



磁耦合谐振式无线电能传输系统研究*

蔡昕晨 李纪娴 胡安正

(湖北文理学院物理与电子工程学院 湖北 襄阳 441053)

(收稿日期:2018-03-25)

摘要:近年来,无线电能传输技术迅速发展,但有关传输效率和传输距离方面仍有许多需要探究的课题.利用磁耦合和谐振的物理原理,以STM32作为主控制器,再采用SPWM波全桥逆变和串-并联结构等技术,设计并研制出了一个基于磁耦合谐振式无线电能传输系统.文中对磁耦合模型,硬、软件设计也进行说明.系统具有效率较高、传输距离较远等特点.

关键词:磁耦合 电磁谐振 无线传能

传统的以输电线传输电能的方式,不可避免地存在输电线路磨损、接触火花和布线不便等问题.因此,发展无线电能技术是解决传统有线输电限制的重要途径.磁耦合谐振式无线电能传输系统实现了无线电能传输,并具有传输距离较远,传输效率较高等优点,为进一步的应用提供参考.

1 系统模型建立

磁耦合谐振式无线电能传输的原理分析方法可分为两种:耦合模理论(CMT)和等效电路理论.耦合模理论从系统的能量角度进行分析,比较抽象、不易理解;等效电路理论是通过系统电路搭建物理模型,结合等效参数完成原理分析,易于理解.磁耦合谐振式可分为4种等效电路模型:串联-串联、串联-并联、并联-串联、并联-并联.本文对串联-并联理论进行分析.

根据磁耦合谐振系统的传输模型建立如图1所示的等效电路图. U_s 为高频激励源电压; R_s 为高频激励源内阻; L_1, L_2 为发射和接收线圈的等效电感; R_1, R_2 为发射和接收线圈在高频下的等效电阻; C_1

为发射线圈串联补偿电容, C_2 为接收线圈的并联补偿电容, M_{12} 为发射和接收线圈的互感耦合系数; R_L 为负载电阻.

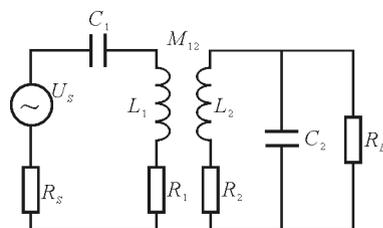


图1 等效电路图

2 系统硬件设计

系统采用STM32作为主控芯片,系统电路主要包括全桥逆变电路,整流滤波电路,采样电路及电源电路.

2.1 全桥逆变电路

全桥逆变电路将直流电转化为交流电为发射端提供高频激励源,电路如图2所示.电路采用两块半桥驱动芯片IR2104组成一个全桥驱动;MOS管采用IRF840,其具有驱动电流大耐压值高、开关频率高等特点.

* 襄科计[2017]10号年襄阳市科技研究与开发项目资助,编号: XKQ2017026

通信作者:胡安正(1965-),男,教授,主要从事大学物理教学及研究.

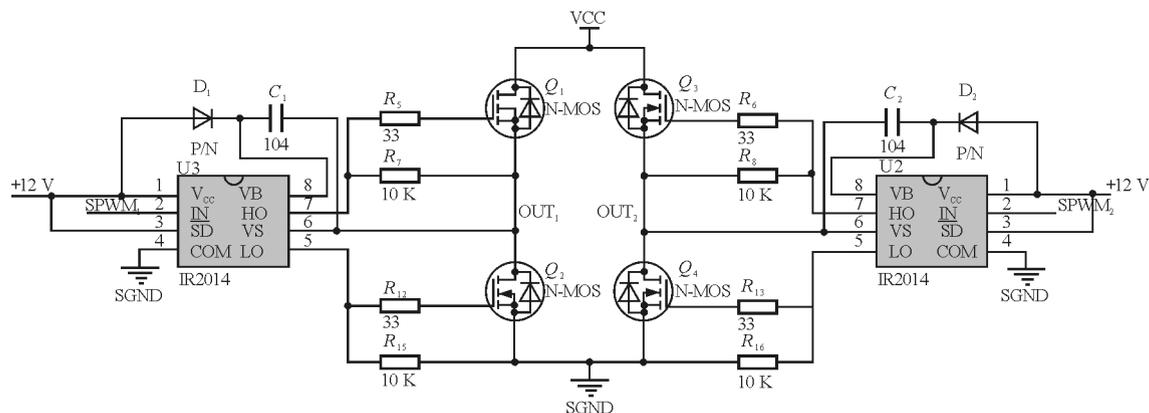


图 2 全桥逆变电路图

2.2 整流滤波电路

全桥整流电路采用 MBRF30100CT 肖特基二极管,具有耐高压、低导通电压、低阻抗等特性。二极管采用两两并联的方式连接,有效地降低二极管的内阻,减少电路中的损耗,电路如图 3 所示。

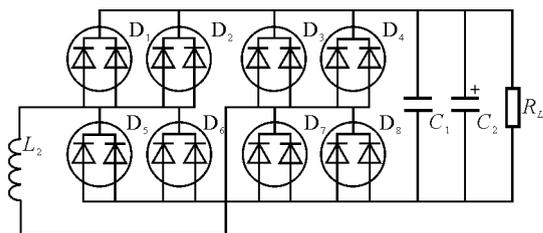


图 3 整流滤波电路图

3 系统软件设计

本系统软件的核心是 SPWM 程序的编写,SPWM 是脉冲宽度按正弦规律变化的 PWM 波形,也称正弦脉宽调制,按调制脉冲极性关系可分为单极性 SPWM 和双极性 SPWM 两种。本系统采用双极性 SPWM,通过 STM32F103C8T6 的高级定时器 TIMER1 产生两组互补 PWM,普通定时器 TIMER3 控制正弦波周期,在每个正弦波周期内,将生成的 512 个点的正弦表依次赋给 TIMx_CCRx 寄存器从而产生出双极性 SPWM 波。

4 结论

本文基于磁耦合和谐振的物理原理,设计出了一种磁耦合谐振式无线电能传输系统的设计,通过

STM32 正弦脉宽调制实现逆变,利用发射线圈与接收线圈的电磁耦合作用实现电能的无线传输,系统实物图如图 4 所示。通过实验测试,在传输距离为 10 cm 时传输效率达 60%;负载为 1W LED 时,传输距离可达 1 m。该设计具有传输距离较远、传输效率较高、易于操作、可靠稳定等特点。



图 4 系统实物图

参考文献

- 1 范兴明,莫小勇,张鑫.无线电能传输技术的研究现状与应用.中国电机工程学报,2015,35(10):2 584 ~ 2 600
- 2 闫蕾蕾,杨永鹏,冷文鹏,等.两线圈磁耦合谐振式无线电能传输的效率研究.甘肃科学学报,2018,30(01):21 ~ 37
- 3 黄学良,吉青晶,谭林林,等.磁耦合谐振式无线电能传输系统串并式模型研究.电工技术学报,2013,28(03):171 ~ 176,187
- 4 李阳,杨庆新,闫卓,等.磁耦合谐振式无线电能传输系统的频率特性.电机与控制学报,2012,16(07):7 ~ 11
- 5 刘贵云,林伟冬,黎家俊,等.磁耦合谐振无线电能传输研究现状及趋势.广州大学学报(自然科学版),2017(06):48 ~ 56