



光控声控开关电路

院系：信息科学与工程学院

专业：电子信息科学与技术

学生姓名：张浩然 12020021013

张冬 12020021012

魏岩 12020021008

指导教师：郑海永

联系邮箱：haikulou@qq.com

摘 要

光控灯和声光控灯是居家照明的重要组成部分（如楼道、卫生间、小巷等），它们的出现使我们的生活方便许多，既可避免摸黑找开关造成的摔伤碰伤，又可杜绝楼道灯有人开、没人关浪费能源的现象。

介绍了用三极管和与非门芯片实现光控灯和声控灯的原理，重点介绍了二者的实现方法和具体细节，及制作过程中遇到的问题和相应的解决方案。

关键词：光控灯、声控灯、光敏电阻、麦克风、导通、截止

0. 引言

随着现代科学技术的发展，越来越多的高科技节能产品出现在我们生活的方方面面，声控灯、光控灯是居家照明的重要组成部分，光控灯是由光控开关和LED灯组合而成。声控灯由麦克风，放大电路和LED灯组成。在地球资源日渐衰竭的今日，环保、节能是当今各产业发展的重心，尤其是需要消耗大量电力的照明产业，基于此目的的研发工作更是趋向环保、节能的特性上著眼。因此，开发新型高效、节能、寿命长、环保的电路对居家照明节能具有十分重要的意义。由此声控、光控LED灯的诸多优点在现在正逐渐取代传统的照明设备，是照明产品的新兴光源，有「绿色照明」光源之称，未来将光芒耀眼，发展潜力无限。声控、光控LED具有节能、体积小、发热量低、寿命长、耗电量小、反应速度快、易控制等众多优点，极大的满足了人们日常生活的需要，因此十分被灯饰业者看好。

光控灯，安装方便，使用寿命长。集光学、材料和电路技术为一体组成的自动照明开关，白天或光线较强时，开关电路为自锁状态，LED灯不亮，当光线黑暗时或晚上来临时，开关自动打开，LED灯亮，从而实现了白天自动熄灭夜间自

动打开的目的，节省了人为的控制。

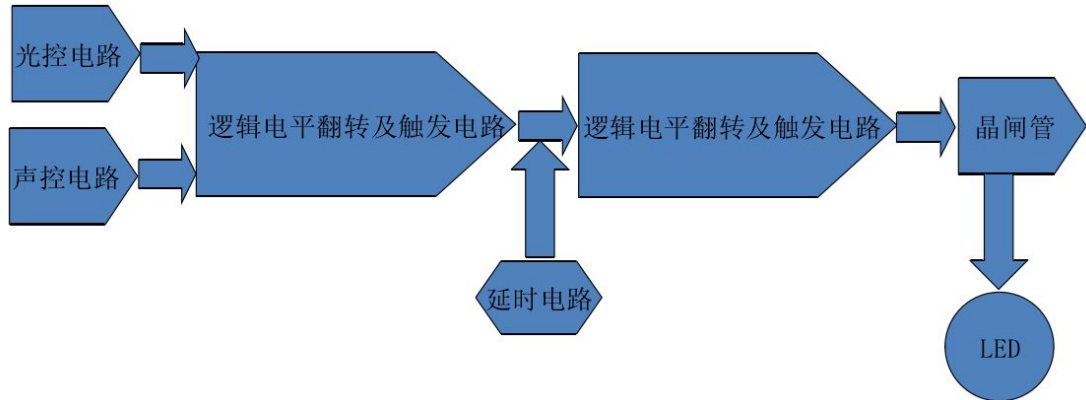
声光控集声控、光控、延时自动控制技术为一体, 内置声音感应元件, 光效感应元件, 白天光线较强时, 受光控自锁, 有声响也不通电开灯; 当傍晚环境光线变暗后, 开关自动进入待机状态, 遇有说话声、脚步声等声响时, 会立即通电, 亮灯, 延时半分钟后自动断电; 能延长灯泡寿命 6 倍以上, 节电率达 90%。

二者都为人们的日常生活提供诸多方便。

本文的主要内容包括:

通过模拟电子技术的学习, 提出了一种基于晶体三极管工作状态的系统设计方法, 结合光敏电阻的随着外部环境的阻值改变的特性, 给出光控灯的设计方案, 在此基础上结合数字电子技术的优点, 引入拾音器将声控功能加如其中, 同时实现声控和光控, 以下给出了二者详细的设计过程, 包括软件设计、软件仿真, 以及测试和实验结果。

1. 设计方案



本设计方案利用 Multisim 软件来实现对各个电路模块的制作与仿真, 使之得到正确的结果。进行完电路的仿真后, 再用 Altium Designer 13.0 进行对 PCB 板的设计与制作, 从而制作出实物。

2. 设计过程

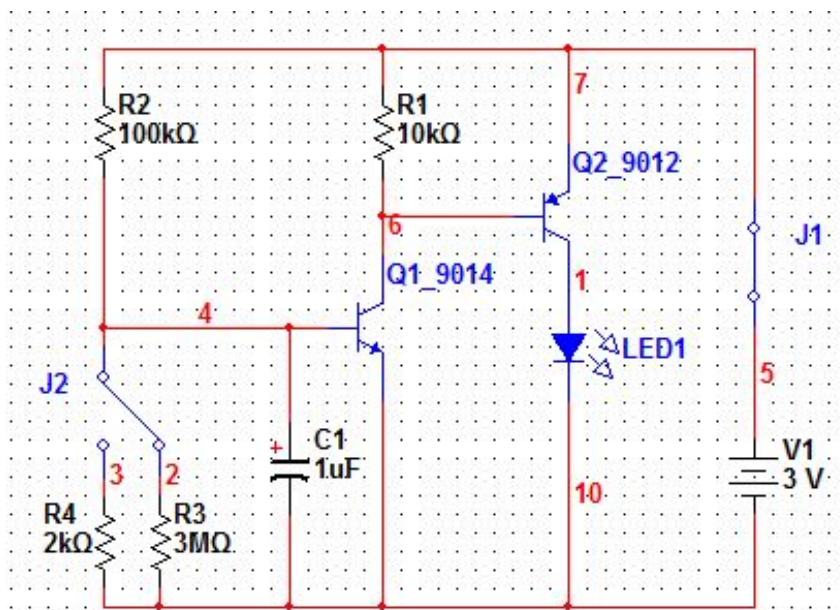
2.1 光控电路

原理：

要设计光控灯，首先要掌握光敏电阻的特性，光敏电阻又称光导管，是利用半导体的光电效应制成的一种电阻值随入射光的强弱而改变的电阻器，常用的制作材料为硫化镉，另外还有硒、硫化铝、硫化铅和硫化铋等材料。这些制作材料具有在特定波长的光照射下（光敏电阻器对光的敏感性（即光谱特性）与人眼对可见光（ $0.4\sim 0.76$ ） μm 的响应很接近，只要人眼可感受的光，都会引起它的阻值变化），其阻值迅速减小的特性。这是由于光照产生的载流子都参与导电，在外加电场的作用下作漂移运动，电子奔向电源的正极，空穴奔向电源的负极，从而使光敏电阻器的阻值迅速下降。光敏电阻器一般用于光的测量、光的控制和光电转换（将光的变化转换为电的变化）。经测量随着外部环境的改变，本次所用光敏电阻阻值的变化范围为 $2\text{K}\sim 3\text{M}$ ，即在有光照射时电阻阻值下降，无光照时阻值上升，根据这一特性可以控制三极管工作状态进而控制灯的亮灭的电路。

三极管工作状态分为放大、截止和饱和。当工作在放大区时，发射极正偏，集电极反偏；当工作在截止区时，发射极和集电极均反偏；当工作在饱和状态时，发射极和集电极均正偏。同时三极管有两种材料做成，一种为硅管，其正偏发射结导通电压为 0.7V ；一种为锗管，其正偏发射结导通电压为 0.3V 。三极管种类有 NPN 和 PNP 两种，本次课设用到的三极管为 NPN 型硅管 9014 和 PNP 型硅管 9012。

仿真：



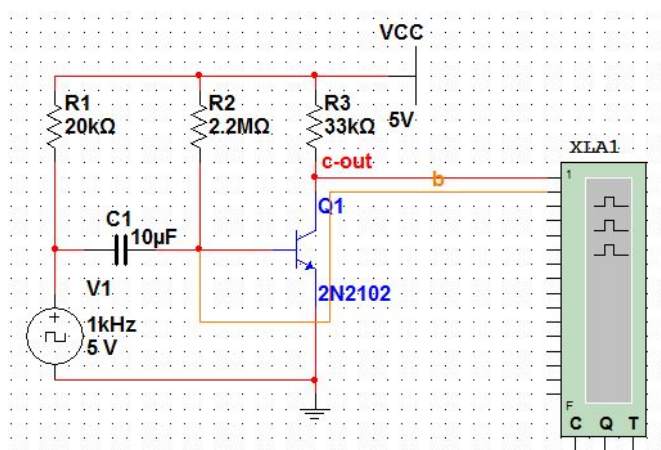
经实测光敏电阻的阻值在有光照射时大约在 2K 左右,无光照射时阻值大约在 3M 左右,所以用 R3、R4 和一个开关来代替光敏电阻,当开关拨向阻值在 R3 时(无光照射时),发光二极管发光(图中发光二极管三角形成红色),仿真图如图所示。

2.2 声控电路

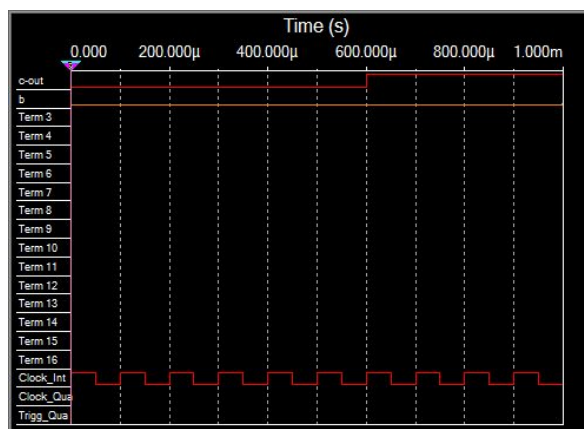
原理:

声控电路主要利用的是麦克风可以将声音信号转化成电信号的特性,人透过麦克风说话,麦克风产生电位信号,引起电位的变化,因而在晚上时引起灯亮。

仿真:

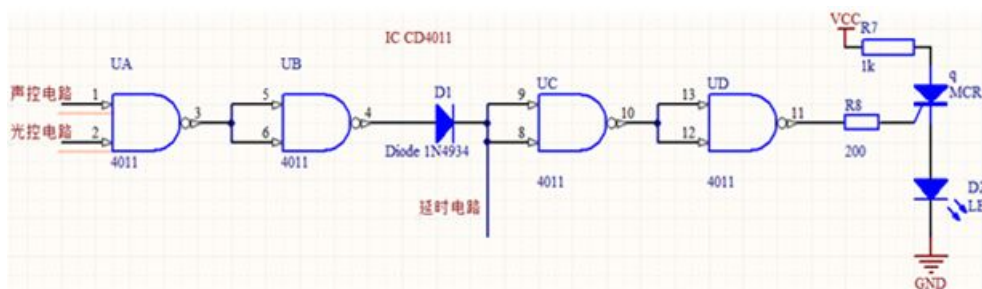


从右图可以看出产生的信号波形:



从而证明麦克风也可以通过这个电路产生电位信号。

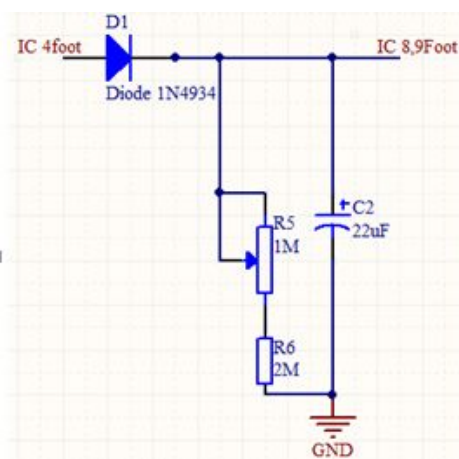
2.3 逻辑电平翻转及触发电路



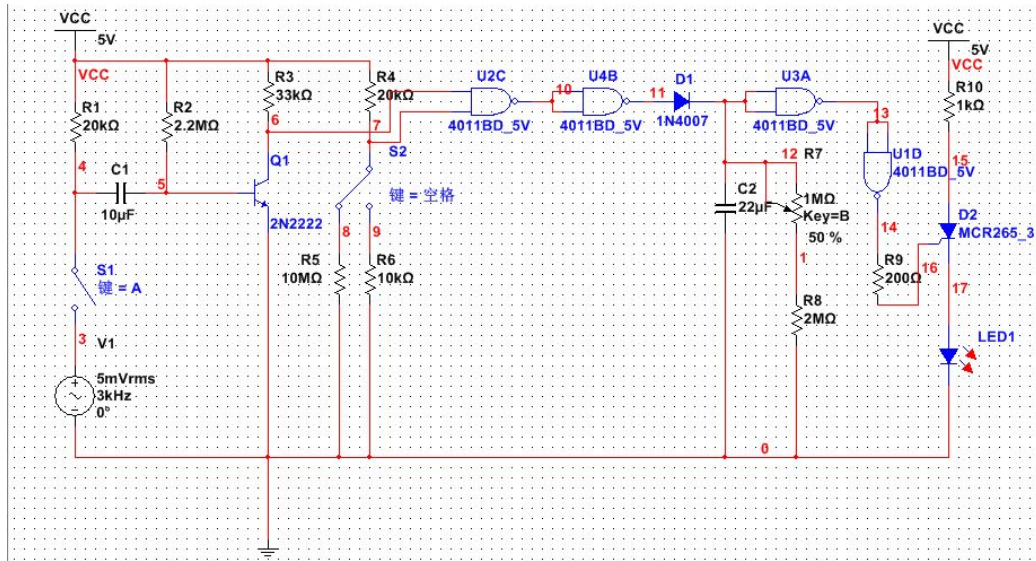
如图所示，由四二输入与非门 IC(CD4011)及 R7、R8 等组成。图中看出白天或光线很亮时，与非门 IC(a)的 1 脚为低电平, 3 脚输出为高电平, 经过 IC(b)、IC(c)、IC(d)的电平翻转, IC(d) 11 脚输出为低电平, 晶闸管不被触发, 灯不亮; 当环境光线较暗使 IC(a)的 2 脚为逻辑高电平时, 为 IC(a)的翻转提供了必要条件, IC(a)翻转与否受控于 IC(a)1 脚电平的高低 (声控输入端)。当有声音信号输入使 IC(a)的 1 脚为高电平时, 输出 3 脚跳变为低电平, 4 脚跳变为高电平并经 D1 向 C1 充电, C3 上的电压不断升高, 当 C3 上的电压上升到 IC 逻辑高电平时, 10 脚变为低电平, 11 脚输出高电平, 经 R7 加到晶闸管 q 控制极, 晶闸管 q 被触发导通。

2.4 延时电路

如图所示，由 R5、R6、C2、D1 等元件组成。结合声控电路光控电路分析，当晶闸管 q 被触发导通时 C1 上的电压降低，MK1 拾音器的灵敏度降低，VT 重新饱和，3 脚为高电平，4 脚变为低电平，由于 D1 的隔离作用，C2 上的电压仍维持 8、9 脚高电平，11 脚也为高电平，C2 上的电压通过 R5、R6 放电，直至 C3 上的电压降低至 IC 逻辑低电平时，11 脚变为低电平，晶闸管 q 在正负极间的电压过零时被正向阻断，C2 上的电压重新升高，MK1 恢复拾音灵敏度，等待下一次声控信号的输入，IC 8、9 脚电位从高电平降低为低电平的时间，即为开关接通的维持时间，由 C2 和 R5、R6 的数值确定。



2.5 电路合并



仿真结果:

开关拨向 R6, S1 闭合与否, LED 灯都不发光。

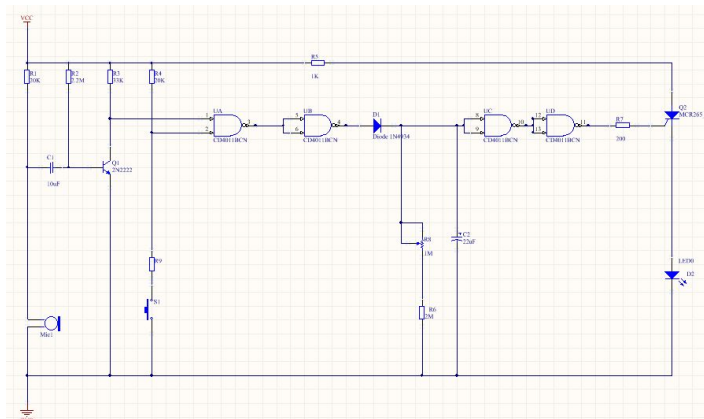
开关拨向 R5, S1 开启, LED 灯不发光; S1 闭合, LED 灯发光, 再开启 S1, 经过 35s 左右, LED 灯灭。

3. 电路板设计

软件 Altium Designer 简要介绍:

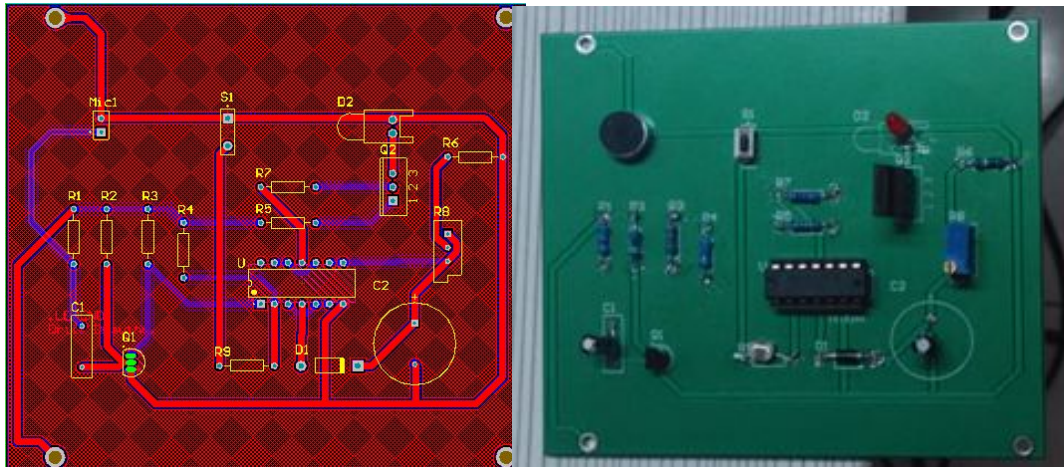
Altium Designer 提供了唯一一款统一的应用方案, 其综合电子产品一体化开发所需的所有必须技术和功能。Altium Designer 在单一设计环境中集成板级和 FPGA 系统设计、基于 FPGA 和分立处理器的嵌入式软件开发以及 PCB 版图设计、编辑和制造。并集成了现代设计数据管理功能, 使得 Altium Designer 成为电子产品开发的完整解决方案——一个既满足当前, 也满足未来开发需求的解决方案。

原理图:



PCB:

电路板:



4. 实验总结

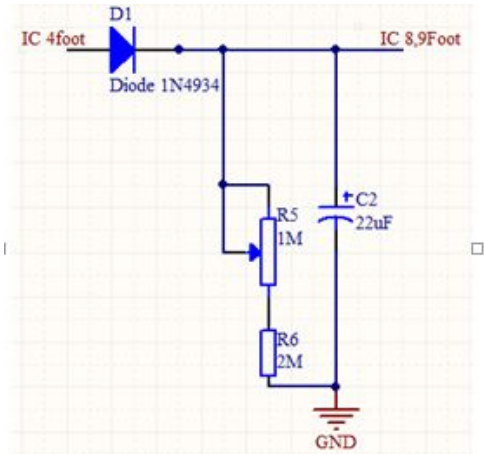
这次课程设计让我学到了很多，从开始设计到最后的仿真，实物，这是一个珍贵的学习过程，学习了电路设计，也学会了 Multisim 软件的使用，同时也让我又多学会了一个软件 Altium Designer，我觉得对我们日后的工作学习也会有巨大的帮助。不仅巩固了先前学的模电的理论知识，而且也培养了我们的动手能力，更令我们的创造性思维得到拓展。希望今后类似这样课程设计、类似这样的锻炼机会能更多些！

虽然此次制作出的实物得到的结果不太理想，但我们还是很高兴可以有这样锻炼制作实物的机会，对于这次的小项目，我们并没有打算放弃，我们会在业余时间把这个电路继续调试完善。

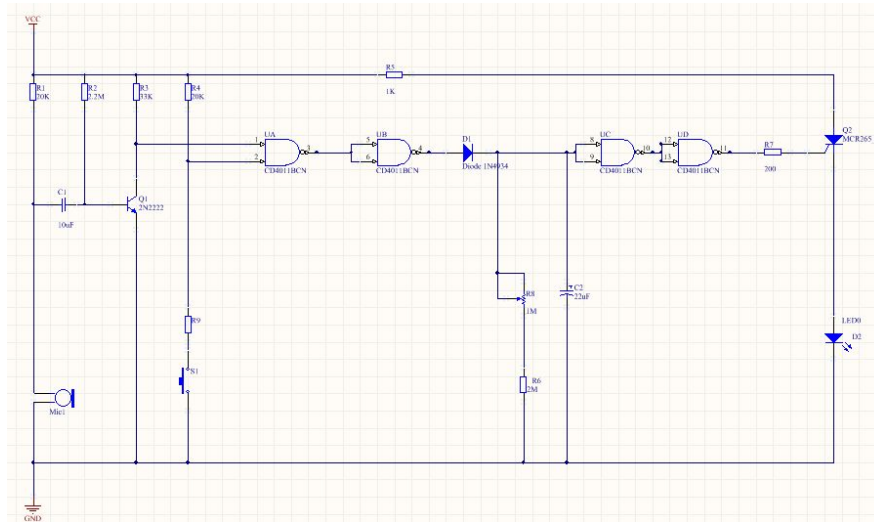
5. 致谢

首先非常感谢我们的通信电子电路老师郑海永老师，他虽然没有给我们在项目制作具体方面进行指导，但他交给了我们方法，让我们不拘泥于课本上的知识，并且给我们提供了一个很好的平台，让我们班级上的许多同更方便的进行交流。在我们的实物制作过程中，郭磊同学向我们提供了电烙铁来进行电路板的焊接，非常感谢他。并且感谢在平台上发布 Multisim 软件的和针对这个软件出现的问题提出解决方案的同学们。

8.4 延时电路



8.5 电路原理图



8.6 PCB

8.7 实物图

