

光电报警系统设计

[实验目的]

- 1、练习自拟简单的光电报警系统设计实验；
- 2、对影响光电探测性能的各种参数进行探讨，以求最大限度地发挥系统的探测能力。

[实验内容]

自拟简单的红外光电报警系统。

[实验仪器]

- | | |
|-----------------|------|
| 1、红外发射二极管 BT401 | 1 只 |
| 2、光敏二极管 2CU2B | 1 只 |
| 3、光电报警系统设计模块 | 1 套 |
| 4、连接导线 | 60 根 |
| 5、直流稳压电源 | 1 个 |

[实验原理]

光电报警系统是一种重要的监视系统，目前其种类已经日益增多。有对飞机、导弹等军事目标入侵进行的报警系统，也有对机场、重要设施或危禁区域防范进行报警的系统。一般说来，被动报警系统的保密性好，但是设备比较复杂；而主动报警系统可以利用特定的调制编码规律，达到一定的保密效果，设备比较简单。

本实验半自拟一个简单的主动报警系统，由图 1 所示的四个部分组成。

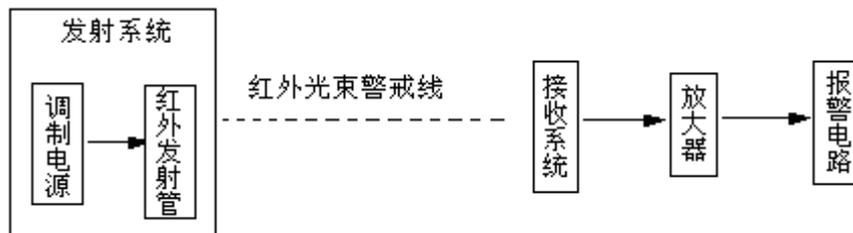


图 1

发射系统包括调制电源和红外发射二极管，发射红外调制光。在发射系统和接收系统之间有红外光束警戒线，当警戒线被阻挡时，接收系统发出指示信号，此信号经放大，驱动报警电路发出报警信号。

下面对各部分电路各举一个简单的例子。

- 1、发射系统：用 NE555 定时器构成占空比可调的多谐振荡器作调制电源，

BT401 作为红外发射管。

NE555 内部结构原理如下图 (2) 所示：若不用 5 脚时，当 2 脚外加电压小于 $\frac{1}{3}V_c$ (电源电压) 时，比较器 2 翻转，导致 RS 触发器翻转，管脚 3 输出高电平。同时晶体管 Q 截止，使脚 7 内部开路。当 6 脚外加电压高于 $\frac{2}{3}V_c$ 时，比较器 1 翻转，导致 RS 触发器翻回，管脚 3 输出低电平。同时晶体管 Q 导通，使脚 7 内部近似接地。若管脚 5 外加比较电压，则 NE555 在外加比较电压下工作。比较器 1 或比较器 2 的翻转阈电平由管脚 5 外加比较电压在电阻 R 上的分压决定。

图 (3) 给出了由 NE555 构成占空比可调的多谐振荡器的参考电路。

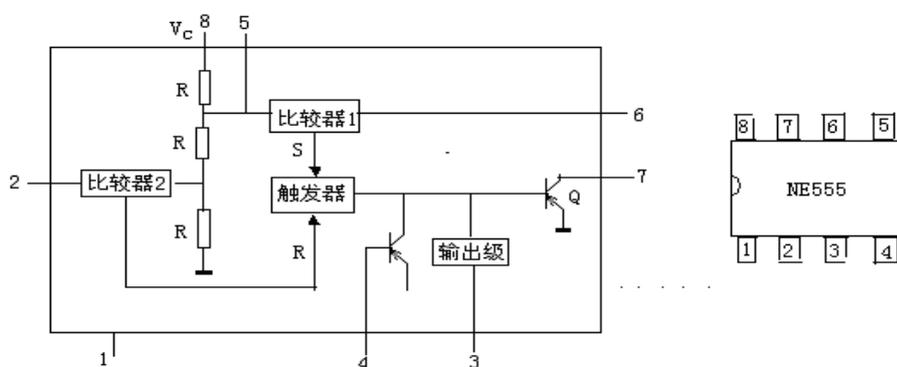


图 2

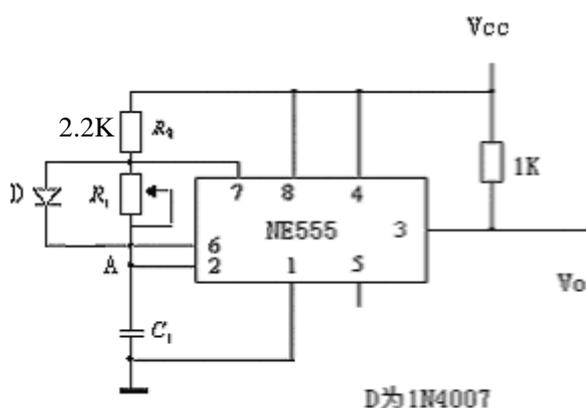


图 3

电容器 C1 由电源电压 V_{cc} 通过 R2、D 充电，A 点电压按指数规律上升，由于二极管 D 的作用，电流不经过 R1，因此其充电时间常数为 R_2C_1 。

当 A 点电压低于 $\frac{1}{3}V_{cc}$ 时，3 脚输出电压 V_o 为高电平，7 脚内部开路，直到当 A 点电压上升到 $\frac{2}{3}V_{cc}$ 时，3 脚输出电压 V_o 为低电平，同时 7 脚近似接地，电容器 C1 通过 R1 至 7 脚放电，由于二极管 D 反向电阻很大，放电时间常数为 R_1C_1 。直到当 A 点电压下降到 $\frac{1}{3}V_{cc}$ 时，3 脚输出电压 V_o 又为高电平，同时 7 脚内部又开路，

电容器C1 又由电源电压 V_{cc} 通过R2、D充电。

调整 R_1 或 R_2 的电阻值可以调整占空比。当 $R_1=R_2=R$ 时，输出为方波信号。其输出频率为：

$$f = \frac{1}{2RC}$$

用NE555 组成振荡器来作红外发光管BT401 的驱动时，由于红外发光管BT401 的工作电流约 30mA，NE555 输出功率不够，因此需加一个三极管驱动电路。使输出电流大于或等于红外发光管的最小工作电流 I_f 。同时发光管必需串联一个限流电阻 R_f ，使输出电流小于或等于发光管的最大工作电流 I_m 。设发光管最大工作电流为 I_m ，最大工作电流时正向压降为 V_m ，则限流电阻 R_f 取值为

$$R_f \geq \frac{V_{cc} - V_m}{I_m}$$

参考电路如下

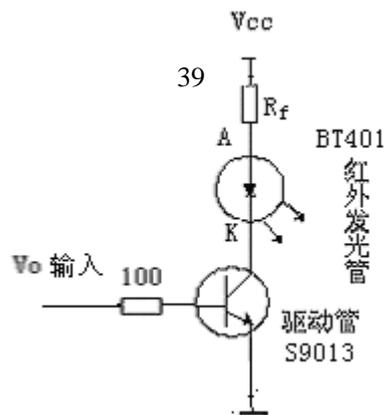


图 4

2、接收系统和放大电路

电路如图 5 所示，用 2CU2B 光敏二极管作为接收系统，LF353 构成放大电路。光敏二极管是一种光伏探测器，当入射光强度发生变化时，通过二极管的电流随之变化，于是二极管的端电压也发生变化。从阻抗的角度看，当入射光强度发生变化时，二极管的阻抗发生变化，光强度越大阻抗越小。

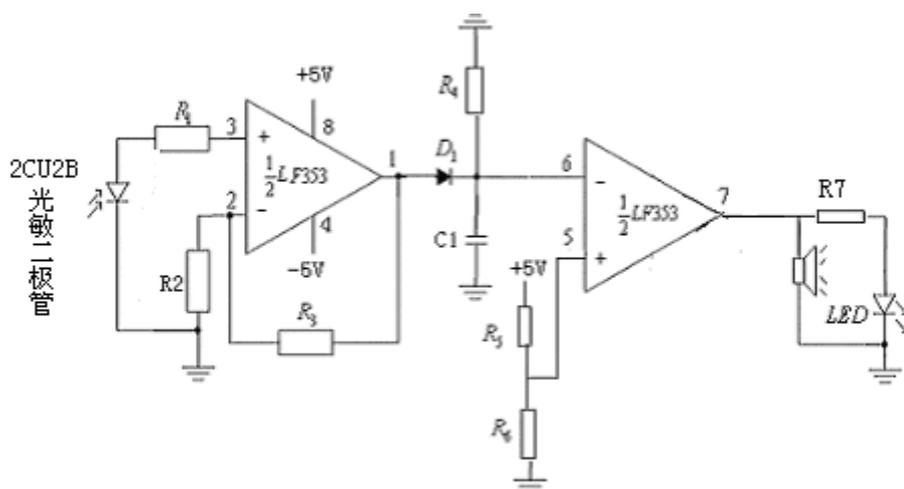


图 5

放大器为两级，前一个 $\frac{1}{2}$ LF353 构成主放大器，将光敏二极管接入同向输入端，将光敏二极管所产生的电流变化信号放大。后一个 $\frac{1}{2}$ LF353 构成比较放大器，比较放大器的反向输入端 6 脚加来自主放大器的信号电压。当光线未阻断时，从主放大器来的交流信号经二极管 D_1 检波，再经 R_4 、 C_1 低通滤波器后得到直流电压，比较放大器的同向输入端 5 脚加某一固定偏置电压，其值要小于或接近反向输入端 6 脚电位。则放大器 7 脚输出电压近似为零，当红外光束被阻断时，主放大器没有信号输出。从而比较放大器只有同向输入端加的正电压，输出为高电位，则比较放大器输出电位的变化指示了光线是否阻断。当然可以如图所示，在比较放大器的输出端接报警电路（如 LED 和扬声器），当红外光束被阻断时，LED 管亮，扬声器发声报警。

3、报警保持和消除电路

将报警电路直接接比较放大器的输出端有缺点：当光线又未阻断时，报警信号立即消失，报警不能维持。最好加一个报警保持和消除电路，即使光线被阻断很短时间，一旦报警，则维持下去，当不需要报警时，人为消除。下面给出用双 D 触发器 74HC74 实现此功能的参考电路图，如图 6 所示。

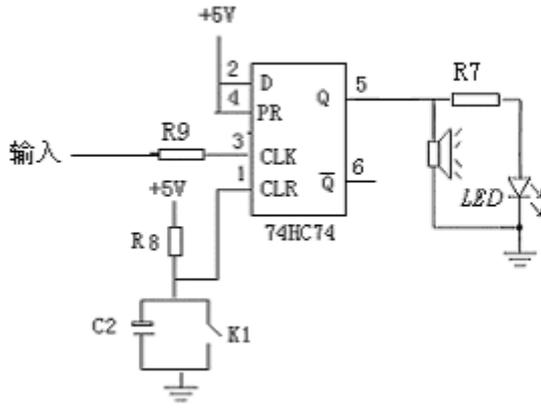


图 6

根据 74HC74 的功能表，CLK 为低电位时，Q 为低电位，只要 CLK 有个电位上升，则 Q 为高电位，即使 CLK 再为低电位，也能保持高电位。将 CLK 端通过电阻 R9 接入比较放大器的输出，将 LED 和扬声器接 Q 端，则可实现当红外光束被阻断时报警和维持。当不需要报警时，按一下 K1 使 CLR 为低电位，则 Q 又为低电位且保持，报警消除。

接收系统和报警部分电路连图如图 7 所示。

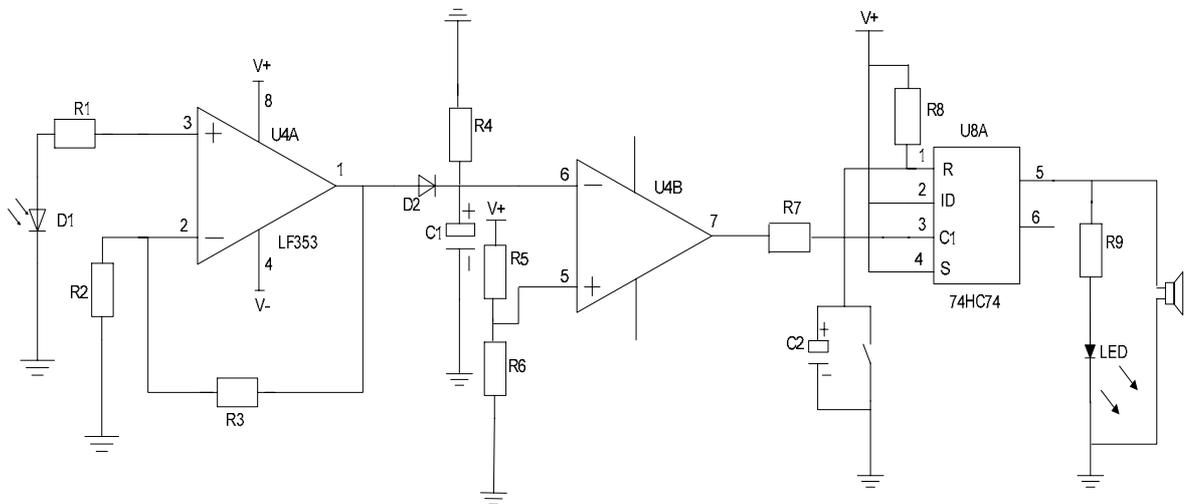


图 7

参考参数值：

R1: 1K Ω

R2: 1K Ω

R3: 120K Ω

R4: 68K Ω

R5: 5.6K Ω

R6: 2.2K Ω

R7: 1 K Ω

R8: 5.6K Ω

R9: 1K Ω

C1: 10uF

C2: 10uF

D1: 光敏二极管

[实验用设计模板介绍]

光电报警试验系统模块如图 8 所示：

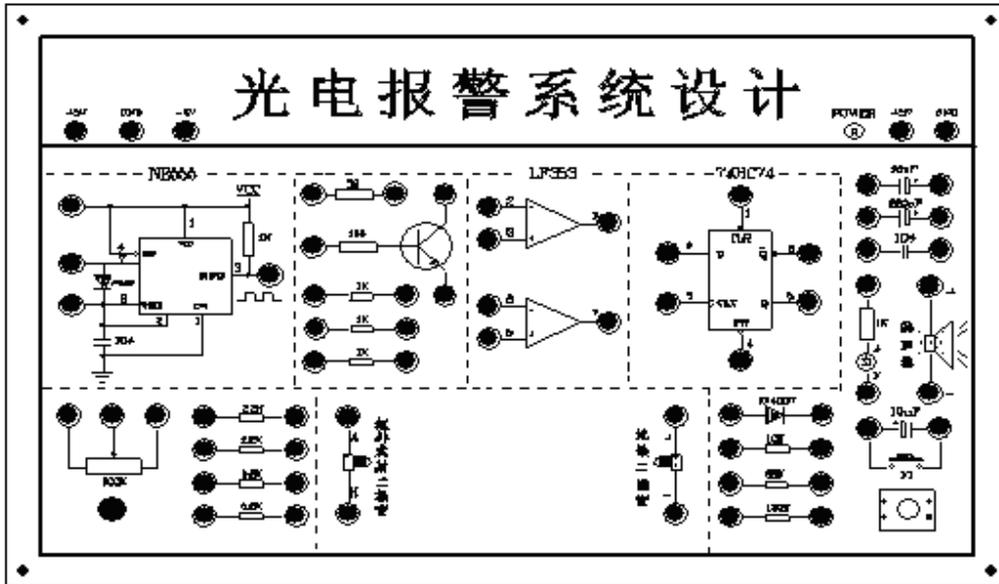


图 8

光电报警系统设计模板备有+5V，-5V 直流稳压电源，只要从外部插入+5V 电源，则+5V 和-5V 孔就有电压，为光电报警系统设计提供电压，其中 NE555、LF353、74HC74 所需工作电压内部已接好。本实验模块还配有时钟集成电路 NE555、双运算放大器 LF353、触发器 74HC74 和三极管 9013，供电路设计时使用，它们的已接器件如图所示。还备有各类参数的电阻、电容，以及 10k、100K 的电位器和设计过程中可能用到的元器件放在面板上，供设计者选用。

[实验步骤]

1、用面板上 NE555 模块、100K 可调电位器和一个 2.2K 电阻设计一占空比可调的方波振荡器，用导线组成电路。用示波器从 NE555 的 3 脚观测输出波形应为方波，并测量输出电压峰—峰值；调节 100K 电位器使占空比为 50%。

2、将该实验中的三部分电路 (图 3、图 4、图 7) 连接成一个完成的系统电路。

3、用红外发射二极管组成发射系统，在发射和接收系统之间有红光束警戒线。当警戒线被阻断时，接收系统发出警报信号。要求系统在给定器件的条件下作用距离尽可能远。

4、恢复警戒线后，按一下 K1，则报警信号消除。

[实验报告要求]

- 1、画出完整的电路图，标明器件参数。
- 2、简述整体电路系统的工作原理。
- 3、分析影响作用距离的原因，提出提高作用距离的措施。

[思考题]

- 1、为了提高作用距离，光源调制频率和占空比如何取值？
- 2、当拦截光束的目标运动较快或较慢，接收电路和电路参数应如何考虑能保证正常报警。