

文章编号: 1673-0062(2010)02-0052-05

多媒体无线设备感应充电装置设计

莫 轶

(南华大学 现代教育技术中心, 湖南 衡阳 421001)

摘要: 感应充电电源是通过电磁波进行电能传输的装置, 其包括高频激发和接收两个部分. 文中以推挽式电路结构为原型, 设计了感应充电装置, 并利用耦合感应器的漏感与串联补偿电容实现串联谐振. 控制电路中采用了脉宽调制芯片与单片机技术, 完成了感应充电谐振点频率的跟踪与输出功率的稳定控制. 这样克服了松耦合变压器的漏感大, 耦合系数随着耦合的松紧而实时改变, 电磁干扰大, 变换器效率低等缺点. 经实验验证, 在 24 V 交流电源供电下, 初级次级线圈耦合的距离从 2 mm 至 100 mm 都能完成充电控制, 结果表明该装置及其控制方法具有好的推广价值.

关键词: 感应电能传输; 松耦合变压器; 推挽电路; 谐振; 脉宽调制

中图分类号: TN 86 TM 910 6 **文献标识码:** B

Design for Inductive Power Transfer Changing Device in Wireless Media Equipment

MO Yi

(Modern Education Technology Center, University of South China, Hengyang Hunan 421001, China)

Abstract Inductive power transfer charging device is the power supply based on electromagnetic energy transmission, it includes high-frequency generator and receiver of two parts. The push-pull circuit is the prototype for the design, and in order to operate on the resonant state leakage inductance was utilized in series compensative capacitor. In control circuit pulse width modulation chip and microcontroller technology was adopted to track and locked the resonant frequency, and control the output power stability. The method can overcome some disadvantages of the loosely coupled transformer, such as larger leakage inductance, coupled coefficient changed by distance, electromagnetic interference, and low efficiency of converter. The experiment verifies that the charger supplied AC 24V can bring charging control to success in the case of coupling distance changed from 2 mm to 100 mm, and the results show that the device and its control method has good promotion value.

Key words inductive power transfer; loosely coupled transformer; push-pull circuit; resonant; PWM

收稿日期: 2010-03-18

作者简介: 莫轶 (1965-), 男, 湖南衡阳人, 南华大学现代教育技术中心实验师, 主要研究方向: 多媒体设备.

多媒体设备在教学演示过程中担当着的越来越重要的作用, 而相当多的多媒体设备采用电池进行供电. 这些电池分为一次性电池和可充电电池. 前者的使用将产生大量的废旧电池. 因目前我国很多地方没有专门处理废旧电池的装置, 这些遗弃的废旧电池对环境造成的影响越来越严重. 所以很多研究人员对充电技术进行了研究. 其中无线感应充电技术就是研究及应用热点. 无线感应充电技术具体表现为供电设备与充电设备之间的非接触连接而进行能量传输, 是基于电磁耦合理论的新型电能传输模式^[1-2]. 它可以克服传统充电方式所具有的一些缺点, 如发生火花、电极磨损和接触不良等. 实现能量的无线传输充电, 就需要将常规高频变压器分离为松散结构的变压器, 它的初级与次级绕组间的耦合系数会随着磁心间的距离而改变, 漏感大, 增加了绕组的损耗与功率

器件的应力. 因而需要从变换器的主电路与控制方式等方面进行设计研究. 本文将对移动式多媒体设备的无线感应充电控制问题进行设计.

1 无线感应装置总体设计

无线感应充电技术是利用电磁感应原理通过非接触的耦合方式进行电能传递的. 应用到多媒体无线设备感应充电装置的结构如图 1 所示. 主要分为高频激发电路和被充电负载两个部分. 两者通过松散的感应圈耦合, 其基本原理是: 从电网上的交流电经电磁干扰滤波器 (EMI) 及降压变压器后进入整流滤波电路变成直流电压, 再经高频变换器电路逆变成高频交流电, 然后经过感应耦合器的初级耦合到次级, 由高频整流电路整流后转换成直流, 为电池充电.

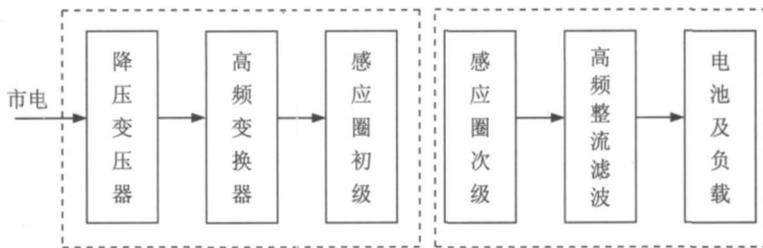


图 1 感应充电结构示意图

Fig 1 The construction diagram of inductive power transfer charging device

2 电路设计

2.1 供电电路设计

供电电路如图 2 所示. 其功能是提供谐振变

换器电路需要的 +30 V 直流, 以及控制电路的 15 V 与 5 V 辅助直流电源. 30 V 直流直接由交流 24 V 变压器从电网降压整流滤波供给, 15 V 和 5 V 分别由 LM 317 和 LM 7805 产生.

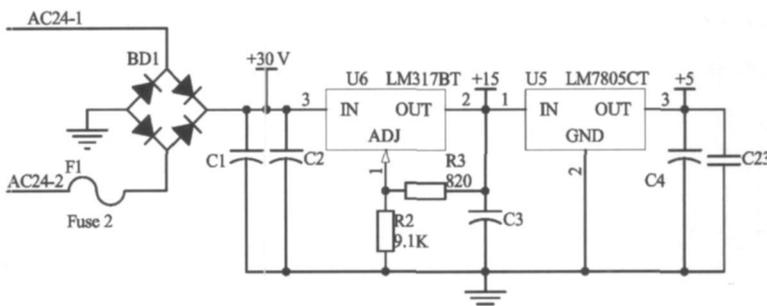


图 2 辅助供电电路

Fig 2 The auxiliary power supply circuit

2.2 高频谐振电路与耦合器设计

无线感应充电电路的关键部分是高频谐振回路设计. 本设计中使用如图 3 所示的电路. 其中主电路为由 Q3 和 Q4 组成的双管推挽电路为基础^[3]. T1-1 为高频松耦合变压器的初级, T1-2

为次级部分, 安装在多媒体移动装置中, 两者组成感应圈. 因为是松耦合, 漏感和励磁电感较大, 必需在耦合变压器的初级或次级使用补偿的方式提高能量的传输比, 减小变换器对周围环境的电磁干扰, 同时减小场效应管的损耗与应力. 所以在次

PWM 控制使用 TL494 集成电路,它是德州仪器公司生产的一种电压驱动型脉宽调制控制集成电路,主要应用在各种开关电源中.其内部电路由基准电压产生电路、振荡电路、死区时间控制电路、两个误差放大器、脉宽调制比较器以及输出电路等几个部分组成.设计的电路如图 5 所示.按常规接法 TL494 是一个固定频率的脉冲宽度调制电路,内置了线性锯齿波振荡器,引脚 6 和引脚 5 的外接振荡电阻与电容决定其振荡频率.而依据前述的要求,本设计需要实现松耦合变压器漏感与电容 C_r 之间的变频率谐振控制,故在电路设计上增加了两个部分,一是将 RC0 口输出的时钟信

号通过 R9 引入到 C30 上.改变时钟信号的频率就是改变电容充电正锯齿波的频率,相应的就是改变推挽电路的驱动信号的频率.二是从 RC1 口的 PWM 信号经过 R13 C14 等三级低通滤波器与跟随器后得到一个平滑电压,这个电压作用到 R18 上,与 R19 共同改变频率.

另外利用死区时间控制端实现充电启动控制,将 RB2 口接至引脚 4 当 RB2 高电位时 TL494 驱动信号为低,低电位时驱动信号按第一个误差放大器的同相端的大小改变,即单片机 RC2 口经 R10 C11 等三级 RC 低通滤波器得到的平滑的直流电压信号.

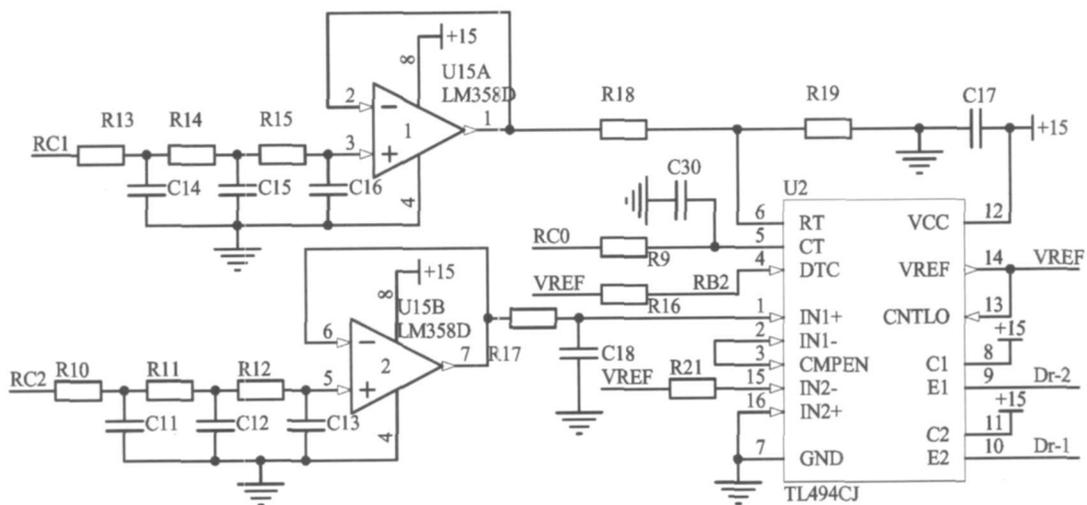


图 5 推挽控制电路

Fig 5 The push-pull control circuit

3 控制原理与过程分析

需要在图 2 的推挽电路中实现谐振控制,就必需使用变频率脉宽调制技术控制^[4].漏感与补偿电容可以等效为串联谐振电路,根据串联谐振电路的特性可知,当发生谐振时电路显纯电阻性,电流最大.这种松耦合变压器当其由紧耦合变为松耦合时,绕组电感值急剧下降,随气隙的逐渐增大绕组电感值变化变缓慢.所以推挽电路在固定 PWM 驱动信号占空比的情况下,让其频率从低到高改变,并检测电阻 R26 上的电流平均值是否最大就可以知道工作频率是否在谐振频率处.

图 4 与图 5 的电路实现谐振频率跟踪控制的过程如下:当启动充电时, RB2 为低电平时, RC2 口输出固定频率的低占空比功率控制信号,此时

TL494 输出最小频率 f_{min} (约 20 kHz), 占空比为 25% 的驱动信号至推挽电路,然后单片机经 RA0 口检测 I_s 电流的大小,并记忆这个电流与频率.如果超过 5 V,说明没有负载,设置 RB2 为高电平,关闭驱动输出信号.若 I_s 没有超过 5 V,然后 RC0 与 RC1 配合输出,让推挽电路的频率从 20 kHz 变化到 120 kHz (或更高),单片机比较前后每个频率点的电流,直到找到最大电流点的频率.由于 PIC16F873 片内有 EEPROM,所以可以在线修改和更新驱动频率信息.在这个过程中, RC0 的步进频率为 10 kHz 而 RC1 输出 10kHz 不同占空比的信号经滤波后得到直流电压作用在 R18 上,去实现 10 kHz 内部的频率细调.

输出功率的调节是在上述谐振频率锁定之后来实现的,将采集的电流大小与给定值比较,按 PI 调节方式控制.在此就不多描述.

4 实验与结论

为了验证设计的电路及控制方法的正确性,试制了样机电路,经反复地调试,最终确定了各个元器件及程序,初级与次级能在 2~100 mm 内实现无线磁耦合感应电能充电控制,并且能进行多个负载输出单独充电,很好地实现了谐振频率搜寻锁定以及充电电流稳定控制功能.但是本设计在感应圈设计方面仍然还有很大改进的空间,需要进一步研究与探索,优化设计,以使传输效率达到更高.

该控制方法能克服感应圈的漏感大,耦合系数随着耦合的松紧而实时改变,电磁干扰大,变换器效率低等缺点.该装置及其控制方法具有好的

推广价值,可以向可便携式设备、消费电子和通讯设备领域扩展应用.

参考文献:

- [1] 刘志宇, 都东, 齐国光. 感应充电技术的发展与应用[J]. 电力电子技术, 2004, 38(3): 92-94
- [2] 张敏, 周维维. 松耦合感应电能传输系统的分析[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2006, 29(7): 33-37.
- [3] 徐德鸿. 开关电源设计指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004
- [4] 朱建华, 罗方林. 功率谐振变换器及其发展方向[J]. 电工电能新技术, 2004, 23(1): 55-59.
- [5] 李学海. PIC 单片机实用教程: 基础篇[M]. 2版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.

(上接第 46 页)

比特数约束下,多用户在多子载波上自适应比特和功率分配的数学模型,提出了一种新的基于动态规划的速率和功率自适应相结合的资源分配算法.在典型电力线信道环境下的仿真结果表明,该算法的性能优于已有的多用户资源分配优化算法,且能更好地满足电力线通信中多用户资源分配的多目标要求.

参考文献:

- [1] Nikolaos P, Theodore A. Resource allocation management for indoor power-line communications systems[J]. IEEE Transactions on Communications, 2007, 22(2): 893-903
- [2] Kim B S. Link-adaptive physical layer for indoor broadband power-line communications[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 2009, 24(1): 103-110
- [3] 赵宇明, 王赞基, 郭静波, 等. 考虑功率谱限制的电力线通信比特分配算法[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(5): 43-48
- [4] 赵宇明, 郭静波, 王赞基, 等. 电力线高速通信中比特交换和功率调整算法[J]. 清华大学学报(自然科学

版), 2006, 46(10): 1645-1648

- [5] Oh S W, Chiu Y L, Ng K N, et al. Cognitive power line communication system for multiple channel access[C] // Lutz Lampe. 2009 International Symposium on Power Line Communications and Its Applications USA: IEEE, 2009: 47-52
- [6] 张冬梅, 徐友云, 蔡跃明. OFDMA 系统中的功率和比特高效分配算法[J]. 通信学报, 2008, 29(4): 108-113
- [7] 徐志强, 翟明岳, 崔翔, 等. 基于资源因子的电力线通信系统自适应资源分配[J]. 中国通讯(中英文版), 2009, 6(4): 55-63
- [8] 甘应爱, 田丰, 李维铮, 等. 运筹学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005
- [9] 孙卓, 彭木根, 王文博. 保证混合业务质量的跨层 OFDMA 资源分配方法[J]. 北京邮电大学学报, 2006, 29(6): 3-57.
- [10] Guerrini E, Amico G D, Bisaglia P, et al. Bit-loading algorithms and SNR estimate for HomePlug AV[C] // Lutz Lampe. 2007 International Symposium on Power Line Communications and Its Applications USA: IEEE, 2007: 77-82