

## 实验五 脉冲波形发生电路的设计

2021 年秋季学期 自动化系

### 一、实验目的

1. 学习脉冲波形发生电路的设计方法和调试方法。
2. 学习按模块划分电路的设计与调试的方法。

### 二、预习任务

1. 根据电路功能进行模块划分，分析并画出各模块电路的输入输出波形。
2. 阅读实验说明和附录，认识和学习红外发射管、光电三极管及其工作原理。
3. 参照实验说明 2 和 3 搭建红外发射管和光电三极管的应用电路，并确定  $R_2$  的阻值。
4. 查阅 555 定时器内部结构图及引脚图。设计定时电路，计算电阻和电容值。
5. 画出实现电路功能的纸版电路图（手绘或打印均可）。
6. 写出分模块调试电路的方法和步骤、注意事项等。
7. 建议在面包板上搭接电路。

### 三、必做任务

用红外发射管、光电三极管、555 定时器等设计并实现一个 LED 灯的控制电路。要求：

1. 当有物体通过或停留红外发射管和光电三极管之间遮挡光路时，LED 灯被点亮，且亮 1~5 秒后自动熄灭。
2. 用示波器观察并记录各模块电路的输入输出波形。

### 四、选做任务

改进 LED 灯的控制电路，同时满足以下要求：

1. 若有多个物体连续通过红外发射管和光电三极管之间，则 LED 灯一直亮；
2. 当最后一个物体通过后，再持续亮 1~5 秒后自动熄灭。
3. 用一位数码管显示通过物体数目的个位数字，且完成一次计数过程后清零。（可使用实验盒中计数器芯片）

### 五、实验说明

1. 红外发射管和光电三极管的实物图参见图 1，底视图参见图 2。



图 1 实物图

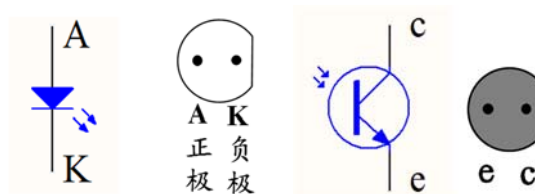


图 2 底视图

2. 红外光发射管具有单向导电性。只有当外加的正向电压使得正向电流足够大时才发射红外光，正向电流越大发光越强。其应用电路参见图 3 (a)，建议  $R_1$  选取  $1k\Omega$ 。
3. 光电三极管简介参见附录。有光照射时，光电三极管的集电极电流约在几百微安到

几毫安之间。其应用电路参见图 3 (b)，为保证光电三极管的输出电压  $V_o$  可以驱动后级电路，请合理选取  $R_2$  阻值。

4. 红外发射管和光电三极管的安装方式示意图参见图 4，建议两个管子中间留有足够物体通过的空间。

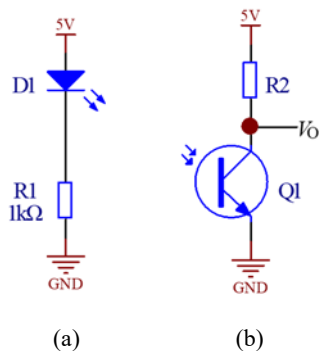


图 3 应用电路图

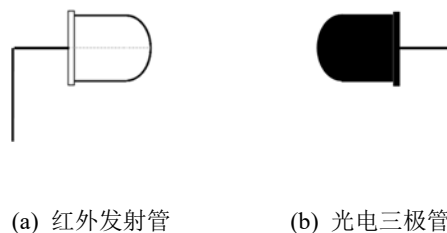


图 4 安装方式示意图

5. 实验盒中有 NPN 型三极管 9011 或 2N2222A，实验室另备有 PNP 型三极管 9012。可自行查阅三极管的引脚图。

## 六、实验报告

在网络学堂中提交实验报告，报告包括：

1. 画出调试成功后的整体电路图，并说明各模块电路的工作原理。
2. 画出或拷贝各模块电路的输入输出波形，并加以分析说明。
3. 总结
  - (1) 脉冲波形发生电路的设计和调试步骤。
  - (2) 其他功能电路的设计和调试步骤，注明元件取值并说明理由。
  - (3) 在实验中遇到的问题及解决方法。

## 七、思考题

1.  $R_1$  的选取应考虑哪些因素？这次实验中 D1 导通的正向电流是多少、导通压降是多少？
2. 请简述  $R_2$  选取原则。在实验中使用的是 74HC 系列器件，若将其更换为 74LS 系列器件  $R_2$  取值会发生什么变化？

**附录：光电三极管简介**（摘自华成英老师《模拟电子技术基础》第五版 32 页）

光电三极管依据光照强度来控制集电极电流的大小，其功能可等效为一只二极管与一只晶体管相连，并仅引出集电极 c 和发射极 e，如图 5 (a) 所示。其符号如图 5 (b) 所示，常见外形如图 5 (c) 所示。

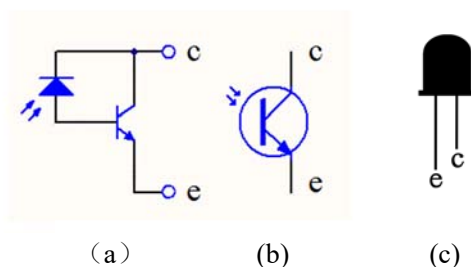


图 5 光电三极管的等效电路、符号、的外形

光电三极管与普通三极管的输出特性曲线相类似，只是将参变量基极电流  $I_B$  用入射光强  $E$  取代，如图 6 所示。无光照时的集电极电流称为暗电流  $I_{CEO}$ ，它比光电二极管的暗电流约大两倍，而且受温度的影响很大，温度每上升  $25^{\circ}\text{C}$ ， $I_{CEO}$  上升约 10 倍。有光照时的集电极电流称为光电流。当管压降  $u_{CE}$  足够大时， $i_C$  几乎仅仅决定于入射光强，对于不同型号的光电三极管，当入射光强  $E$  为  $1\ 000\ \text{lx}$  时，光电流从小于  $1\text{mA}$  到几  $\text{mA}$  不等。

使用光电三极管时，也应特别注意其反向击穿电压、最高工作电压、最大集电极功耗等极限参数。

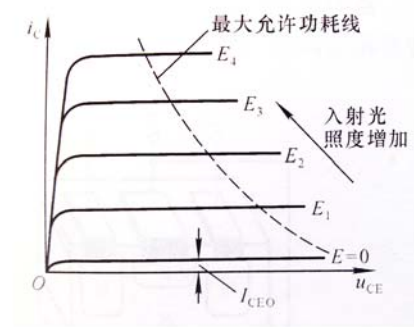


图 6 光电三极管的输出特性曲线