

# 屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(一)(機電與資訊)

組 別：國中組

作品名稱：**紅色警戒**

--製作紅外線感應自動洗手、警戒及遙控系統--

關 鍵 詞：紅外線、電晶體、Arduino

編號：

## 摘要

我們利用紅外線發射、接收及其它電子零件來製作反射式感測系統及遮斷式警戒系統。也利用紅外線來製作感應式自動洗手裝置。紅外線會受到光線干擾，在太陽光線太強的地方紅外線會失效。於是，我們利用紅外線特定頻率 38KHz 及固定編碼方式來製作遮斷式警戒系統，大大降低光線干擾。在研究紅外線的過程中，我們利用紅外線發射器及 Arduino 發射 38KHz 的頻率，成功的利用平常使用的紅外線遙控器來控制家電用品。紅外線無時無刻不存在於我們的生活中，我們將持續研究紅外線，享受紅外線帶來的便利與舒適。

## 壹、研究動機

寒假期間，適逢病毒肺炎疫情襲捲全球，造成恐慌，政府大力宣導勤洗手。但洗手會接觸到水龍頭，造成病毒傳播感染。如何避免洗手時不用接觸到開關？我們上廁所時發現利用紅外線製作的非接觸性感應式的自動沖水系統。紅外線讓我們好奇，因此我們上網搜尋紅外線，發現紅外線的應用早已廣泛地出現在我們的日常生活中。紅外線遙控家電、便利商店的自動門都是紅外線的應用。於是，我們動手研究紅外線，利用紅外線製作反射式感應、遮斷式警戒、自動洗手系統。但利用紅外線時，發現紅外線容易受到光線干擾。為了解決光線干擾紅外線的問題時，我們發現到電視的遙控器也是利用紅外線，但不容易受到光線干擾，因為電視紅外線遙控器有固定頻率 38KHz，於是我們動手利用 38KHz 製作紅外線遙控電器用品及警戒系統。

## 貳、研究目的

- 研究一：利用紅外線製作反射式感應系統
- 研究二：利用紅外線製作遮斷式警戒系統
- 研究三：結合反射式感測及遮斷式製作自動洗手、警戒系統
- 研究四：利用紅外線遙控電器用品
- 研究五：利用 Arduino 及紅外線發射 38KHz 製作警戒系統

參、研究設備及器材

 <p>紅外線發射器 紅外線接收二極體</p>	 <p>紅外線發射器 紅外線接收頭</p>	 <p>9013 電晶體</p>	 <p>發光二極體</p>
 <p>麵包板</p>	 <p>各種電阻</p>	 <p>三用電表</p>	 <p>電容</p>
 <p>繼電器</p>	 <p>繼電器模組</p>	 <p>固態繼電器</p>	 <p>有源蜂鳴器</p>
 <p>可變電阻 10KΩ</p>	 <p>Arduino UNO</p>	 <p>110V 門鈴鳥叫聲</p>	 <p>紅外線遙控器</p>

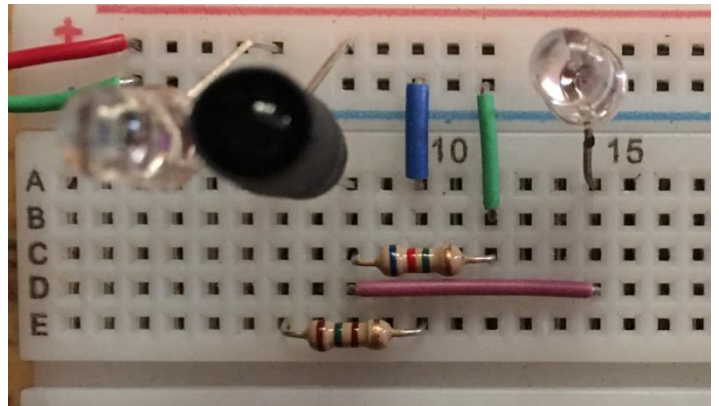
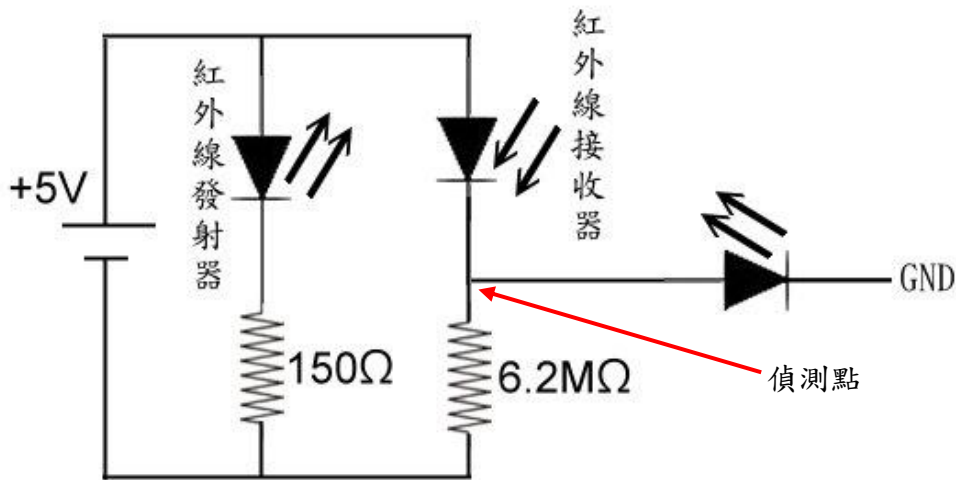


空氣泵浦

## 肆、研究過程及方法

### 研究一：利用紅外線製作反射式感應系統

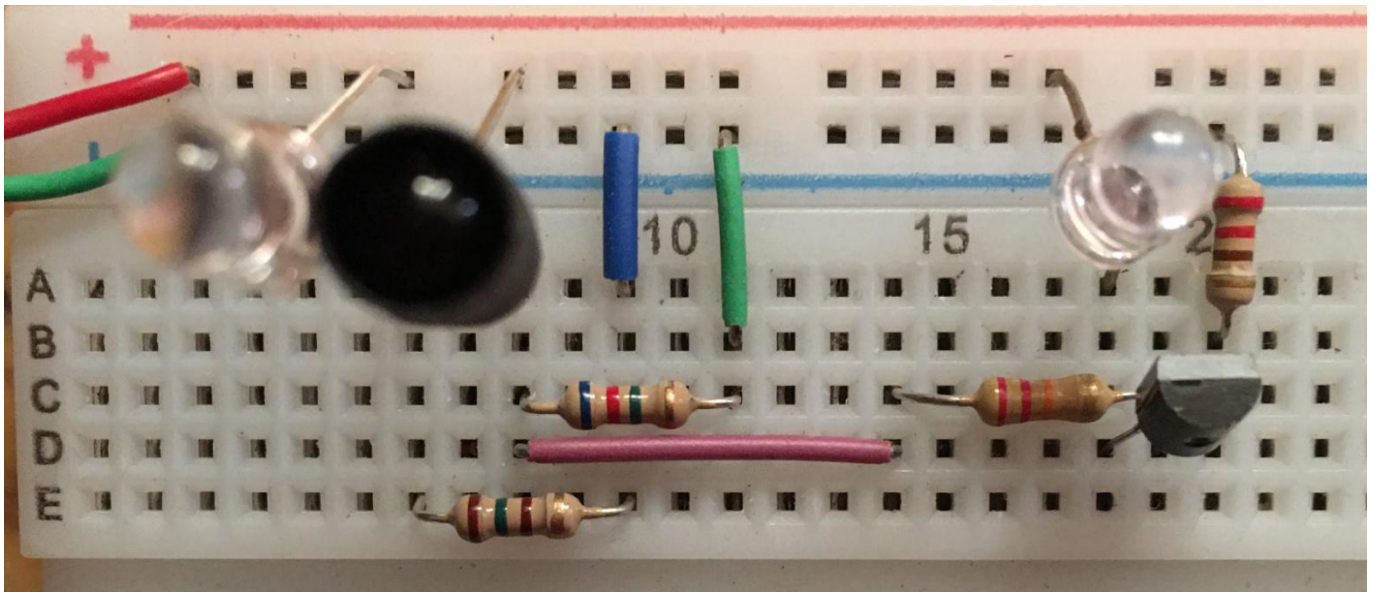
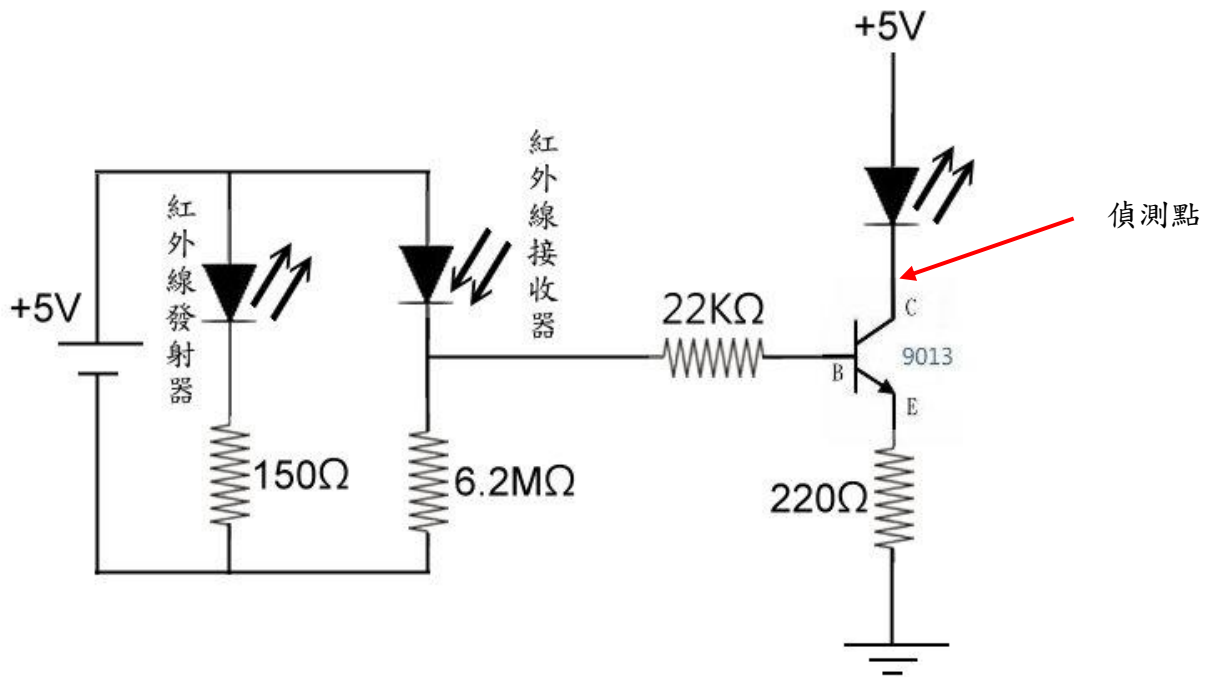
我們截取網路上的電路圖，自行繪製電路圖如下：



理論基礎：150Ω的電阻為限流電阻，可以保護紅外線發射器避免燒毀。6.2MΩ為分壓電阻，當手靠近紅外線發射器及紅外線接收器後，紅外線接收器接收到反彈後的紅外線，紅外線接收器電阻變小，發光二極體的正極端呈現高電位狀態，發光二極體變亮。

利用麵包板裝設後，三用電表量測手未靠近時，偵測點的電壓大約 0.04V，手靠近紅外線發射器及紅外線接收器時，偵測點的電壓開始變大，最大可達大約 0.65V，但發光二極體沒亮。

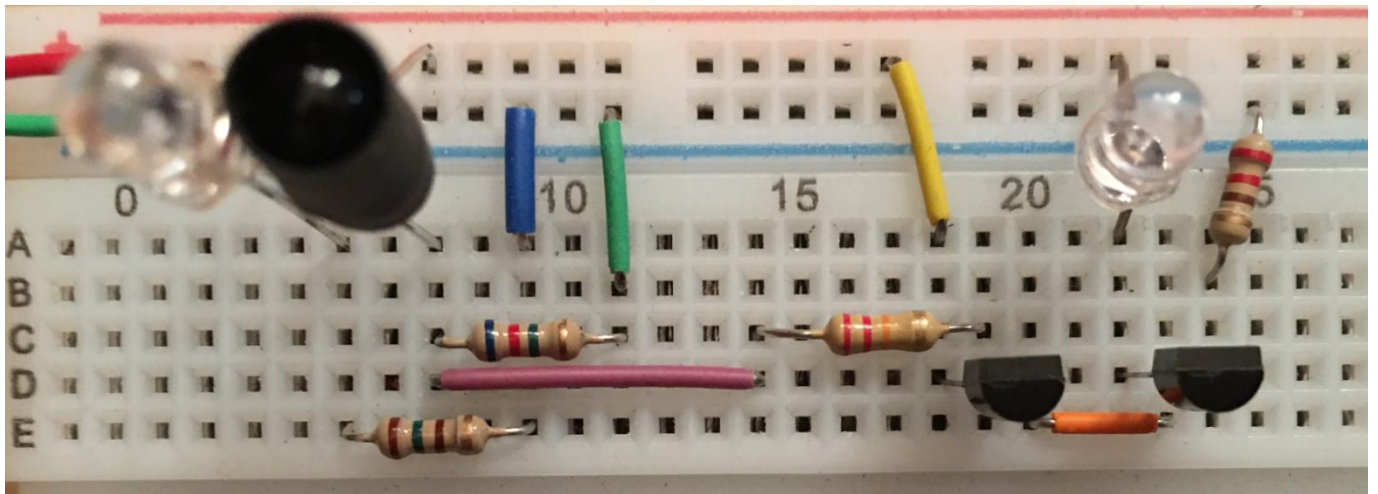
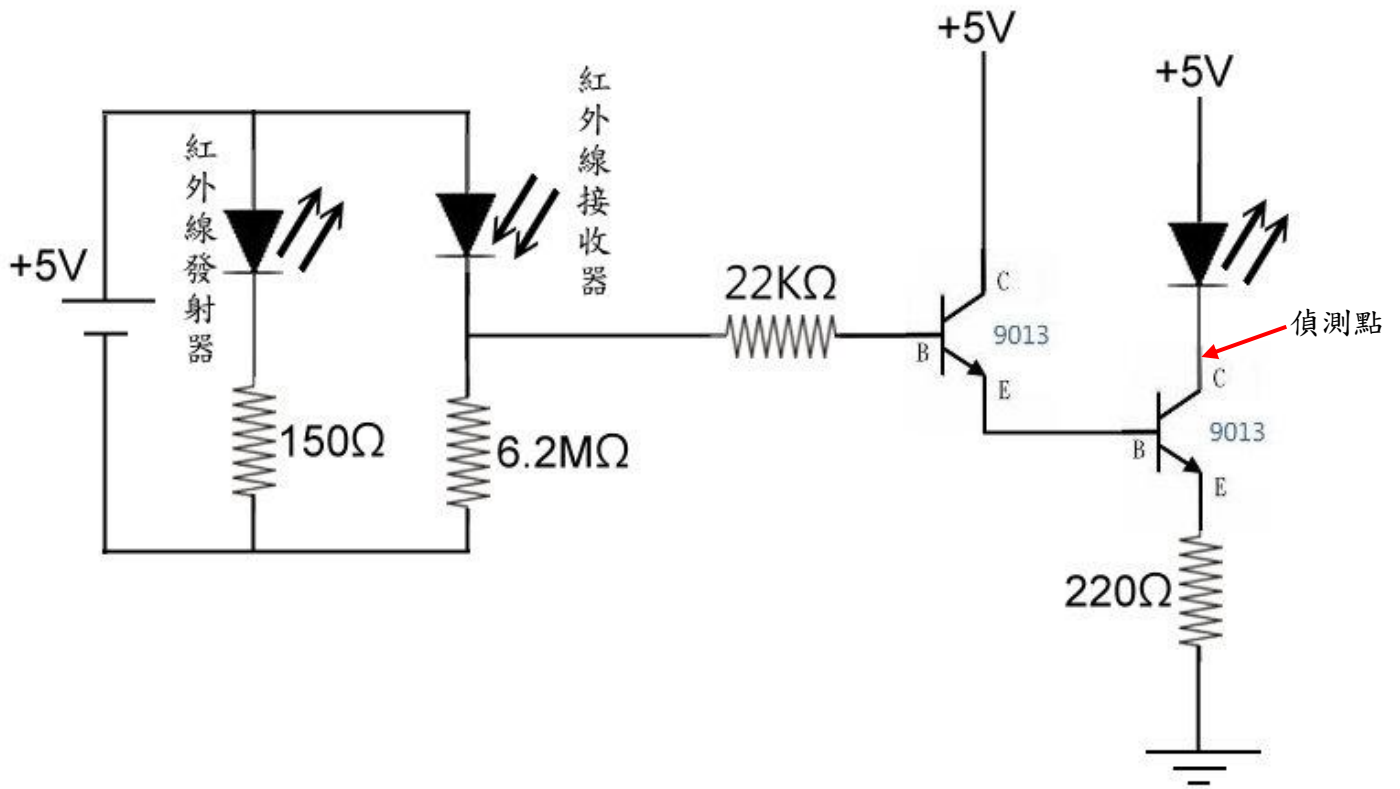
如何讓手靠近時發光二極體可以發亮？我們利用電晶體的放大電路功能，讓發光二極體可以發亮。



我們裝上一顆 9013 電晶體，當手靠近紅外線接收器及紅外線發射器後，紅外線接收器接收到反彈後的紅外線，紅外線接收器電阻變小，電晶體的 B 極電壓變大，電晶體 BE 順利有微小電流通過，電晶體 CE 有更大的電流通過，發光二極體發亮。

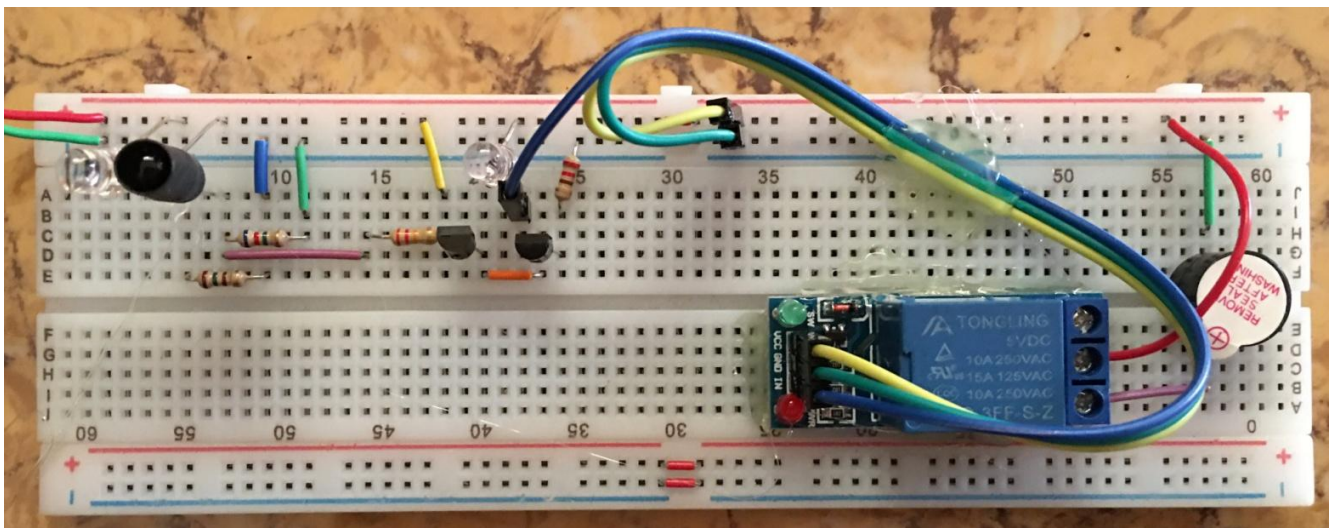
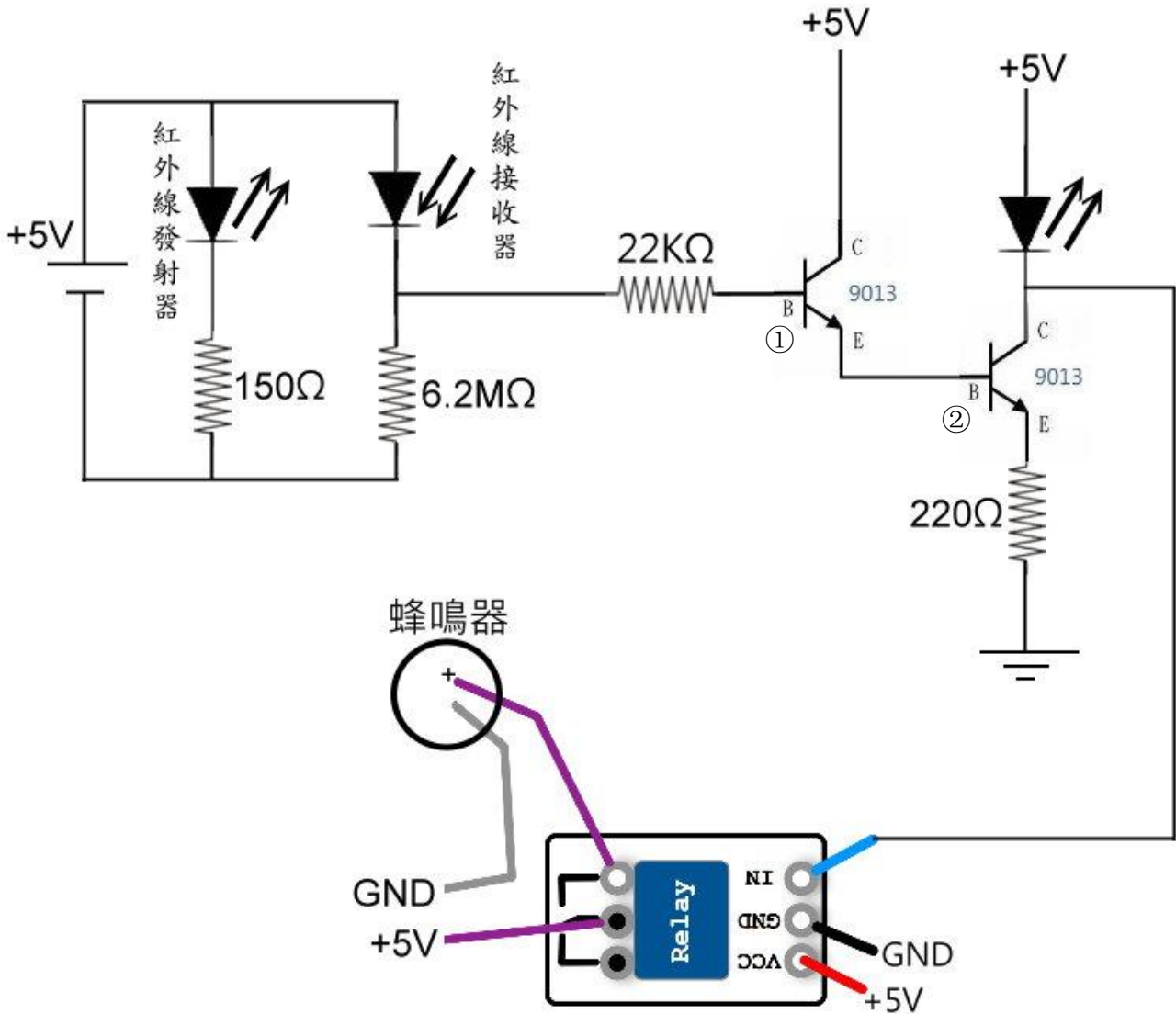
我們使用 USB 變壓器，用三用電表實際測量為 4.91V。手未靠近紅外線接收器及紅外線發射器時偵測點量測電壓為 3.30V，發光二極體壓降為 1.61V，發光二極體不亮。手靠近紅外線接收器及紅外線發射器時偵測點量測電壓最低為 3.12V，發光二極體壓降為 1.79V，發光二極體微亮。

我們裝了兩顆 9013 電晶體（達靈頓電路），增加放大倍數。



我們使用 USB 變壓器，用三用電表實際測量為 4.91V。手未靠近紅外線接收器及紅外線發射器時偵測點量測電壓為 3.36V，發光二極體壓降為 1.55V，發光二極體不亮。手靠近紅外線接收器及紅外線發射器時偵測點量測電壓最低為 2.70V，發光二極體壓降為 2.21V，發光二極體發亮。

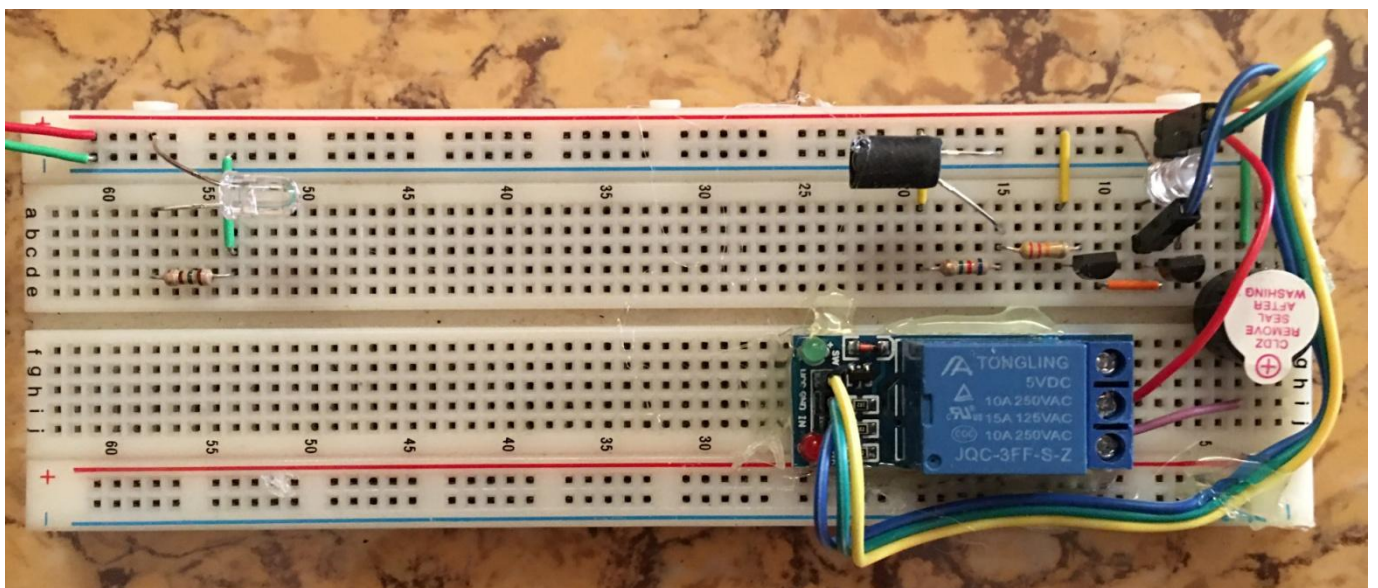
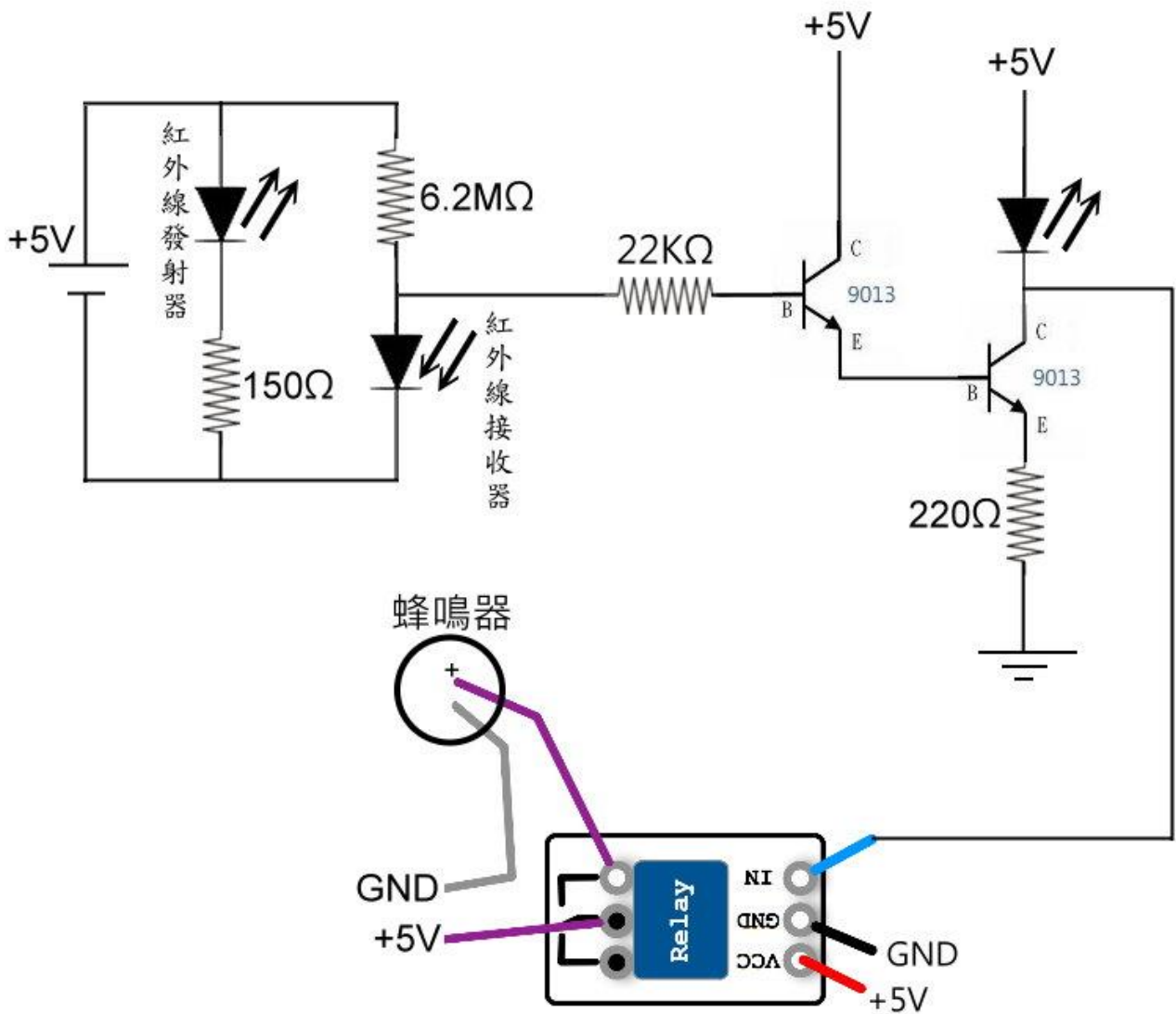
接上繼電器模組及蜂鳴器（反射式警戒系統）



我們選用的繼電器模組為低電位觸發。當手靠近紅外線發射器及紅外線接收器後，紅外線接收器接收到反彈後的紅外線，紅外線接收器電阻變小，電晶體①B極呈現高電位，電晶體②CE導通，電晶體②C極呈現低電位，繼電器模組動作，110V蜂鳴器發出聲音。

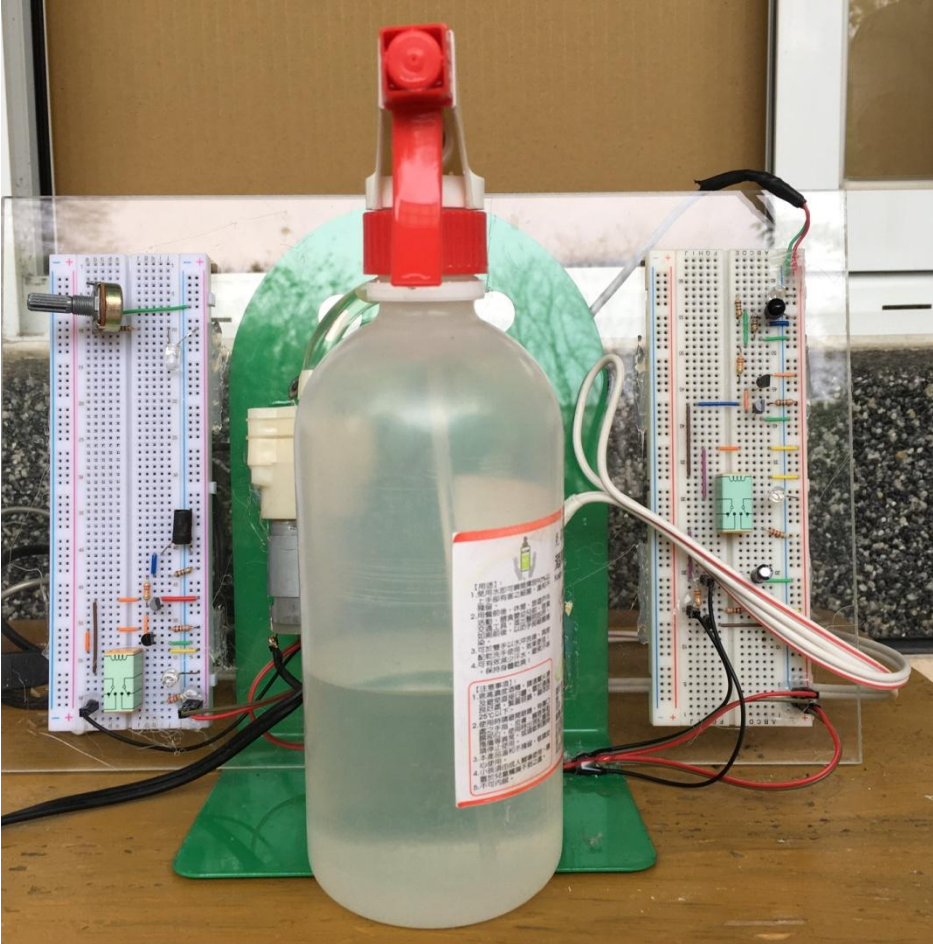
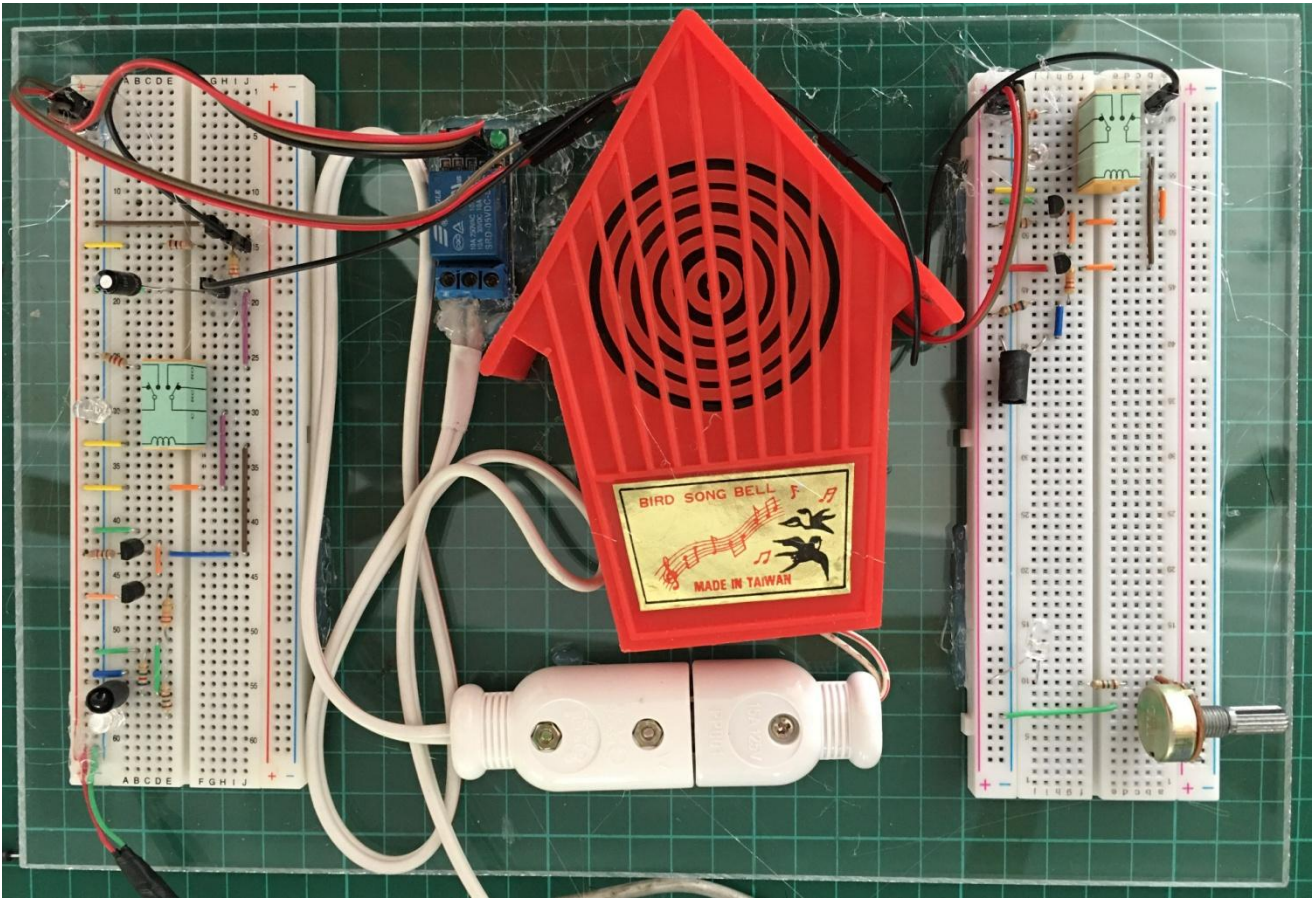
## 研究二：利用紅外線製作遮斷式警戒系統

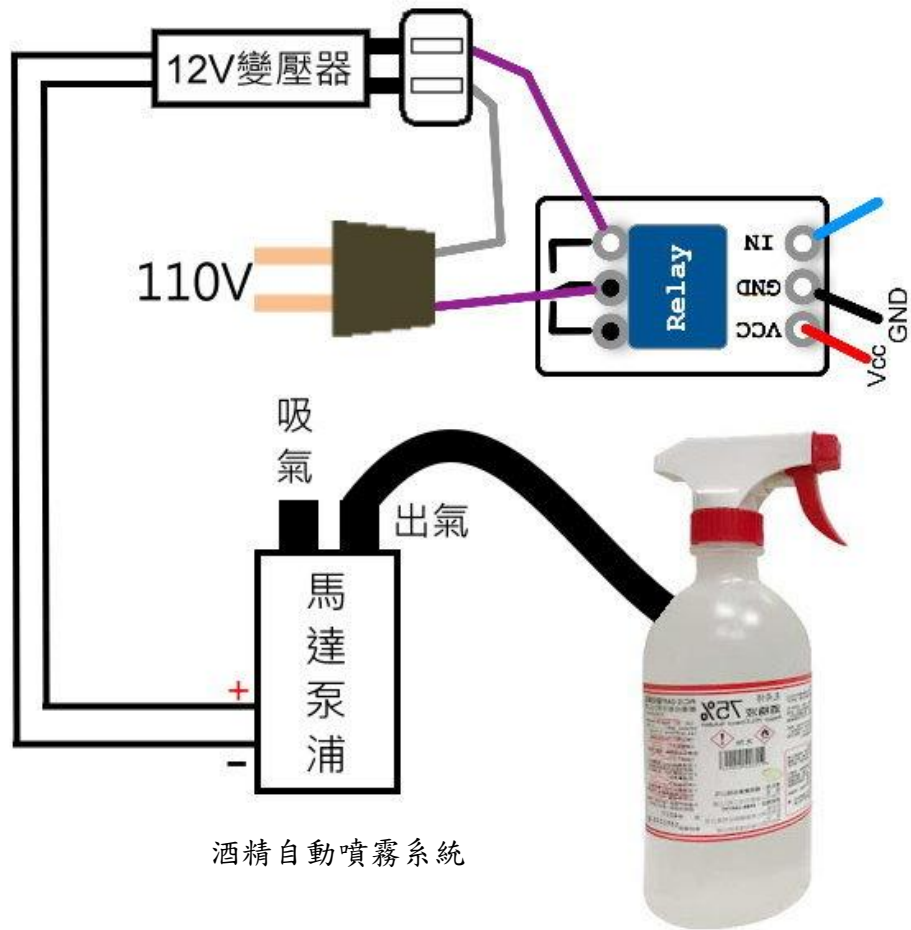
將紅外線接收器及  $6.2M\Omega$  電阻對調後製成遮斷式警戒系統



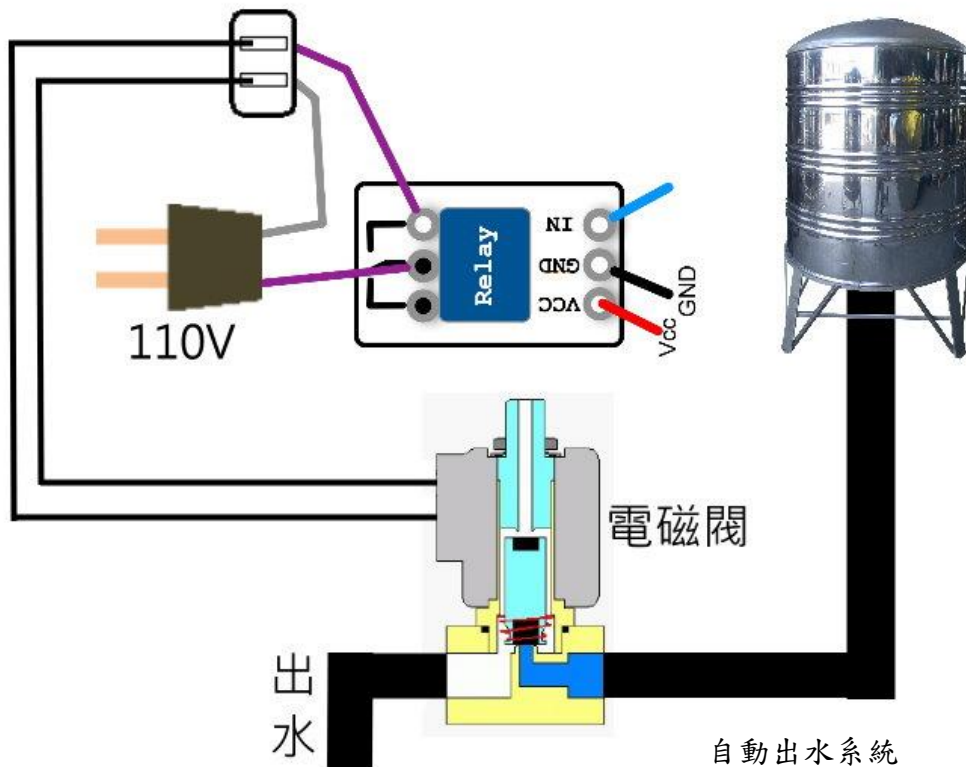








酒精自動噴霧系統

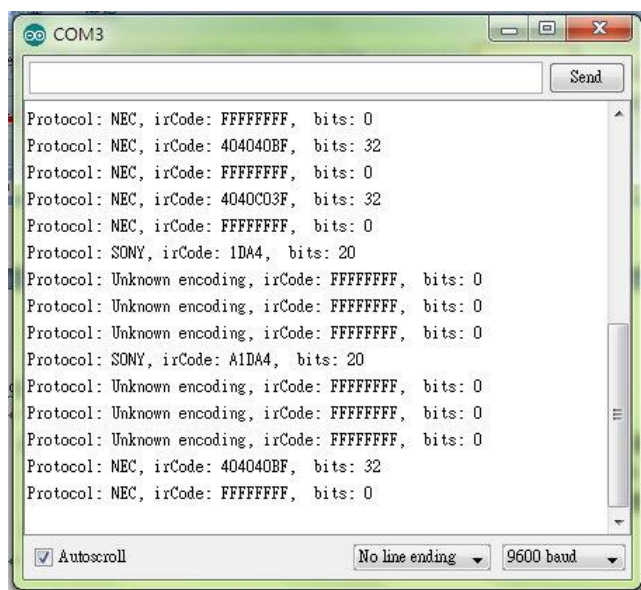
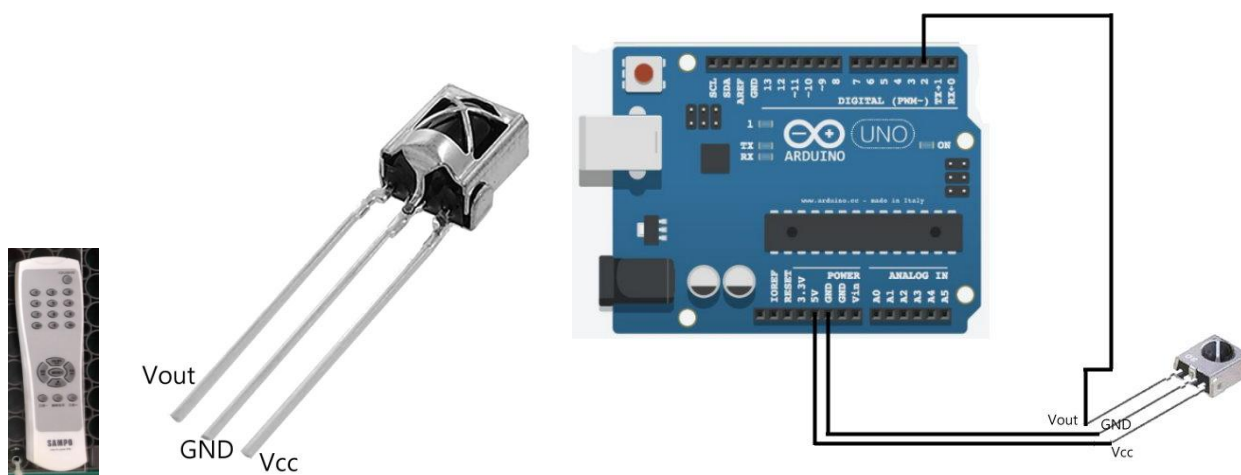


自動出水系統

#### 研究四：利用紅外線遙控電器用品

我們發現我們利用紅外線製作的系統，受到光線很大的干擾。於是我們上網尋找解決方式，發現平常使用的遙控器，也是紅外線。於是我們利用紅外線的特定頻率 38KHz，研究紅外線 38KHz 的遙控電器與警戒線，大大降低光線的干擾。

#### 紅外線接收 38KHz 解碼



Protocol 代表 紅外線協定種類

irCode 代表 紅外線訊號的編碼

bits 代表 幾個位元

```

#include <IRremote.h>           // 引用 IRRemote 函式庫

const int irReceiverPin = 2;    // 紅外線接收器 OUTPUT 訊號接在 pin 2
IRrecv irrecv(irReceiverPin);  // 定義 IRrecv 物件來接收紅外線訊號
decode_results results;        // 解碼結果將放在 decode_results 結構的 result 變數裏

void setup()
{
  Serial.begin(9600);           // 開啟 Serial port, 通訊速率為 9600 bps
  irrecv.enableIRIn();         // 啟動紅外線解碼
}

// 顯示紅外線協定種類
void showIRProtocol(decode_results *results)
{
  Serial.print("Protocol: ");

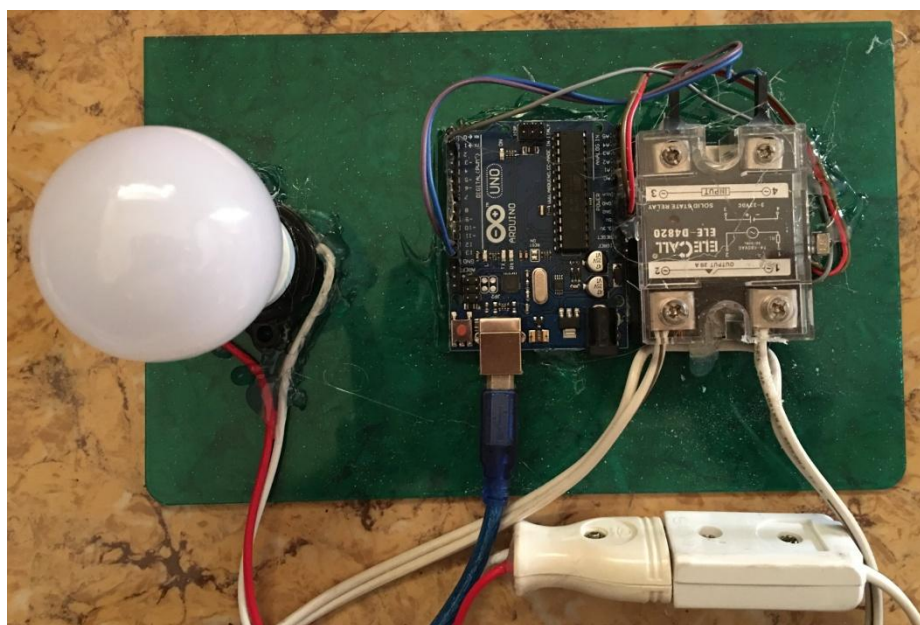
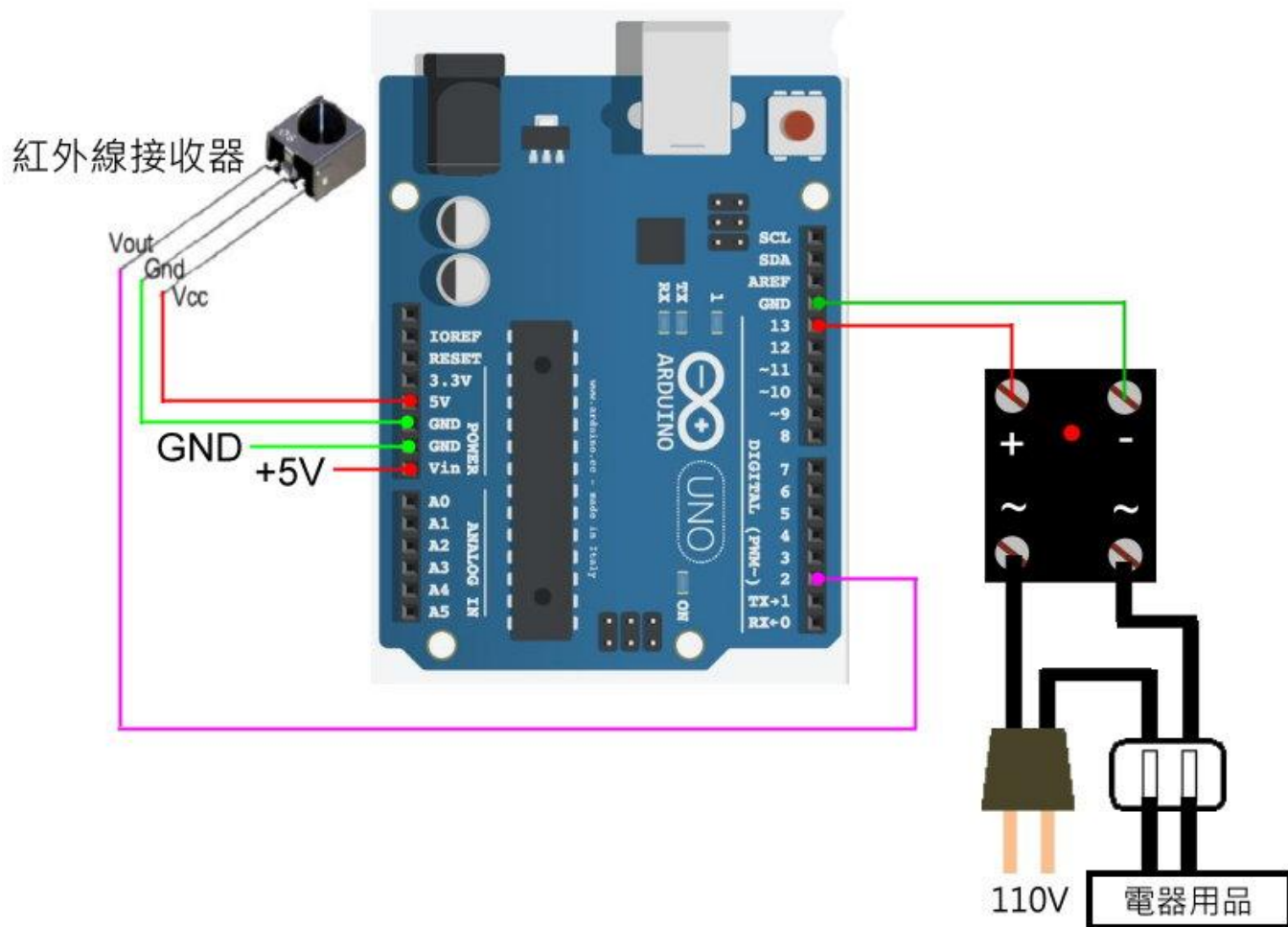
  // 判斷紅外線協定種類
  switch(results->decode_type)
  {
    case NEC:
      Serial.print("NEC");
      break;
    case SONY:
      Serial.print("SONY");
      break;
    case RC5:
      Serial.print("RC5");
      break;
    case RC6:
      Serial.print("RC6");
      break;
    default:
      Serial.print("Unknown encoding");
  }

  // 把紅外線編碼印到 Serial port
  Serial.print(", irCode: ");
  Serial.print(results->value, HEX); // 紅外線編碼
  Serial.print(", bits: ");
  Serial.println(results->bits);     // 紅外線編碼位元數
}

void loop()
{
  if (irrecv.decode(&results)) { // 解碼成功，收到一組紅外線訊號
    showIRProtocol(&results);   // 顯示紅外線協定種類
    irrecv.resume();           // 繼續收下一組紅外線訊號
  }
}

```

紅外線遙控電器用品



```

#include <IRremote.h>           // 引用 IRRemote 函式庫
const int irReceiverPin = 2;   // 紅外線接收器 OUTPUT 訊號接在 pin 2
IRrecv irrecv(irReceiverPin); // 定義 IRrecv 物件來接收紅外線訊號
decode_results results;       // 解碼結果將放在 decode_results 結構的 result 變數裏

void setup()
{
  Serial.begin(9600);          // 開啟 Serial port, 通訊速率為 9600 bps
  pinMode(13, OUTPUT);        // 宣告 pin 13 為輸出
  irrecv.enableIRIn();        // 啟動接收
}

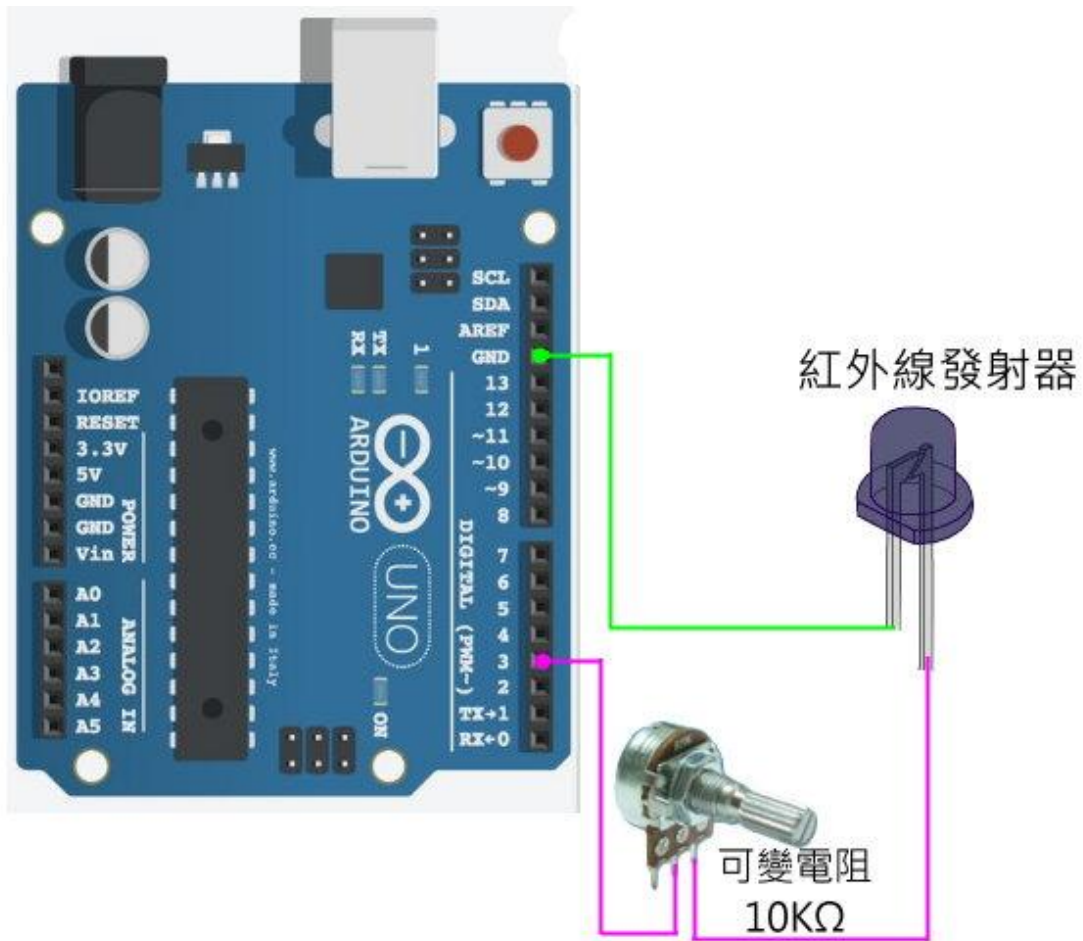
void loop()
{
  if (irrecv.decode(&results)) // 接收紅外線訊號並解碼
  {
    if ((results.value == 0xFF58A7) || (results.value == 0xDC0197DB)) //接收到遙控器訊號
    {
      if (digitalRead(13) == LOW) // 讀取 pin 13 狀態
        digitalWrite(13, HIGH); // 指示燈開
      else
        digitalWrite(13, LOW);  // 指示燈關
      delay(10);
    }
    irrecv.resume(); // 準備接收下一個訊號
  }
}

```

### 研究五：利用 Arduino 及紅外線發射 38KHz 製作警戒系統

我們利用紅外線 38KHz 製作警戒線，減少光線干擾。

紅外線發射線路圖：





紅外線發射 Arduino 程式：

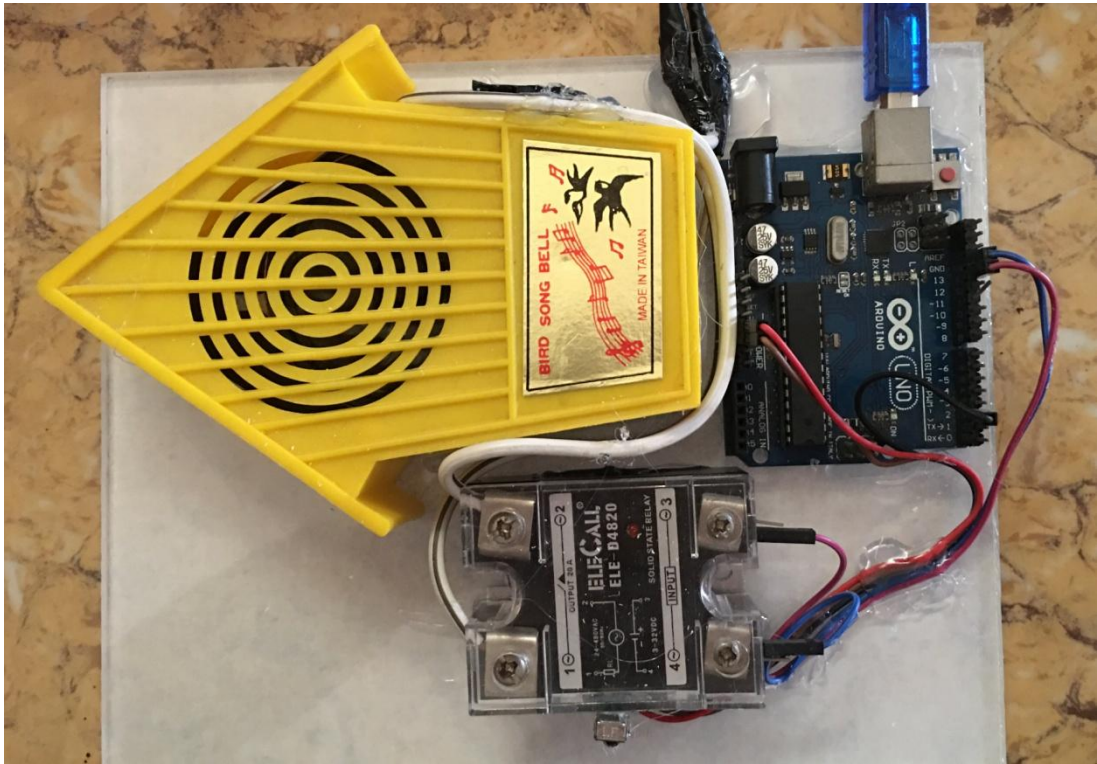
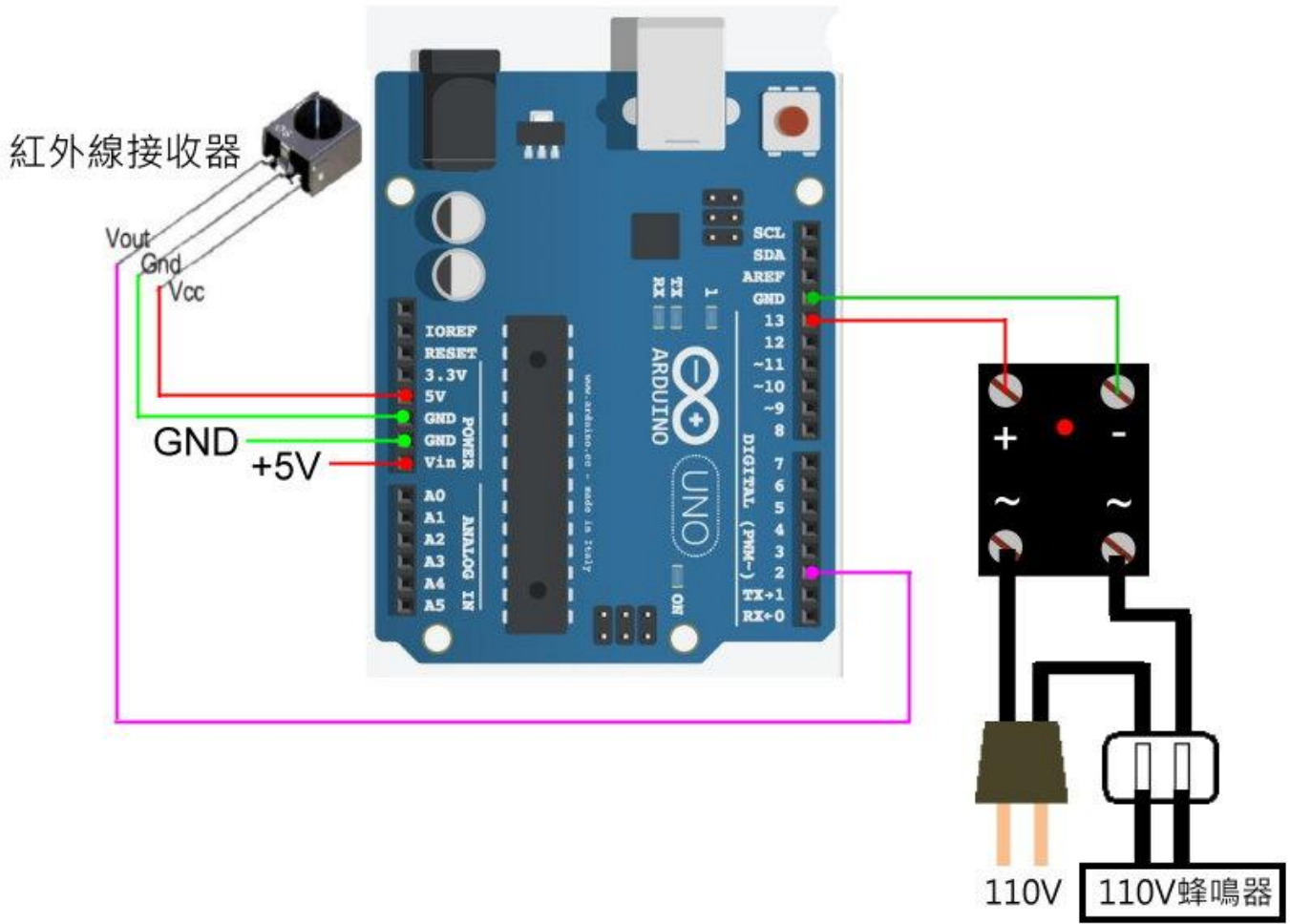
```
#include <IRremote.h>

IRsend irsend;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);  // 開啟 Serial port, 通訊速率為 9600 bps
}

void loop()
{
  irsend.sendNEC(0x1FFFFFF, 32);  // 發射紅外線訊號
  delay(10);
}
```

紅外線接收線路圖：



紅外線接收 Arduino 程式：

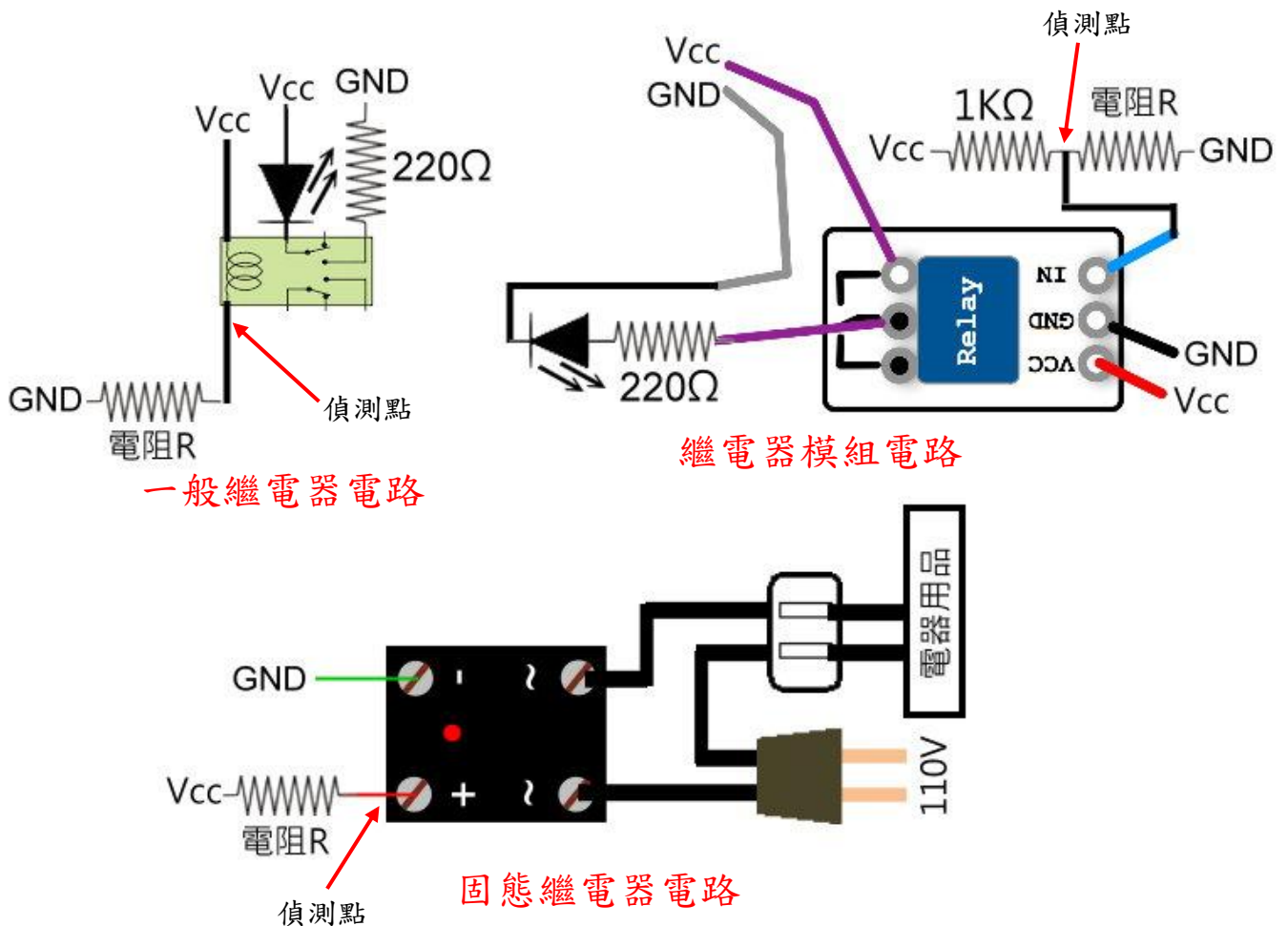
```
#include <IRremote.h> // 引用 IRRemote 函式庫
const int irReceiver = 2; // 紅外線接收器
const int ledPin = 13; // 揚聲器
int countnum;
int i;
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // 開啟 Serial port, 通訊速率為 9600 bps
  pinMode(irReceiver, INPUT); // 把 irReceiver 接腳設置為 INPUT
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // 把 ledPin 設置為 OUTPUT
  countnum = 0;
}
void loop()
{
  int ir_status = digitalRead(irReceiver); // 讀取 irReceiver 的狀態
  Serial.println(ir_status); // 把 irReceiver 的狀態印到 Serial Port

  // 檢查 irReceiver 是否有收到紅外線訊號
  // 有的話，ir_status 會是 0 (因為 Receiver 會把訊號反向，所以 0 代表有收到訊號)
  if (ir_status == 0)
  {
    digitalWrite(ledPin, LOW); // 關掉揚聲器
    countnum = 0;
  }
  if (ir_status == 1)
  {
    countnum++;
    if (countnum >= 20)
    {
      digitalWrite(ledPin, HIGH); // 打開揚聲器
      delay(100);
      digitalWrite(ledPin, LOW); // 關閉揚聲器
      delay(100);
      countnum = 20;
    }
  }
}
```

## 伍、研究結果及討論

### 一、繼電器種類

我們買了三種繼電器，分別為一般的繼電器、繼電器模組、固態繼電器

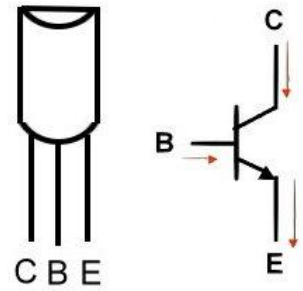


- 1、在一般繼電器電路，Vcc 為 4.91V，我們更換不同電阻，發現電阻 R 小於 51Ω 時，一般繼電器動作，LED 燈亮。當電阻 R 等於 51Ω 時，偵測點的電壓為 1.38V，壓降為 3.53V，亦即一般繼電器雖然標示 DC5V 動作，但 3.53V 就可以讓一般繼電器動作。
- 2、繼電器模組為低電位觸發動作。在繼電器模組電路，Vcc 為 4.91V，我們更換不同電阻，發現電阻 R 小於 1.5KΩ 時，繼電器模組動作，LED 燈亮。當電阻 R 等於 1.5KΩ 時，偵測點的電壓為 2.95V，亦即繼電器模組低於 2.95V 時就可以讓繼電器模組動作。
- 3、固態繼電器標示啟動端為直流電 DC3V-32V，另一端為交流電 24V-480VAC 電路，而且固態繼電器不會有繼電器工作時發出噠噠聲。在固態繼電器電路，Vcc 為 4.91V，我們更換不同電阻，發現電阻 R 小於 910Ω 時，固態繼電器動作，電器用品運作。當電阻 R 等於 910Ω 時，偵測點的電壓為 2.08V，亦即固態繼電器雖然標示 DC3V-32V 動作，但 2.08V 就可以讓固態繼電器動作。
- 4、一般繼電器價格：15 元。繼電器模組價格：30 元。固態繼電器價格：200 元。

## 二、電晶體放大電路的運作原理及其應用

我們使用 9013 電晶體，屬於 NPN 的電晶體，來探討電晶體功能。

電晶體依所加偏壓不同，可分成三個工作區域。



9013 電晶體

### 1、飽和區

$V_{BE}$  及  $V_{BC}$  均為順向偏壓。當電晶體給足夠大的  $I_B$  時，已無法再增加  $I_C$ ，此時電晶體為飽和狀態， $I_C$  為最大值。

集極 C 和射極 E 間的電阻  $R_{CE}$  非常小， $V_{CE} = 0.1V \sim 0.3V$ ，此時電晶體為飽和狀態（即電晶體處在 ON-通路的狀態。）

### 2、主動區

電晶體被拿來作為放大器使用時，即在主動區工作。

當  $V_{BE}$  順向偏壓、 $V_{BC}$  逆向偏壓。此時  $I_C = \beta I_B$ ，電晶體工作於線性放大區， $I_B$  控制  $I_C$ ，電晶體當成訊號放大器使用。

$I_E = I_B + I_C$  且  $I_C \approx I_E \gg I_B$ 。造成  $I_C \approx I_E$ ，而  $I_B$  甚小的情形。

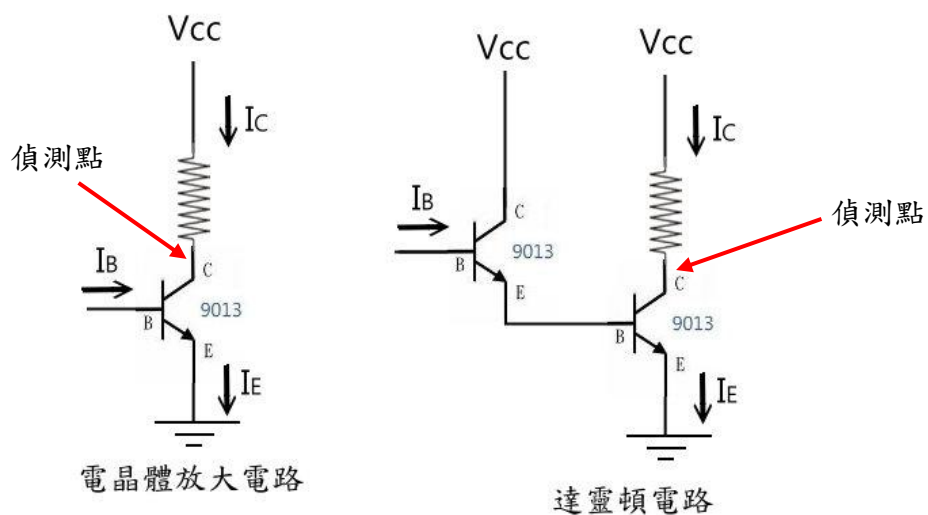
由於  $I_B \ll I_C$ ，我們只要控制  $I_B$  即可控制  $I_C$ ，因此電晶體具有放大與開關作用。

### 3、截止區

當  $V_{BE}$  及  $V_{BC}$  均為逆向偏壓。此時  $I_B = 0$ ，所以  $I_C = 0$ ，集極 C 和射極 E 間的電阻  $R_{CE}$  非常大。此時電晶體為截止狀態（即電晶體處在 OFF-關閉的狀態。）

電晶體在主動區內，功能就是「放大」與「開關」。

## 三、電晶體放大電路與達靈頓電路



電晶體放大電路： $I_C = \beta I_B$

達靈頓電路： $I_C = \beta^2 I_B$

在電晶體放大電路主動區內，偵測點的電壓隨著  $I_B$  增加， $I_C$  以  $\beta$  倍數增加，偵測點電壓變小。  
在達靈頓電路主動區內，偵測點的電壓隨著  $I_B$  增加， $I_C$  以  $\beta^2$  倍數增加，偵測點電壓變得更小。

#### 四、二極體是什麼？

只要在半導體內將 P 型與 N 型做成「接面 (Junction)」就可以稱為「二極體 (Diode)」，所謂的「二極」指的就是 P 型與 N 型兩種極性不同的半導體。P 型多電洞帶正電，N 型多電子帶負電，由於同性相斥，異性相吸的原理，P 型半導體內的電洞會流入 N 型，填補其內的電子；N 型半導體內的電子會流入 P 型，填補其內的電洞。有許多光電元件其實也是利用 P 型與 N 型接面製作而成的，例如：發光二極體 (LED: Light Emitting Diode)、雷射二極體 (LD: Laser Diode)、光偵測器 (PD: Photo Diode) 等。

#### 五、紅外線接收器可分成 2 隻腳及 3 隻腳，有什麼不同？

紅外線接收二極體只是一個光敏二極體，所以是 2 隻腳。紅外線接收頭是一個組件，裡面除了紅外線接收二極體外，還有放大電路、選頻電路，裡面的電路需要電源，所以是 3 隻腳。也就是 2 隻腳的紅外線接收器比較容易受到光線干擾，3 隻腳的紅外線接收器不會受到光線干擾。

#### 六、應用

- 1、紅外線製作反射式感應系統：可應用在酒精自動噴霧及自動給水系統、機器人循跡、判斷物體顏色、機器人不會摔落等。
- 2、利用紅外線製作遮斷式警戒系統：可應用在室內防盜等。
- 3、結合反射式感測及遮斷式警戒系統：可應用在室內展覽，避免碰觸展品及越過警戒線。而且可以無限擴充感測器。
- 4、利用紅外線遙控電器用品：遙控一般家電用品，便利生活。
- 5、利用 Arduino 及紅外線發射 38KHz 製作警戒系統：可應用在室內及室外防盜等。

## 陸、參考資料及其他

### 一、看不見的光－生活中的紅外線

<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/s9Mn.htm>

### 二、超圖解 Arduino 2 互動設計入門 第 2 版 旗標出版股份有限公司

### 三、Arduino 新手實作(五) 超音波應用(倒車雷達)

[http://o4043380.pixnet.net/blog/post/262060132-arduino-%E6%96%B0%E6%89%8B%E5%AF%A6%E4%BD%9C\(%E4%BA%94\)--%E8%B6%85%E9%9F%B3%E6%B3%A2%E6%87%89%E7%94%A8\(%E5%80%92%E8%BB%8A%E9%9B%B7%E9%81%94\)](http://o4043380.pixnet.net/blog/post/262060132-arduino-%E6%96%B0%E6%89%8B%E5%AF%A6%E4%BD%9C(%E4%BA%94)--%E8%B6%85%E9%9F%B3%E6%B3%A2%E6%87%89%E7%94%A8(%E5%80%92%E8%BB%8A%E9%9B%B7%E9%81%94))

### 四、Arduino 練習：紅外線傳送與接收

<http://yehnan.blogspot.tw/2013/05/arduino.html>

### 五、2 脚的紅外線接收二極管能代替 3 脚的紅外線接收頭嗎

<https://zhidao.baidu.com/question/286389067.html>

### 六、二極體是什麼？有什麼產業應用

<https://www.stockfeel.com.tw/%E4%BA%8C%E6%A5%B5%E9%AB%94-%E7%94%A2%E6%A5%AD%E6%87%89%E7%94%A8/>