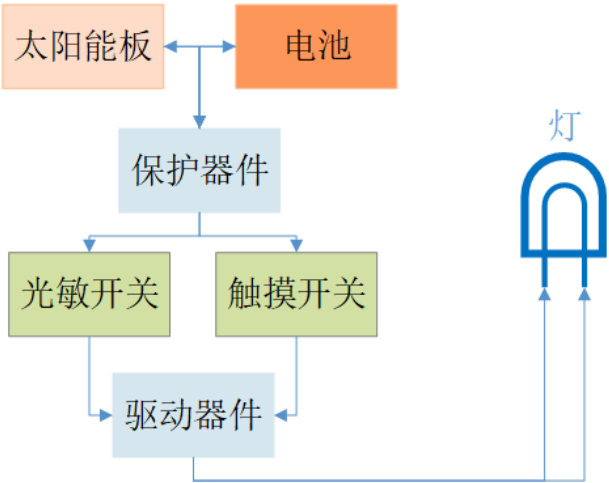


一.电路设计与仿真

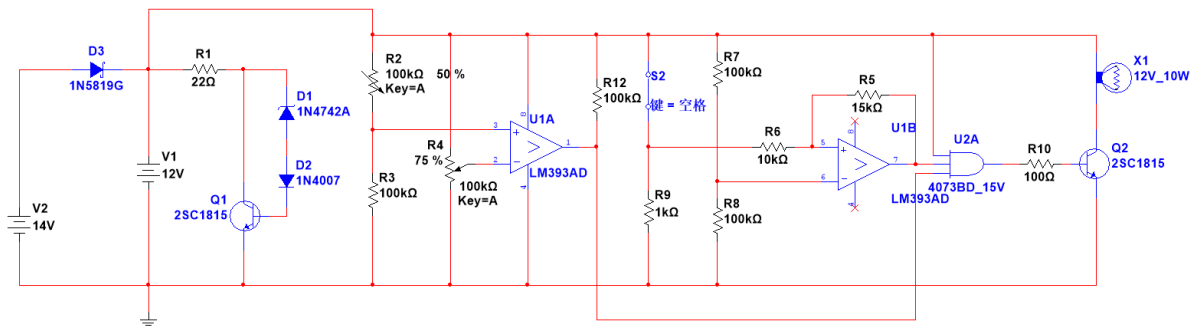
设计想法与思路

想法来源于课堂中的例子和老师讲过的东西，也来自于实际生活的所需。本次设计了一个公共场所用灯（如夜晚的楼梯口，家用灯等），含太阳能充电，电池供电，保护系统，光敏开关和触摸开关。电路大概设计如下：



电路图与说明

这学期不仅学了模电，还学了数电，所以用到了一点点数电知识。电路图如下：



这个电路主要分三个部分：

a. 蓄电池充电以及过充保护电路（左侧D3, R1, D1, D2, Q1）

其中V1为12V蓄电池，V2为太阳能电池板。

D3为防止反向充电的二极管。当外界环境亮度不足时，太阳能电池板V2输

出电压降低，而蓄电池额定电压为12V，就可能导致电流从蓄电池流出，倒灌到太阳能电池板，导致不必要的电能损耗，甚至会导致太阳能电池板损坏。加入D3后，当 $V_2 < V_1$ 时，D3截止，不会发生反向充电的现象。为了满足蓄电池充电时所需的较大电流以及减小电能在二极管D3上的损耗，此处选用了最大正向电流为1A的1N5819二极管。

因此可知太阳能电池板V2的输出电压应至少为 $(V_1 + 0.7V)$ 才可使二极管导通，向蓄电池正常充电。

R1、D1、D2、Q1构成蓄电池过充保护电路。蓄电池充满后继续充电，则会导致过充，此时蓄电池两端电压会超过12V并逐渐升高，电压高到一定程度后就会导致蓄电池损坏。根据蓄电池电压选择D1为12V稳压二极管1N4742，当V1电压超过 $(U_{f1} + U_{f2} + U_{be1}) = 13.4V$ 时，D1导通，进而使得NPN三极管Q1导通，对V1两端起钳位作用，阻止V1两端电压进一步升高。

b. 光敏检测电路 (R2~R4, R12, U1A)

其中R2为光敏电阻，阻值与环境亮度呈正相关；R4为可调电阻器，调节触发的亮度阈值。

当环境亮度降低时，R2阻值增大，比较器正输入电压 U_p 降低。当 U_p 小于可调电阻器设置的门限电压 U_{th} 时，电压比较器输出高电平。由于可调电阻器R4的位置可以在其阻值的0%~100%之间调整，故可以根据开灯的亮度需求调节0~12V之间任一阈值电压。

由于LM393电压比较器为集电极开路输出，故需要在输出端加上拉电阻，使得比较器能正常输出高电平。

为尽量减少比较电路的电能消耗，此处选取了100K Ω 的电阻、变阻器以及光敏电阻。

c. 控制开关以及滞回比较消抖电路 (S2, R5~R9, U1B)

其中S2为开关，R5~R8构成滞回比较器电路。R9为下拉电阻，保证开关断开时电路状态稳定。为了便于设计电路，此处采用同向滞回比较器。根据书中反相滞回比较器的原理，推知此处同相滞回比较器的门限电压公式如下，其中 U_H 为触发上限电压， U_L 为触发下限电压， U_r 为负输入端参考电压：

$$U_H = U_{om} * R_6 / (R_5 + R_6) + U_r * R_5 / (R_5 + R_6)$$

$$U_L = U_r * R_5 / (R_5 + R_6)$$

在这里设低门限电压为2V，高门限电压为10V，负输入端参考电压为6V， $R_6 = 10K\Omega$ ，数据代入公式得 $R_5 = 15K\Omega$ 。

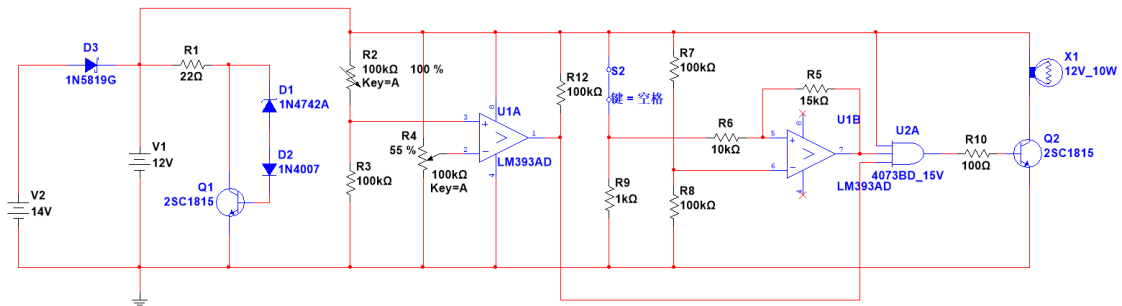
d. 灯驱动电路(U2A, R10, Q2, X1)

U2A为三输入与门CD4073, 其最大工作电压为15V, 两个输入分别接到光敏检测电路与开关电路的电压比较器输出端, 一个输入接至电源。当光敏检测电路与开关电路均输出高电平时, 与门输出高电平, 使得Q2导通, 灯泡通电。R10为 $100\ \Omega$ 的限流电阻, 保证基极电流不会过大而烧毁三极管。Q2为中功率NPN三极管2SC1815, 最大集电极电流为150mA, 足以驱动功率较小的灯泡(注: 此处电路图中显示灯泡为10W仅为演示用, 并非实际功率)。

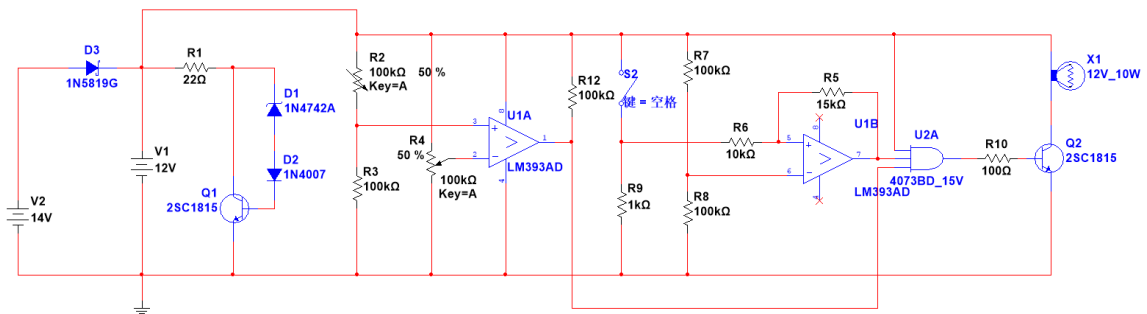
仿真与结果

使用软件 Multisim 进行电路图绘制与仿真, 文件下载地址见目录下方。

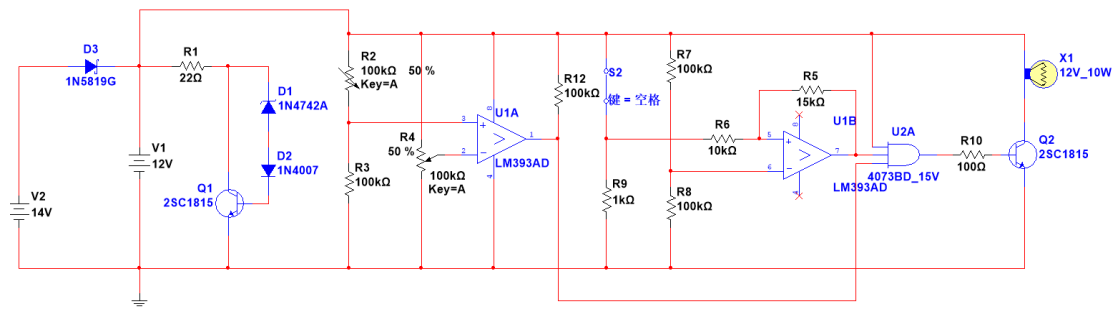
DaytimeTriggered.PNG 白天触发开关时的情况(亮度检测门限和下面俩有区别)



NightNotTriggered.PNG 晚上没触发开关时的情况



NightTriggered.PNG 晚上触发开关时的情况



OverchargeProtection.PNG 过充保护电路，图中横轴为充电电压，纵轴为蓄电池电压，超过 12.5V 以后蓄电池电压变化就不太大了，这说明过充保护电路起到了防止蓄电池过压的钳位作用。

