

基督教香港信義會信義中學

中二電腦科

Arduino 編程基礎



姓名： _____

班別： _____ ()

第一章

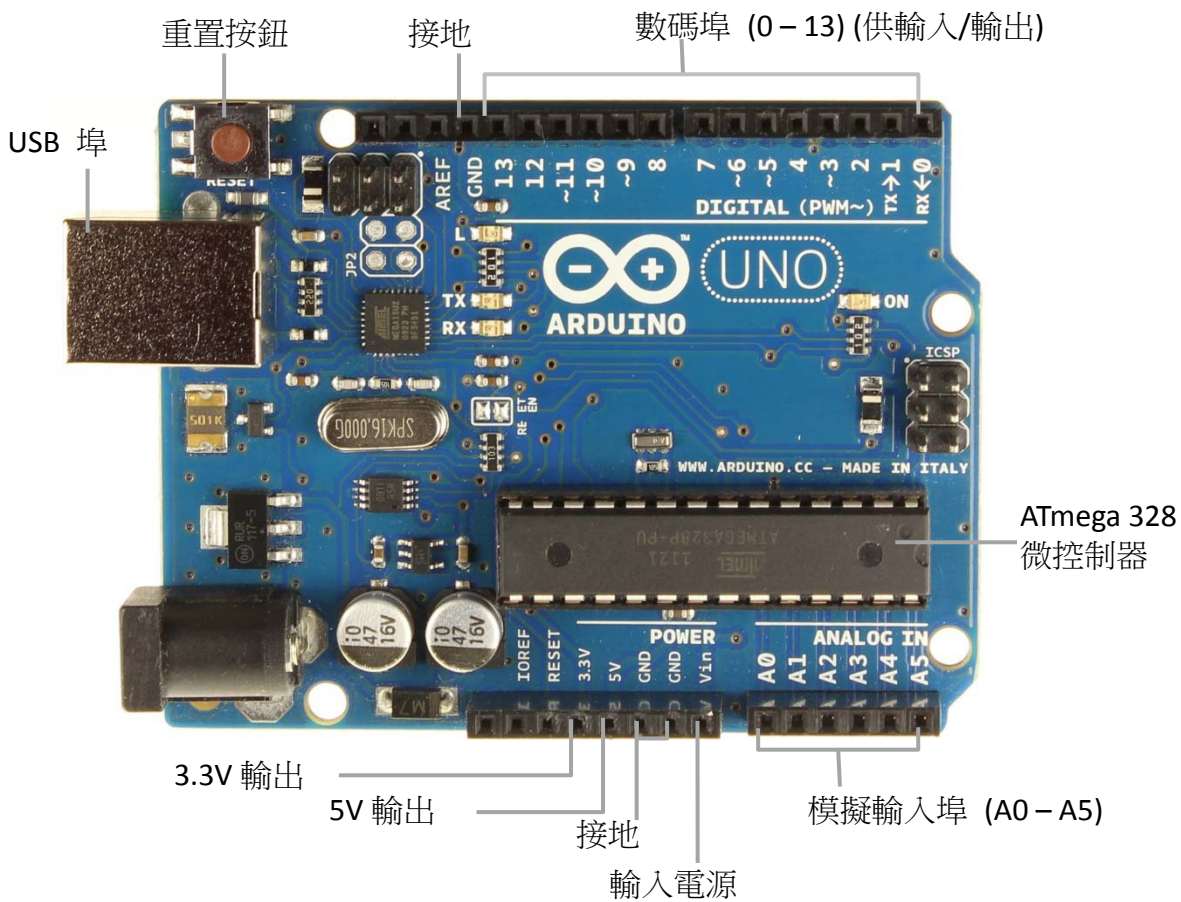
亮起一顆 LED

1.1 Arduino 簡介

Arduino 是一個開放源(open-source)的電子平台。你可以在 Arduino 平台編寫程式控制由 Arduino 電路板拼製出來的設備。

教學短片：
電腦 → 中二 → Arduino Ch1A

Arduino 電路板的結構



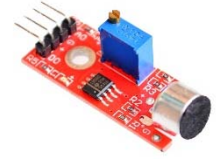
Arduino 電路板有兩種埠(pin)連接輸入/輸出裝置，分別稱為：數碼埠(digital pin)、模擬埠(analog pin)。

課堂活動

1. 以下是連接數碼埠的輸入/輸出設備例子。請寫出它們的名稱及用途。

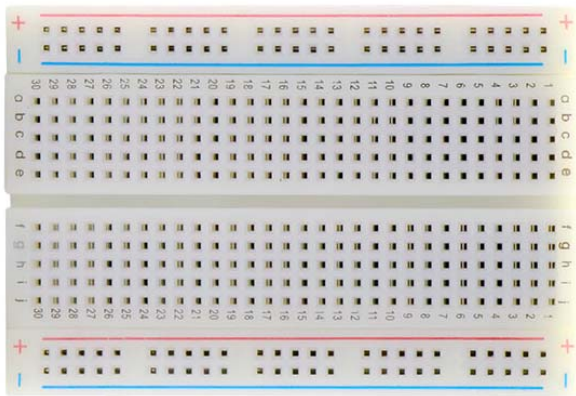


2. 以下是連接模擬埠的輸入設備例子。請寫出它們的名稱及用途。



1.2 認識麵包板的操作

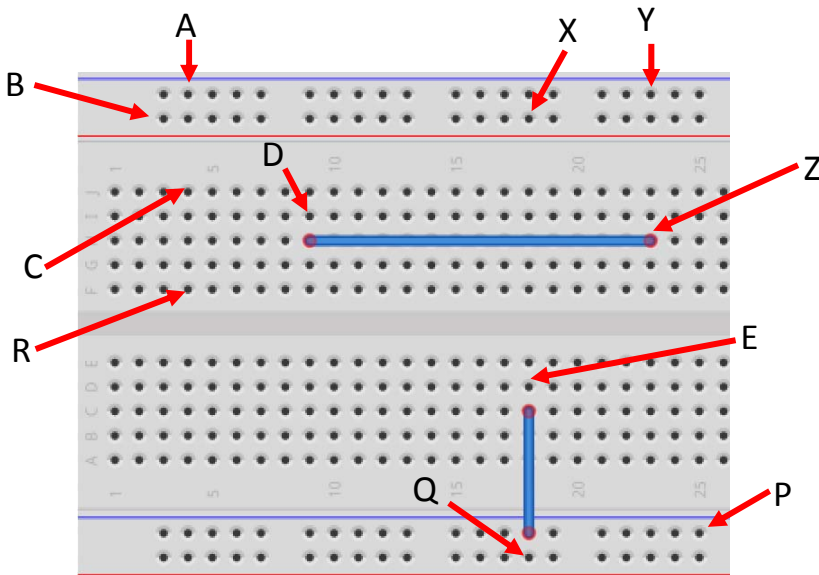
麵包板提供一個簡便的方法建立 Arduino 電路(Arduino circuit)，使用者不需使用焊接工具便能將 Arduino 和電子零件(electronic parts)連接成為一個 Arduino 電路。一般的麵包板有很多行的細孔，電流能在同一行的細孔間流通。同時，麵包板左右兩邊皆有一行的電源軌(power rail)，方便電路 Arduino 電路上的零件取電。



備註： 一般而言，我們會把電源的正極(+)接連到紅色的電源軌，負極(-)接連到藍色的電源軌上。

課堂練習

1. 試在空格上填上適當的字母，以表示哪一點與麵包板上的“A”、“B”、“C”、“D”和“E”是連通的。



A 是連接着 _____.

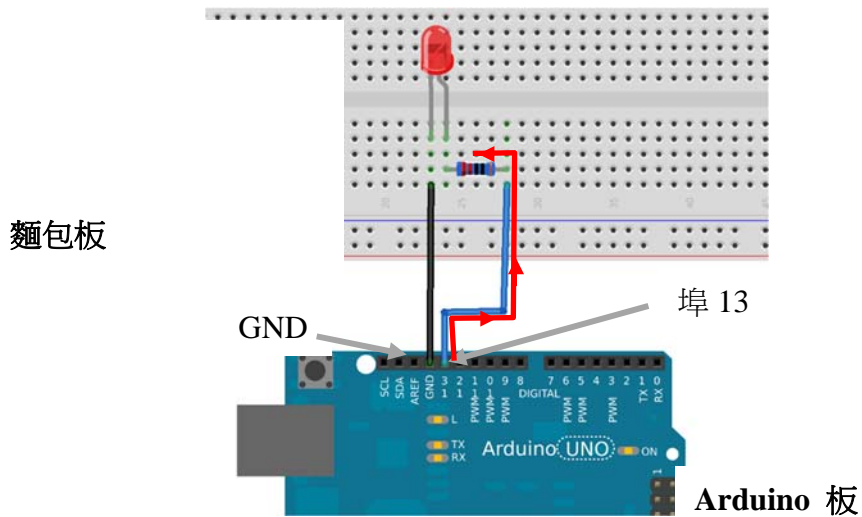
B 是連接着 _____.

C 是連接着 _____.

D 是連接着 _____.

E 是連接着 _____.

2. 在電路上繪畫線條和箭頭，以表示電流流向的路徑。(參考圖內的例子)



1.2 你的第一個 Arduino 電路設備

程式描述

在此 Arduino 活動，你需要製作一個令一顆 LED 不停閃動的電路板。

零件 (寫出零件的名稱。)



(1KΩ)

X 2

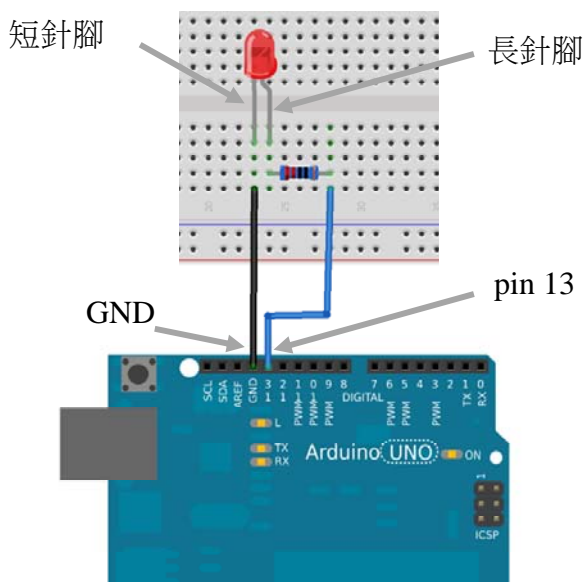
和一條 USB 線。

按照以下三個步驟建立你的 Arduino 電路板和程式。

教學短片：
電腦 → 中二 → Arduino Ch1B

1. 連接電路板

拼做以下的電路板。



2. 編寫程式

執行 Arduino 軟件，
輸入以下稱式。

```
void setup() {  
    pinMode(13, OUTPUT);  
}  
void loop() {  
    digitalWrite(13, HIGH);  
    delay(2000);  
    digitalWrite(13, LOW);  
    delay(1000);  
}
```



備註：

Arduino 指令是「區分大小寫」(case-sensitive) 的。請準確輸入以上的指令。

請留意： pinMode digitalWrite, HIGH

3. 上傳及執行程式

1. 以 USB 線把 Arduino 電路板和電腦連接起來。
2. 按一下“驗證” 按鈕，然後再按 “上傳” 按鈕，把程式載入至 Arduino 電路板內。

題目

1. 描述 LED 的運作情況。 _____

2. 解譯以下的 Arduino 指令：

(a) pinMode(13, OUTPUT)

答案：定義 埠 _____ 是一個 _____ 類型的埠。

(b) digitalWrite(13, HIGH)

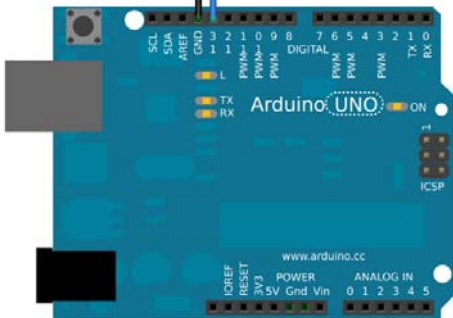
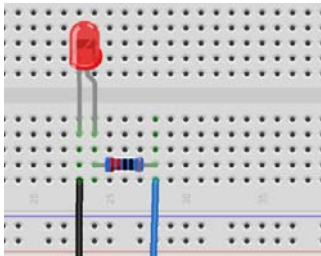
(c) delay(1000)

挑戰題

更改電路板及程式，使電路板上的綠色 LED 和紅色 LED 不停地交錯地閃動。

題目

1. 在電路上加入一個綠色 LED 和一個電阻，完成整個電路圖。



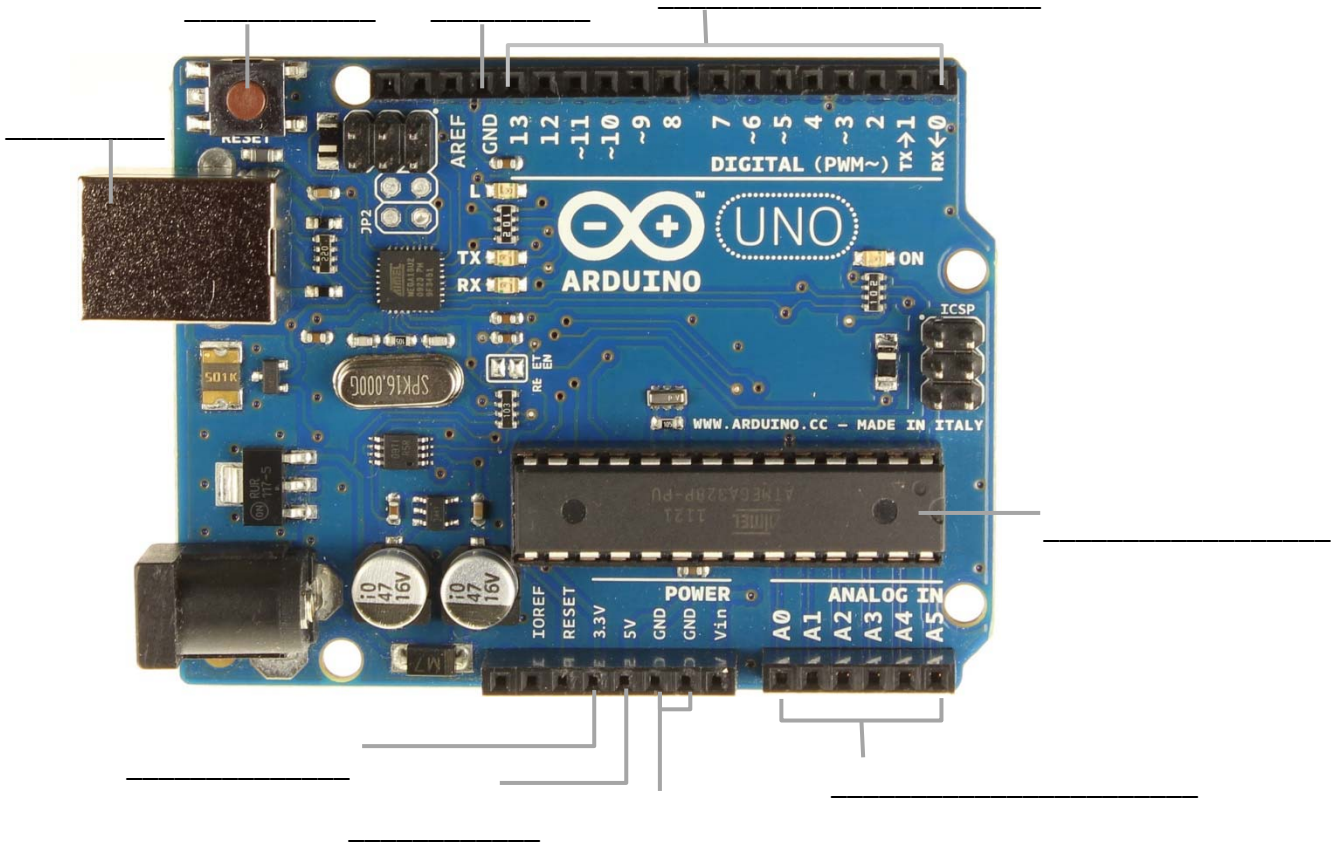
2. 在空格內填上適當的指令。

```
void setup() {  
    pinMode(13, OUTPUT);  
    _____  
}
```

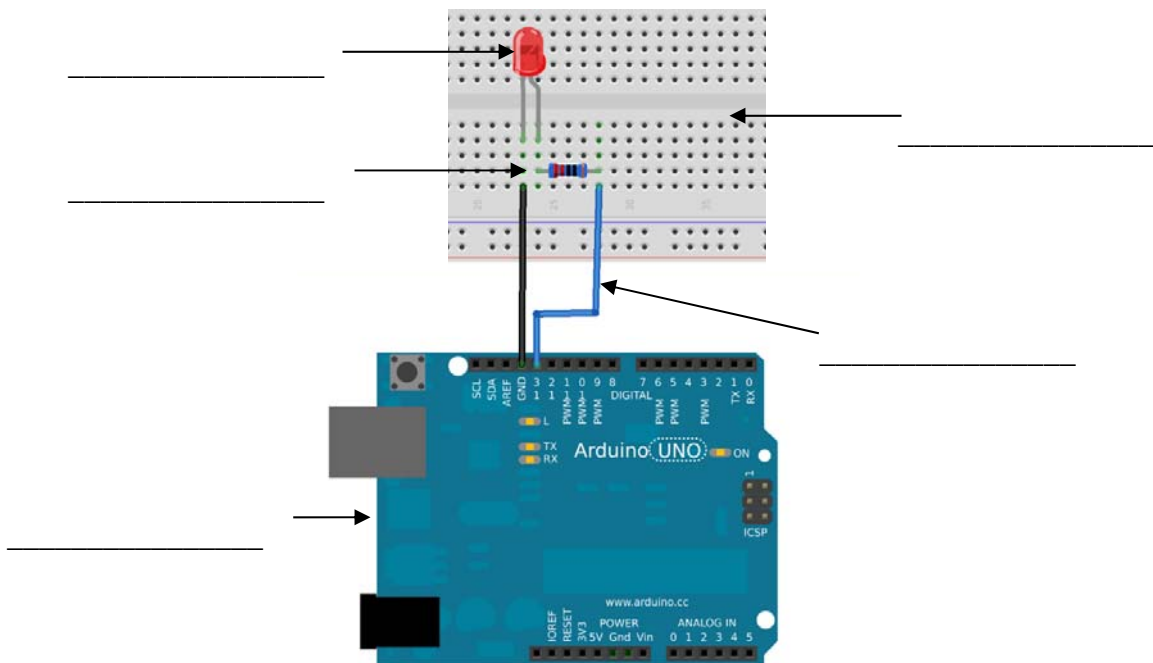
```
void loop() {  
    digitalWrite( 13 , HIGH);  
    _____  
    digitalWrite( 13, LOW );  
    _____  
}
```

課後練習

1. 寫出以下 Arduino 電路板指示部分的名稱。



2. 寫出以下電路板指示部件的名稱。



3. 解譯以下 Arduino 程式的作用。

```
void setup() {  
    pinMode(9, OUTPUT );  
}  
void loop() {  
    digitalWrite( 9 , HIGH );  
    delay( 1000 );  
    digitalWrite( 9, LOW );  
    delay( 3000 );  
}
```

函數 setup() 只執行一次。
它 _____

函數 loop() 會重複地執行。
它 _____

自主學習 — 編寫筆記

1. Arduino 是 _____

2. 麵包板上有很多行的 _____ 和兩組 _____。
3. 一個 Arduino 程式包含兩個函數，它們是 _____。
4. 要建立一個有一棵閃爍 LED 的 Arduino 電路，我們需要的零件包括 _____

本課其他重點 / 學習心得

第二章

我的音樂盒

2.1 蜂鳴器

蜂鳴器(Buzzer) 是一個能產生聲音的細小部件，它的功能與揚聲器相似。但是蜂鳴器需要的電源較少，產生的聲音音量也較小。(注意：輸出至蜂鳴器的音源訊號與揚聲器也不同。本課程不作詳述。)



當電流傳給蜂鳴器，蜂鳴器內部的小瓷碟便會震動，拍打空氣，從而產生聲音。我們可以藉着更改輸出電流的頻率來令蜂鳴器產生不同的音調。

2.2 程式 1：使 Arduino 發聲

教學短片：
電腦 → 中二 → Arduino Ch2A

程式描述

你需要製作一個 Arduino 電路板及編寫程式，使到 Arduino 控制一個蜂鳴器發出不同的聲調。



零件 (寫出零件的名稱。)



(1KΩ)

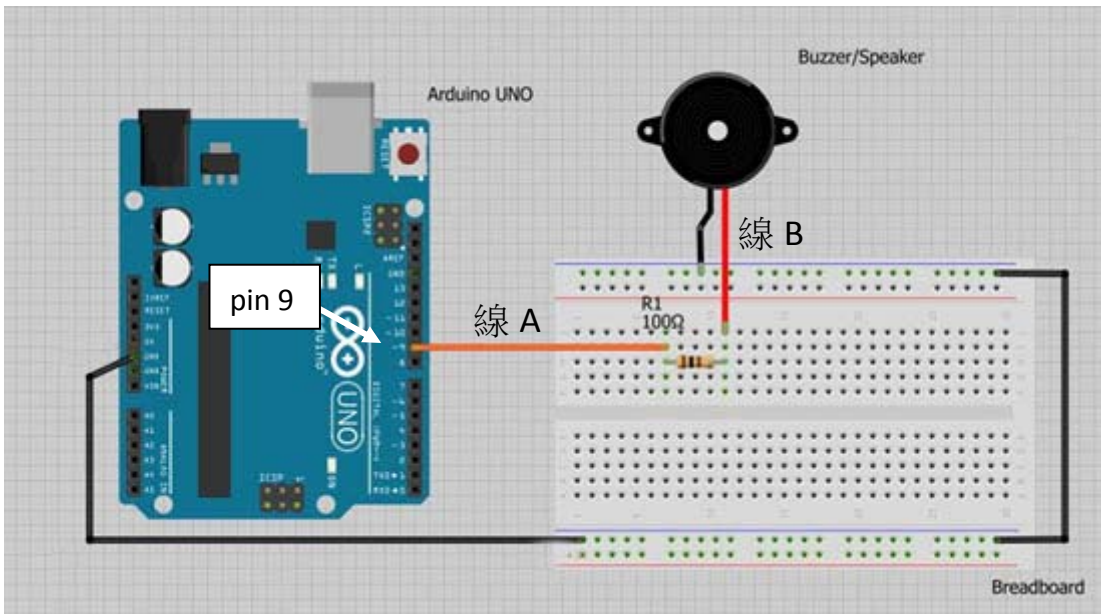
X 6

和一條 USB 線。

按照以下三個步驟建立你的 Arduino 電路和程式。

1. 連接電路

建立如下的電路。



提示：如要蜂鳴器發出較大的聲響，可移除電阻，並把線 A 連接至線 B 同一行細孔上。

2. 編寫程式

```
#define C4 261.63  
#define D4 293.66  
#define E4 329.63
```

預設三個常數(constants)，使程式更易明白。

```
void _____ () {  
  pinMode( 9 , _____ );  
}
```

```
void loop() {  
  tone( 9,C4,1000 );  
  delay(1100);  
  tone( 9,D4,1000 );  
  delay(1100);  
  _____ ( _____ ,E4,2000);  
  _____ ( _____ );  
}
```

指令 tone 的參數(argument)：

tone(pin, note, duration)

pin = 聲音訊號輸出的埠位

note = 聲音訊的頻率

duration = 播放聲音的長度 (ms)

備註：

指令是「區分大小寫」(case-sensitive)的。請準確輸入以上的指令。

留意：pinMode OUTPUT,

3. 上傳及執行程式

1. 以 USB 線把 Arduino 電路板和電腦連接起來。
2. 按一下“驗證”按鈕，然後再按“上傳”按鈕，把程式載入至 Arduino 電路板內。

題目

1. 描述程式運作情況。

2. 解譯以下 Arduino 指令的功能：

(a) `pinMode(9, OUTPUT)`

(b) `tone(9, 300, 1000)`

挑戰題

修改程式，使它播放校歌首四小節的音樂。所需的校歌簡譜如下：

D4 G4 A4 D4 B4 B4 A4 G4 D5 A4 A4 B4 A4 G4 G4 E4 G4 A4
香 海 之 濱 蜿 蜒 九 龍 岡 巒 佳 氣 毓 秀 鍾 靈

音調	D4	E4	F4	G4	A4	B4	C5	D5
頻率值	293.66	329.63	349.23	392.00	440.00	493.88	523.25	587.33

向老師展示你的成品，並把程式列印及貼在以下的空格內。

如有需要，請摺疊程式的硬副本。

課後練習

1. 指出蜂鳴器和揚聲器的分別。

· _____

· _____

2. 分析以下 Arduino 指令，然後回答問題。

```
tone( 8, 300 ,2000 );  
delay(2100);
```

- 蜂鳴器是連接着 Arduino 的哪一個埠？ _____

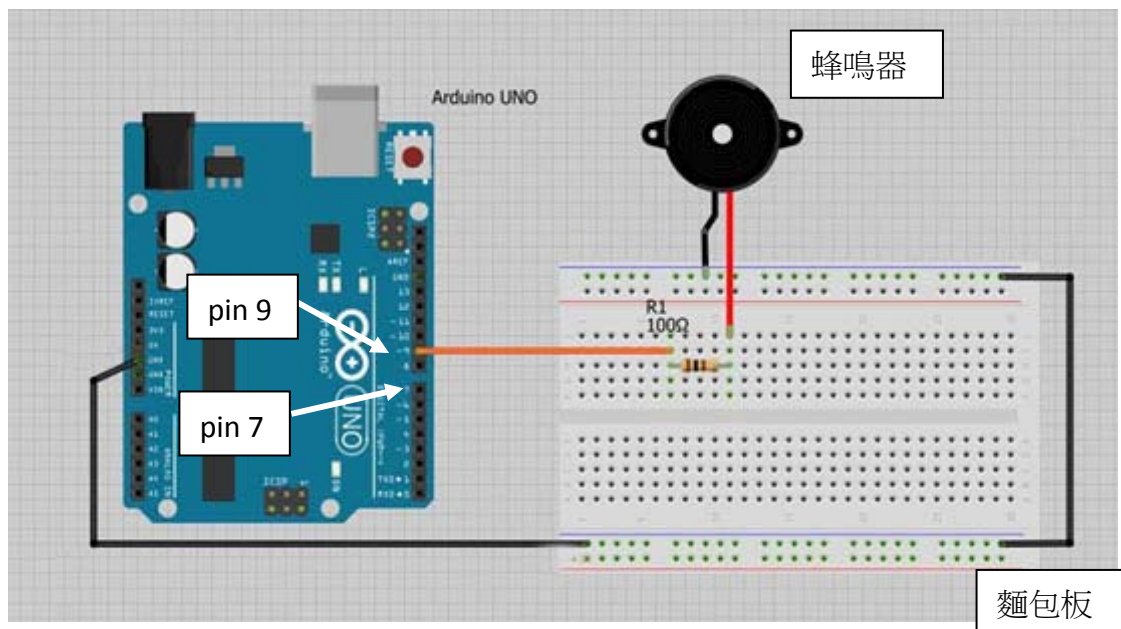
蜂鳴器會發響多久？ _____

修改以上指令，使蜂鳴器發出更高的音調及發聲的時間是原本的兩倍。

· _____

· _____

3. 在以下的線路圖上加入一個電阻、一顆 LED 和所需的電線，並在下方的 Arduino 程式加入指令，使它能發聲一秒然後停頓兩秒，同時，當蜂鳴器響起時，LED 也會亮起來。



```
void setup() {
  pinMode( 9 , OUTPUT );
  pinMode( 7, OUTPUT );
}

void loop() {
  tone( 9, 400 ,1000 );

  digitalWrite( _____ );

  delay( _____ );

  _____
  _____
}
```

自主學習 — 編寫筆記

1. 蜂鳴器是用作 _____

2. 令蜂鳴器發聲的 Arduino 是 _____

這指令有三個參數，它們的名稱及用途是：

1) pin 連接蜂鳴器的埠編號

2) _____

3) _____

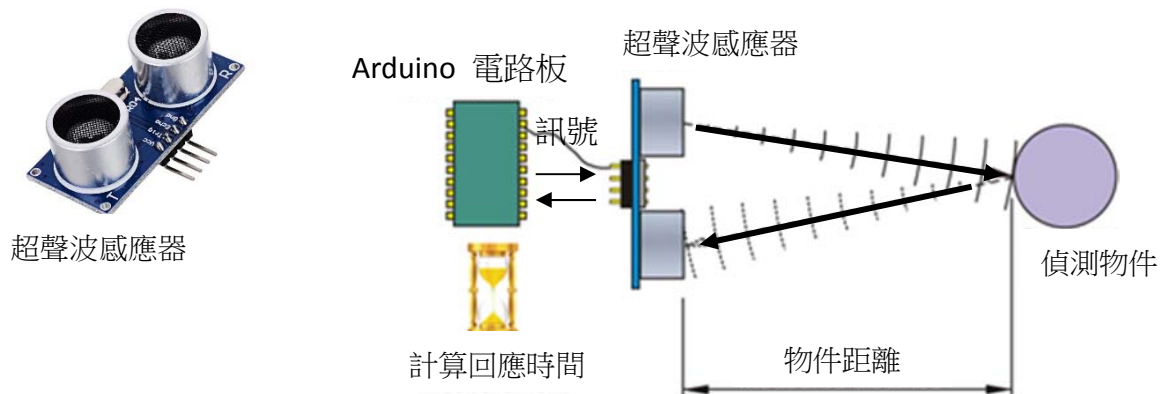
本課其他重點 / 學習心得

第三章

保安警報器

3.1 超聲波感應器

超聲波感應器(ultrasonic sensor)是一個能量度附件物件距離的部件。超聲波感應器發出一段超聲波訊號，然後計算反射訊號(回應，echo)回到感應器的時。超聲波感應器一個開口負責發射訊信，另一開口負責接收回應。



以下公式可用作計算物件的距離：

$$\text{距離} = (\text{時間} \times \text{聲波速度}) / 2 \quad (\text{備註：聲波速度} = 341 \text{ m/s})$$

我們能夠把超聲波感應器接連至 Arduino 電路板，來偵測附近物件的距離，從而按着不同的偵測距離進行不同的回應行動。

題目

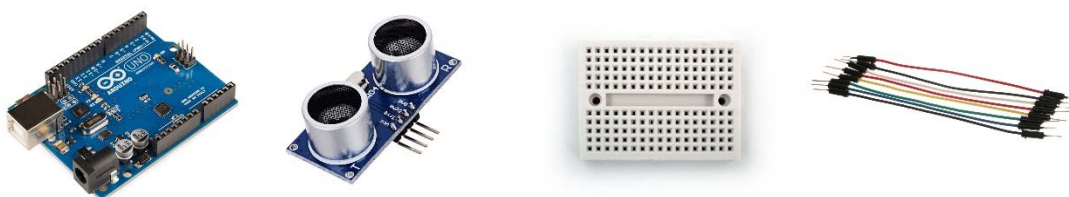
試建議一個把超聲波感應器應用在 Arduino 的應用例子。

3.2 程式 1：量度物件距離

程式描述

你需要製作一個 Arduino 電路板及編寫程式，來偵測超聲波感應器前面的物件的距離，然後把距離結果顯示在屏幕上。

零件 (寫出零件的名稱。)



X 4 和 1 USB 線

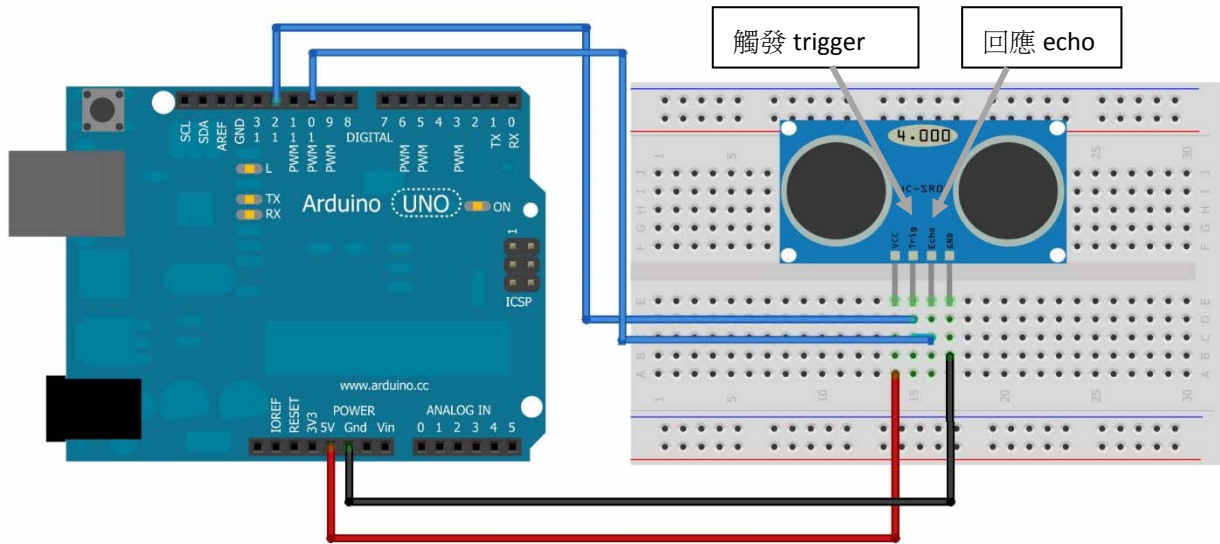
按照以下三個步驟建立你的 Arduino 電路板和程式。

教學短片：
電腦 → 中二 → Arduino Ch3A



1. 連接電路板

建立如下的電路板。



2. 編寫程式

```
long time;  
long distance;
```

定義變量(variables)為長整數 long integer
time 和 *distance* 是用作儲存計算結果

```
void setup() {  
  Serial.begin (9600);  
  pinMode(12, OUTPUT);  
  pinMode(10, INPUT);  
}
```

設計埠的數據傳送速度為 9600
(以配合超聲波感應器的運作速度)

```
void loop() {  
  digitalWrite(12, LOW);  
  delay(2);  
  digitalWrite(12, HIGH);  
  delay(10);  
  digitalWrite(12, LOW);  
  time = pulseIn(10, HIGH);  
  distance = time/58.2;  
  Serial.println( distance );  
  delay(1000);  
}
```

這組指令傳出一個聲波訊號，然後讀取反射訊號所需的時間。

計算物件距離

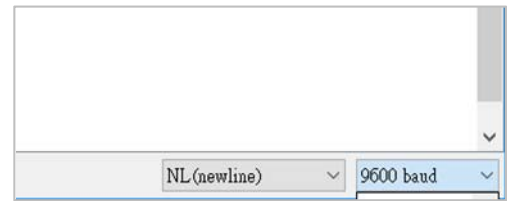
3. 上傳及執行程式

1. 開啟「序列埠監控視窗」(Serial Port Monitor Window)：

[工具] → [序列埠監控視窗]

並設定傳輸速度為 9600 baud。

2. 以 USB 線把 Arduino 電路板和電腦連接起來。
3. 按一下“驗證”按鈕，然後再按“上傳”按鈕，把程式載入至 Arduino 電路板內。



題目

1. 描述程式運作情況。

2. 「序列埠監控視窗」顯示的是甚麼資訊？

3. 解譯以下的 Arduino 指令。

(a) `pulseIn(2, HIGH);`

這指令傳回 _____

(b) `Serial.println(distance);`

這指令把 _____

顯示在 _____

3.3 程式 2：製作一個保安警報器

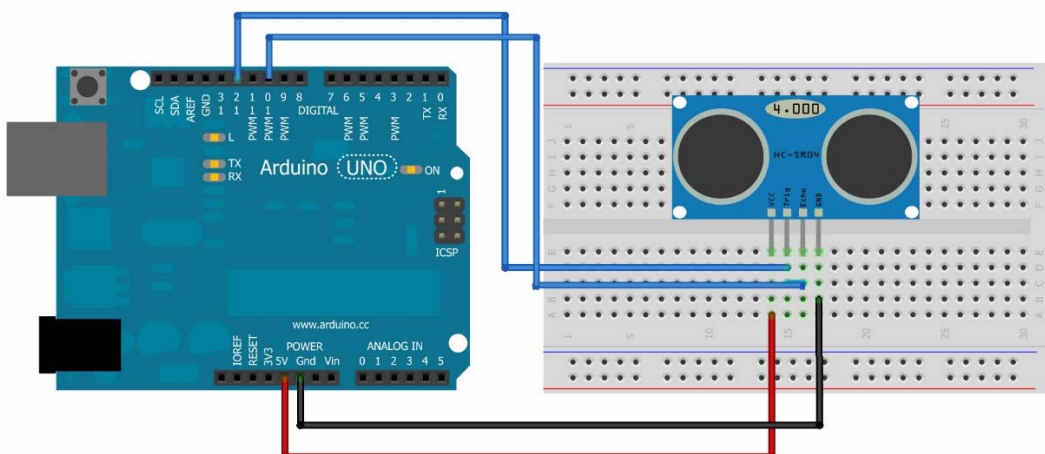
教學短片：
電腦 → 中二 → Arduino Ch3B

程式描述

修改 3.2 節的 Arduino 電路板及程式，使它每當偵測到有物件距離少於 10cm 時便發出 1 秒的響聲。

問題

1. 在以下 Arduino 電路板加入一個蜂鳴器和一個電阻。




```

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(10, INPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(12, LOW);
  delay(2);
  digitalWrite(12, HIGH);
  delay(10);
  digitalWrite(12, LOW);
  time = pulseIn(10, HIGH);
  distance = time/58.2;
  Serial.println( distance );
  if ( _____ ) {
    _____
    _____
  }
  delay(1000);
}

```

指令 if() 的語法:

```

if ( 條件 ) {
  指令 ;
  .....
  指令 ;
}

```

挑戰題

修改 3.3 節的程式，使它能數出及顯示發出聲響的次數。並把你的程式貼在以下的空格內。
 (提示：加入指令 **long counting;**)

如有需要，在貼上時，請摺疊你的程式副本。

課後練習

1. 寫出以下指令的功能。

```
Serial.begin (9600);
```

```
X = pulseIn(9, HIGH); (假設埠 pin 9 接連着超聲波感應器的“回應”針頭)
```

```
Serial.println( 2000 );
```

2. 假設一顆紅色 LED 連接着埠 5，一顆綠色 LED 連接着埠 6，變量 Y 是儲存超聲波感應器偵測物件的距離。

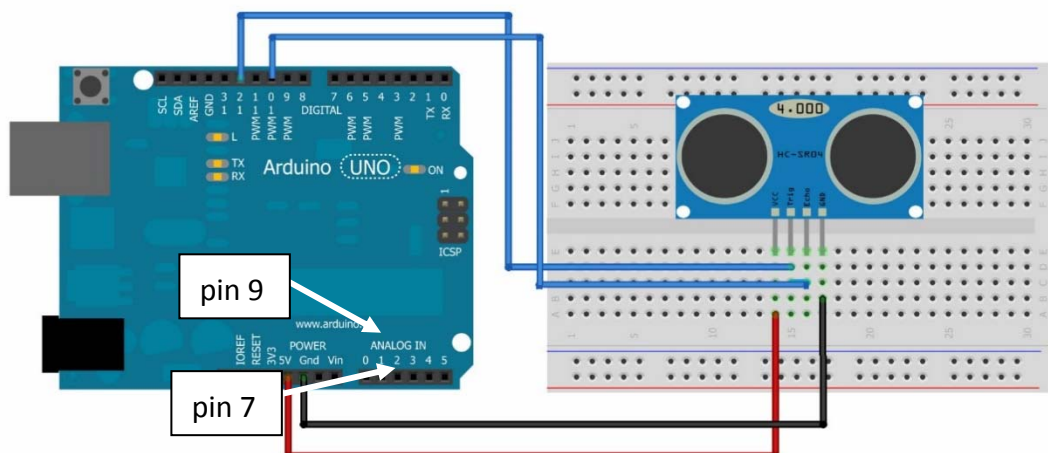
完成以下的程式使每當 $Y < 15$ 時，Arduino 便亮起紅色 LED，否則就亮起綠色 LED。

```
if ( _____ ) {  
    digitalWrite( _____ );  
    digitalWrite( _____ );  
}
```

```
if ( _____ ) {  
    digitalWrite( _____ );  
    digitalWrite( _____ );  
}
```

```
delay(50);
```

3. 按照題目 2 完成以下的 Arduino 電路板，你需要加入兩個電阻、1 個紅色 LED、1 個綠色 LED 和所需的電線。



自主學習 — 編寫筆記

1. 超聲波感應器是用來 _____

2. 在 Arduino 發出一個超聲波訊號的指令是：

3. 指令 `pulseIn()` 是用作 _____

3. 指令 `if()` 的語法是：

```
if ( _____ ) {
```

```
    _____
```

```
    _____
```

```
    .....
```

```
}
```

本課其他重點 / 學習心得

第四章

物聯網(Internet of Things, IoT)

5.1 物聯網簡介

- IoT 是一個包含電腦、電子設備、人們和動物的巨大的網絡。
- 每一個在物聯網內的“物件”能夠自動地傳送數據至其他物件。
- 每一個在物聯網內的“物件”都有一個唯一獨有的識別碼。
- 大多數在物聯網內的“物件”是採用無線技術連接物聯網，例如藍牙和 WiFi。
- 一些物聯網會接連互聯網，使它能够與遠方的物件通訊。

5.2 物聯網的應用例子

- 農業耕種： 自動控制農場內的氣溫及濕度
- 智能家居： 燈光控制和室溫控制
- 大廈管理： 大廈保安管理
- 健康管理： 植入式心臟監察器
- 交通運輸： 無人駕駛、道路交通控制系統

課堂活動

以 4-5 人一組，討論以下其中一個議題，限時 5 分鐘。然後向全班同學匯報你們的討論結果。同時，請簡短記錄各組的匯報內容。

- 1) 建議物聯網對我們未來生活帶來的一個正面影響。

- 2) 建議物聯網對我們未來生活帶來的一個危機。

- 3) 指出一個你曾體驗過的物聯網應用例子。

- 4) 你認為物聯網將來會成為我們生活的重要部分嗎？為甚麼？

期考課業

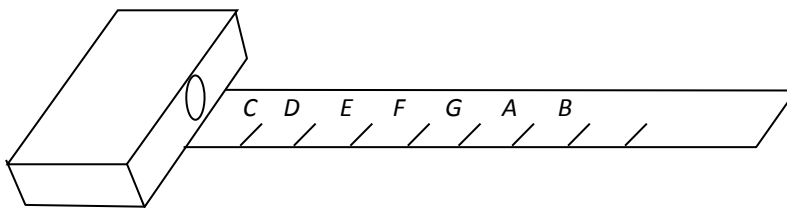
題目 1 空氣鋼琴

課業要求

請設計及製作一個 Arduino 電路板使它能够以超聲波感應器偵你的手與感應器的距離，並按距離播放不同音調的樂聲。以下為空氣不同音調的對應頻率。

音調	C	D	E	F	G	A	B
頻率	261.63	293.66	329.63	349.23	392.00	440.00	493.88
距離(cm)	$X < 10$	$10 \leq X < 20$	$20 \leq X < 30$	$30 \leq X < 40$	$40 \leq X < 50$	$50 \leq X < 60$	$60 \leq X < 70$

請製作一個小盒子及一個有標示的紙板，優化空氣鋼琴外觀和顯示「琴鍵」的位置。



存放 Arduino
線路板的盒子

請在老師面前使用你的空氣鋼琴彈奏以下的樂曲。

London Bridge

London Bridge is falling down,
G A G F E F G

Falling down, falling down.
D E F E F G

London Bridge is falling down,
G A G F E F G

My fair lady!
D G E C

題目 2 智能交通燈系統

課業要求

請設計及製作一個 Arduino 電路模擬一個「智能交通燈系統」。這交通燈系統包括：

- 汽車交通燈 (紅/黃/綠)
- 行人交通燈 (紅/綠)
- 提示行人的聲音
- 一個偵測裝置，當它偵測到有行人站在過路處範圍時，會自動縮短等候過馬路的时间

如你加入創新功能在你的設計，會獲額外加分。

你的作品必須裝飾成為具像真度的交通燈模型。

題目 3 自訂設計題目

設計及製作一個能夠在日常生活中應用的 Arduino 電路產品，這產品的設計和製作難度必須高於題目 1 和 2。同時，學生必須先向老師解說此設計概念，並得老師批准後才可開始進行製作。

提交課業內容：

- 1) 你的 Arduino 電路
- 2) 電路圖 (老師會派發電路圖紙)

時限

你必須在 31/5 或之前提交完成的作品及向老師示範成品的運作。

評分準則

	分數
電路圖	15
作品功能	30
作品外觀	10
展示表現	5

answer page

CH1

Challenging program answer

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
  pinMode(10, OUTPUT); // any digital pin number, same below  
}
```

```
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  digitalWrite(10, LOW);  
  delay(200); // any number  
  digitalWrite(13, LOW);  
  digitalWrite(10, HIGH);  
  delay(200); // any number  
}
```

air paino

```
/*  
  HC-SR04 Ping distance sensor:  
  VCC to arduino 5v  
  GND to arduino GND  
  Echo to Arduino pin 2  
  Trig to Arduino pin 3  
*/
```

```
#define echoPin 2 // Echo Pin  
#define trigPin 3 // Trigger Pin  
#define LEDPin 13 // Onboard LED
```

```
int maximumRange = 2000; // Maximum range needed  
int minimumRange = 0; // Minimum range needed  
long duration, distance; // Duration used to calculate distance
```

```

void setup() {
  Serial.begin (9600);
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  pinMode(LEDPin, OUTPUT); // Use LED indicator (if required)
}

void loop() {
  /* The following trigPin/echoPin cycle is used to determine the
  distance of the nearest object by bouncing soundwaves off of it. */
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);

  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  //Calculate the distance (in cm) based on the speed of sound.
  distance = duration/58.2;

  if (distance >= maximumRange || distance <= minimumRange){
    Serial.println("-1");
    digitalWrite(LEDPin, HIGH);
  }
  else {
    /* Send the distance to the computer using Serial protocol, and
    turn LED OFF to indicate successful reading. */
    Serial.println(distance);
    digitalWrite(LEDPin, LOW);
    if (distance < 10) {
      tone(8, 261.63, 1000);
      delay(1001);
    }
    if ((distance >=10) && (distance <20)) {
      tone(8, 293.66, 1000);
      delay(1001);
    }
    if ((distance >=20) && (distance <30)) {
      tone(8, 329.63, 1000);

```



```

        delay(1001);
    }
    if ((distance >=30) && (distance <40)) {
        tone(8, 349.23, 1000);
        delay(1001);
    }
    if ((distance >=40) && (distance <50)) {
        tone(8, 392.00, 1000);
        delay(1001);
    }
    if ((distance >=50) && (distance <60)) {
        tone(8, 440, 1000);
        delay(1001);
    }
    if ((distance >=60) && (distance <70)) {
        tone(8, 493.88, 1000);
        delay(1001);
    }
    if ((distance >=70) && (distance <100) ) {
        tone(8, 523.25, 1000);
        delay(1001);
    }
}

//Delay 50ms before next reading.
delay(50);
}

```

TERM PROJECT (NEVER DISCLOSE THIS TO STUDENTS!)

Project 1 air piano

Sample result.

```
long time;
long distance;
long counting;
void setup() {
    Serial.begin (9600);
    pinMode(12, OUTPUT);
    pinMode(10, INPUT);
    pinMode(8, OUTPUT);
    counting = 0;
}
void loop() {
    digitalWrite(12, LOW);
    delay(2);
    digitalWrite(12, HIGH);
    delay(10);
    digitalWrite(12, LOW);
    time = pulseIn(10, HIGH);
    distance = time/58.2;
    Serial.println( distance );
    if ( distance < 10 ) {
        Serial.println("C");
        tone(8 ,261.63,1000 );
    }
    if (( distance >= 10 ) && ( distance < 20)) {
        Serial.println("D");
        tone(8 ,293.66,1000 );
    }

    if (( distance >= 20 ) && ( distance <30)) {
        Serial.println("E");
        tone(8 ,329.63,1000 );
    }
        if ((distance >=30) && (distance <40)) {
        Serial.println("F");
            tone(8, 349.23, 1000);
            delay(1001);
        }
        if ((distance >=40) && (distance <50)) {
        Serial.println("G");
            tone(8, 392.00, 1000);
            delay(1001);
        }
        if ((distance >=50) && (distance <60)) {
            Serial.println("A");
```

```
        tone(8, 440, 1000);
        delay(1001);
    }
    if ((distance >=60) && (distance <70)) {
        Serial.println("B");
        tone(8, 493.88, 1000);
        delay(1001);
    }
    if ((distance >=70) && (distance <100) ) {
        Serial.println("C ");
        tone(8, 523.25, 1000);
        delay(1001);
    }

    delay(500);
}
```