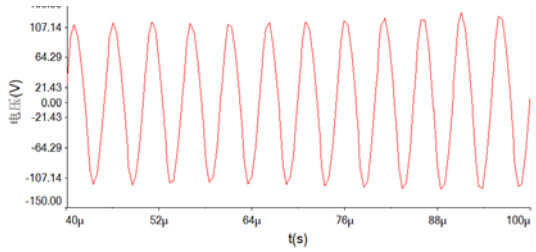


图 3 发射线圈电压波形图

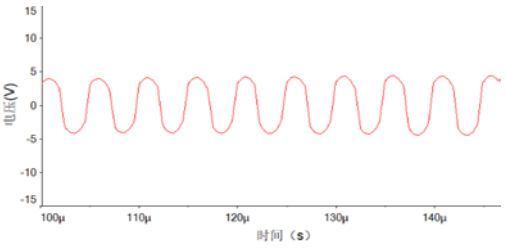


图 4 接收线圈电压波形图

四. 主要研究成果及应用情况

以第一作者在 IEEE I&CPS Asia 2022 发表论文《Design and Simulation of Radio Energy Transmission System Based on Magnetic Coupling Resonance》。

申请实用新型专利，一种输出电压可调的无线电能传输装置及用电设备，正在审核中。

联系人：王跃霖，　　电　话：17356261006　　Email:17356261006@163.com