吉林大学本科毕业设计（论文）外文文献翻译

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 学 院 | 电子科学与工程学院 | | | | 专业 | **电子信息工程** |
| 学生姓名 | 聂俊宇 | | | | 学号 | **19220309** |
| 指导教师 | 李秀英 | | | | 职称 | **副教授** |
| 所在教学系 | 电子信息工程系 | | | | | |
| 合作导师 |  | | 职称 |  | 单位 |  |
| 设计（论文）题目 | | 基于MCU的智能LED图示条幅的设计 | | | | |
| 外文文献翻译：  一种用于可调照明应用的高效率、高功率因数、  低成本的RGB LED系统的设计与开发  中文摘要：在发展中国家，商用的品牌智能RGB LED产品对于大多数人来说非常昂贵，尤其是在家庭应用中，而当地更便宜的国产同类产品则有功率因数差和电路效率低的缺点。为了解决这些技术问题，本文陈列了一种具有高输入功率因数、良好电路效率、低制造成本和用户友好型控制接口的智能RGB LED系统。此系统的独特功能为：第一，前端交流/直流转换器是一种可以减少多驱动和电感需求的常压、多输出反激式转换器；第二，同一个转换器工作在间断导通模式以实现高输入功率因数；第三，对于调光和调色，MOSFET开关的脉冲宽度调制（PWM）控制由Arduino Mega 2560微控制器完成，而不是其他更昂贵和复杂的选择；第四，微控制器通过一个HC-05蓝牙模块从手机或电脑获取控制信号。实验室测试表明，该LED系统在宽范围的颜色和发光强度范围内，具有接近1的输入功率因数（0.928-0.985）和较高的效率（88.14%-95.46%）。一项比较研究显示，就物料清单、经济性、功率因数及效率而言，此系统优于此前已知的多色LED系统样本。  关键词：Arduino；色彩调教；反激式转换器；LED驱动；RGB LED；智能照明 1.引言 如今，发光二极管（LED）正服务于人类活动中各个领域的照明需求。除了非常高的发光效率和最长的照明时间，LED取得广泛接受和应用的另一个关键因素是它的易调节能力。在可调的LED照明中，场景的颜色表现和照度可以根据用户的视觉和生理偏好进行改变。一个可调LED模块可由多色LED芯片的不同组合组成。大多数的商用的可调LED模块不是使用冷白光（CW）和暖白光（WW）LED的组合就是红绿蓝（RGB）LED的组合。据报道，与CW-WW组合相比，RGB组合具有更大的流畅性和更好的发射光光谱成分控制能力。由RGB LED产生的广色域颜色更适合通用、装饰、娱乐和背光应用。  Philips Hue是同类别中首款将RGB LED用于室内照明的商用产品。如今，其他制造商也有类似产品可供选择。这些商用RGB LED系统具有以下两个主要缺点：  ——对于类似印度这样的发展中国家中的大部分人来说，此类产品成本过高且超过了他们的负担能力；  ——此类产品的控制机制对于普通人，尤其是老年人来说过于复杂繁琐。  以上两个问题可以通过使用更便宜的组件和更简单的控制接口解决，就像当地生产的非品牌的RGB LED系统那样。但在这些方案中，电路效率和输入功率因数经常被忽略。总之，这些非品牌的RGB LED产品存在低电路效率和低输入功率因数的缺点。  在现有的工作中，通过开发一种具有用户友好型控制接口、高输入功率因数和良好电路效率的低成本智能RGB LED系统解决了上述的科学问题。为了降低该系统的制造成本，首先，本系统使用更熟知和经济的微控制器Arduino Mega 2560代替复杂且昂贵的方案，作为系统的核心；其次，微控制器通过成本2.5$的HC-05 蓝牙模块与智能手机和电脑进行通讯；此样本的总体制造成本约为24.88$，远远低于商场中在售的类似品牌产品。  大多数早期的可调LED系统使用多个LED驱动器，每个决定单独颜色的LED阵列；本项目中，设计并实现了一种基于并联负载支路反激式转换器拓扑结构具有电气隔离和多路恒压输出的LED驱动。这种具有多路输出设计的LED驱动提供了如下的技术优势：  ——更少的组件；  ——只有一个耦合电感（即反激式变压器）；  ——只有一个用于输出总线电压的反激回路。  基于以上三个因素，不仅降低了系统的成本，也减少了损耗，最终改善电路效率为（88.14%-95.46%）。此外，在间断导通模式的前端反激式转换器的合理设计确保了符合国际标准的高输入功率因数（0.925-0.958）。  本论文结构如下：第二节描述了RGB LED系统的设计与开发流程，第三节详细阐述了表现评估结果，第四节呈现了一份此系统与先前提到产品的简要技术对比。 2.LED驱动系统的设计与开发2.1科学目标 本项目的科学目标是开发一种具有简单控制接口，高输入功率因数和良好电路效率的高性价比的智能RGB LED系统。为此目标开发的RGB LED系统的示意图如图1所示，包含一个多路输出的前端转换器、LED模块、MOSFET开关组以及控制系统和接口。此系统的主要功能为：  ——具有含一个耦合电感的LED驱动（即反激式变压器）和三个分别为RGB LED供电的恒压输出；  ——前端转换器为一个为更好输入功率因数和更小磁性部件设计的DCM反激式转换器；  ——控制系统的核心是经济的、广泛使用和用户友好的微控制器Arduino Mega 2560，且通过HC-05蓝牙模块通讯。 2.2系统的组成 交流电压通过由二极管桥式整流器供电的反激式转换器转换为直流总电压。RGB LED阵列组并联接入到此总电压。在每个LED阵列的阴极，串联一个MOSFET开关以实现亮度调节和颜色控制功能。这些MOSFET的栅极由被智能手机或电脑控制的微控制器单元控制。 2.3LED模块和MOSFET组的设计 LED模块由当地商场获取的6脚大功率RGB LED组成。每个LED包含三个不同颜色（RGB）的电气独立的芯片，总额定瓦数为3W。6个这样的LED在铝制散热片组成2x3的矩阵，如图2所示。每组LED串联一个限流电阻以限制电流，阻值由公式（1）计算得到  其中为限流电阻阻值，为总电压，为串联LED的数量，为一个LED芯片的额定正向电压，为单个LED芯片的额定电流。  相关的设计参数如表1所示，等效电路如图3所示。同一颜色的阴极短接在一起，三个快速开关的*IRFZ44N*N沟道MOSFET作为调光开关与三个这样短路的端子串联。MOSFET组的图片如图4所示。从微控制器获取的门控脉冲信号的占空比决定MOSFET的开关时间，从而决定发射光的颜色和强度。 2.4并联负载支路（PLB）反激式转换器的设计 DBR馈电反激拓扑因为其低成本、高效率和电气隔离被选为前端转换器。对于多色LED照明应用，这种转换器有三个可选的版本：  ——带有多个次级绕组的转换器；  ——带有抽头次级绕组的转换器；  ——带有一个恒压次级绕组的转换器，可为多个并联LED组供电，名为并联负载支路（PLB）LED驱动。  一项最近的研究表明，就效率、功率因数和经济性而言，PLB LED驱动是最好的选择，因此本项目采用此方法。此转换器工作在间断导通模式以实现高功率因数。使用如下的方程式（2）-（4）得到表2所示的此驱动的功率回路参数。图5为此驱动的电路示意图。  其中，和分别为最小和最大的RMS供电电压；为转换器在DCM下的占空比（<0.5）；为原边与副边的匝数比；为反激式变压器的互感系数；为开关频率；为并联的LED组数；为输出电压的最大纹波含量。为转换器的输出电容。 2.5控制和接口 本项目选择基于ATmega2560微控制器的Arduino Mega 2560 开发板作为控制单元。微控制器的PWM引脚分别连接至控制R、G、B LED的MOSFET的栅极。微控制器的引脚连接至实际恒定为直流12V的，GND引脚连接至MOSFET组的公共地端。  本项目使用HC-05蓝牙收发模块进行微控制器与智能手机或电脑的通讯。微控制器和MOSFET组及蓝牙模块的连接如图6所示。使用Arduino IDE实现的LED颜色和发光强度控制算法的流程图如图7所示。  本项目使用Google Play Store下载的安卓移动应用“Colour LED Controller”控制RGB LED。应用的界面如图8所示。“BT List”按钮显示可用的蓝牙设备。HC-05模块首先与智能手机配对，然后，通过点击目标颜色或调整与红、绿、蓝基色相对应的滑块预览想要的颜色。R、G、B滑块旁边的值显示R、G、B LED的相对强度，顶部“current colour”显示发射光的颜色。 3.本系统的实验评估 为了评估本RGB LED系统的电学和光度性能，我们在实验室准备了如图9所示的实验装置。使用一个稳压交流电源以额定电源电压（230V，50Hz）为系统供电，使用数字功率计测量输入功率，使用数字电流表和电压表测量供电断和负载端的电流和电压。在每个期望颜色和发光强度等级的输入功率因数和电路效率分别由（5）和（6）得到。  使用Techtronix 1072B数字存储示波器记录施加在RGB LED上的PWM电压，在距LED模块54cm处设置Metravi 1300照度计测量发光照度。  此系统的测试在两种不同的模式展开，即：  在模式1，设置LED模块发射最大强度的三种原色光（红、绿、蓝），三间色光（黄、品红、青），三种中间色光（紫、粉、青柠）以及白光。实验数据如表3所示。工作在此模式的LED模块的实例图片见图10，相应的电压波形见图11，不同颜色下电路效率和输入功率因数的条形图见图12。显然，当系统发出最大强度的白光时，电路效率和输入功率因数都达到最高，输入功率因数在0.937-0.986范围内，电路效率在88.14%-95.46%范围内。  在模式2，通过调节移动应用中的虚拟滑块，LED系统的输出功率从小到大逐渐增加。输入功率因数、电路效率和照度的变化与输出功率的关系如图13所示。显然，随着输出功率在3.75W-21.75W的范围内变化，输入功率因数几乎线性地从0.928到0.985增加，同时电路效率从88.22%到95.45%增加。在高输出功率条件下，效率的增长率因为温度的增加而减小。照度从104.75lx到810.42lx略微呈二次曲线增加。 4.与之前产品的比较及成本分析 本RGB LED系统与之前的类似产品进行了多项技术参数的比较，如表4所示。Modepalli和Leila基于单电感多输出（SIMO）拓扑结构开发了一种用于多色LED的样品，效率为91%。然而，本项目中发现了如下的限制：  ——该系统为DC驱动，因此在实际应用中需要额外的AC-DC前端转换器；  ——该系统使用了过多的输出电解电容，这可能对系统的总体可靠性产生负面影响。  与本项目相比，Huang 等人使用独特的部分功率调节方案实现了更高的效率（96.5%），然而，该项目使用具有多个次级绕组的反激式转换器作为前端转换器，成本更高。此外，样品的三个输出电容的尺寸也更大。Zhan等人成功从他们的驱动样品中移除了所有的输出总线电容，这对系统的可靠性和寿命而言意义重大。然而，MOSFET开关数量的增加必然增加功率损耗和制造成本。此外，该样品由直流供电，其效率未经过评估。  在最新的交流供电的多色LED驱动中，X.Liu等人使用额定功率7.2W的LED模块实现了大约91%的效率。但是在前端转换器方面，他们使用了输入功率因数未经评估的SIMO buck转换器。P.Liu等人为额定功率更低（6W）的RGB LED模块开发了一种高效的、高功率因数的驱动，然而，他们的项目有如下的限制：  ——总共使用了5个MOSFET开关；  ——三个输出电容的尺寸很大（分别为3000μf、1000μf、100μf，25V）。  本项目在成本和灵活性上进行权衡并结合之前项目的优点。本系统兼容交流供电，因为前端转换器为有并联负载支路的间断导通模式的反激式转换器；输出电源总线上只需一个电解电容；变压器电感和输出电容的尺寸合适；在大范围的目标颜色和输出功率情况下，输入功率因数接近1（0.928-0.985），同时系统的效率也更高（88.14%-95.46%），这比大部分之前的产品都好。本系统制造成本的明细见表5，总制造成本约为1990 INR≈24.88$，远低于Philips制造的智能灯，约为2800 INR≈35$，产品大规模生产时成本大幅减少。 总结 本项目的科学目标是开发一种低成本、具有接近1的高功率因数和高效率、带有简单控制接口的智能RGB LED系统，以便在发展中国家作为同类商用产品的替代品。区别于之前的产品，本项目的前端功率级为PLB多输出反激式转换器，这种转换器的合理设计减少了电感数量的需求，节约总体材料成本，最小化功率损耗。此外，此转换器的间断导通工作模式保证了高输入功率因数。颜色和光强的调节由三个分别串联在R、G、B LED的MOSFET实现。MOSFET的控制信号来自Arduino Mega 2560 微控制器，可通过预装在智能手机或电脑上的免费安卓应用通讯，这种控制接口是本项目实现低成本的主要原因。经评估，此系统比同类的品牌产品便宜28%。实验数据表明，此驱动在大范围的颜色和发光强度范围内具有88.14%-95.46%的高效率和0.928-0.985的高输入因数。对比分析表明，本系统在多个重要因素中优于之前的产品，如低成本、高输入功率因数和高电路效率。未来，本方案将扩展琥珀色和白色RGB LED系统开发，以及类似的高功率户外照明系统。  外文文献原文： | | | | | | |
| **指导教师意见：**  指导教师签名：  2026 年 2 月 11日 | | | | | | |

**注：**附外文文献。