

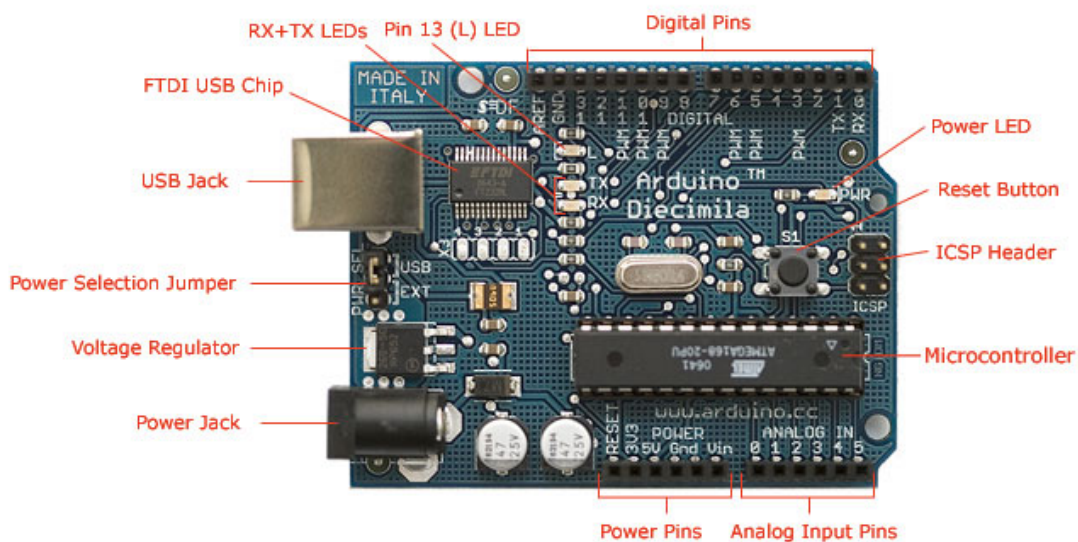
1. Arduino 是什麼？

- Arduino 是一個可以讓你控制很多實體媒材的工具，讓你的互動作品不再限於螢幕的框框裡。
- Arduino 是一塊 Open Source 的 microcontroller board，提供類似 Java，C 語言的開發環境，方便你神速的製作互動作品概念雛型。
- Arduino 可以連接許多電子元件，例如各式各樣的開關、感應器、LED、馬達，也可以連接晶片。
- Arduino 可以自己獨立運作，也可以經由電腦與其他軟體軟體溝通，如 Flash、Processing、Max/MSP 等互動軟體。

2. 為什麼選用 Arduino ？


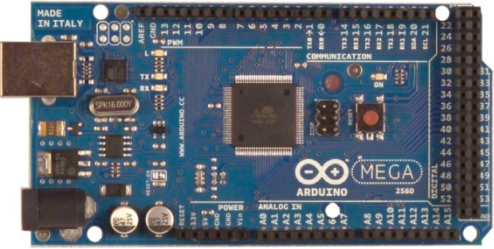


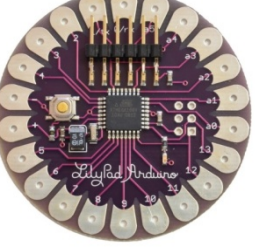

- 不會很貴，正版的普通版 Arduino 大約一千元左右，跟很多他牌控制板相比，真的不是很貴。而且你很閒又厲害可以自己做。
- 跨平台，不限 Windows，你要吃蘋果也行。
- 簡單，使用高階語言，具備基本的程式能力即可馬上上手。
- 開放，Open Source，提供軟硬體的所有原始檔，方便高手修改及擴充功能，只差不能拿來賣錢。
- 資源豐富，因為真的很多人在使用，所以線上資源很多且完整。也有適應不同需求的各式版本。

3. Arduino 長這樣(圖片的版本為 Diecimila，現為 Uno)



Photograph by SparkFun Electronics. Used under the Creative Commons Attribution Share-Alike 3.0 license.

4. 各式 Arduino 簡介

<p>最為常見的一般版本 Arduino</p>	 The image shows an Arduino Uno R3, a popular microcontroller board. It features a blue PCB with a USB Type-B port, a DC power jack, and a standard 28-pin header. The ATmega328P microcontroller is visible in the center.
<p>具備更多 I/O 的豪華 Arduino Mega</p>	 The image shows an Arduino Mega 2560, a high-pin-count microcontroller board. It has a blue PCB with a USB Type-B port, a DC power jack, and a 54-pin header. The ATmega2560 microcontroller is the central component.
<p>方便在麵包版上作業的 Arduino Nano</p>	 The image shows an Arduino Nano, a compact microcontroller board. It has a blue PCB with a USB Type-B port, a DC power jack, and a 28-pin header. The ATmega328P microcontroller is visible.
<p>小而美的 Arduino Mini</p>	 The image shows an Arduino Mini, a small microcontroller board. It has a blue PCB with a USB Type-B port, a DC power jack, and a 28-pin header. The ATmega328P microcontroller is visible.
<p>安裝於服裝上最方便，且號稱可以水洗的 Arduino LilyPad</p>	 The image shows an Arduino LilyPad, a circular microcontroller board designed for use in wearable electronics. It has a purple PCB with a USB Type-B port, a DC power jack, and a 28-pin header. The ATmega328P microcontroller is visible.
<p>與 Xbee 無線傳輸模組結合最方便的 Arduino Fio</p>	 The image shows an Arduino Fio, a microcontroller board designed for use with Xbee wireless modules. It has a blue PCB with a USB Type-B port, a DC power jack, and a 28-pin header. The ATmega328P microcontroller is visible.

而此次的工作坊性質，主角選用 LilyPad 最為合適，不過擔心只有八小時的工作坊，學員光是把零件與 LilyPad 縫上身就已經天亮了。在種種考量下，還是使用一般版本的

Arduino，如於工作坊結束後，學員有製作 **Wearable computing** 的需求，可自行購買 LilyPad 並將課程所使用的電線改為導電縫紉線，製作原理與程式寫法均與一般版的 Arduino 無異，只有在燒錄時有設定上的不同。



(導電縫紉線，搭配 LilyPad 服用效果最佳，
使用此種縫紉線必須注意這種線有電阻值，進行電路設計時必須考量)

5. 安裝 Arduino

網路上有太多的 Arduino 安裝教學可以查詢，請打開你的瀏覽器，這裡不再累述。

官方教學 <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

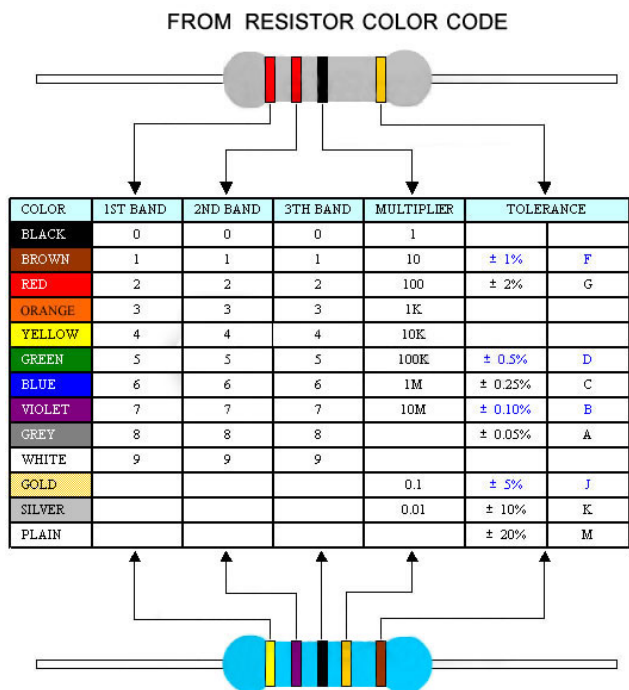
中文教學 <http://arduino.tw/novice.html>

基本電學

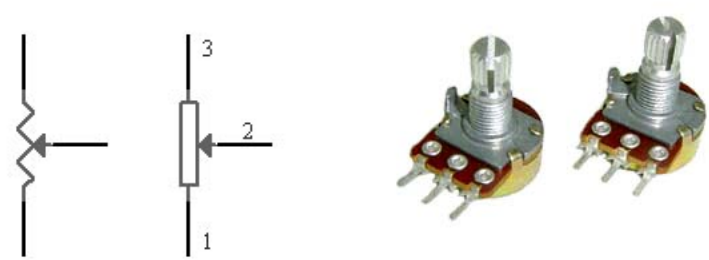
1. **電阻(Resistor)** 用來增加電流通過阻礙能力的元件，可改變恆定電壓中的電流或是恆定電流中的電壓，單位為歐姆，就是國中自然科背的莫名其妙公式 $V = IR$ 中的 R 。



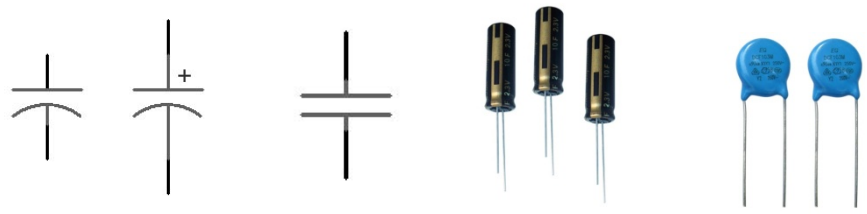
色環表，可以根據此表推算出該電阻大小。不過要背下這種東西，個人倒是建議直接拿出電表量比較快速。



可變電阻，顧名思義就是可以改變電阻大小的電阻，有許多形式以旋鈕與滑軌最為常見。



2. 電容(Capacitor) 一種可以儲存電的元件，用途廣泛，可用來儲存能量，用於更換電池時，可以在短時間內提供電力，避免儲存的資料遺失，也可以用於產生更大的電壓或是過濾信號直流等應用。



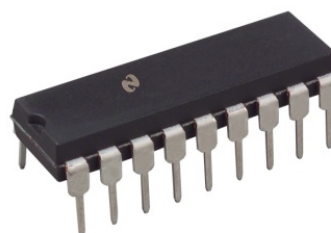
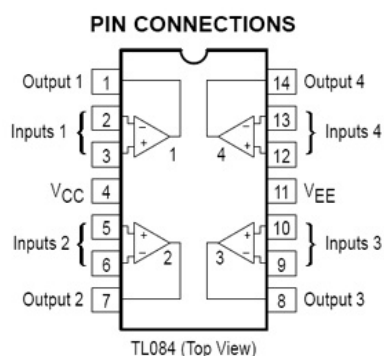
3. 二極體(Diode) 此元件的特性為只允許電流從一個方向通過，所以最常被應用於整流。二極體種類繁多，而我們常聽到的 LED 就是一種二極體，英文全名為 Light-Emitting Diode(發光二極體)。



4. 電晶體(transistor) 是一種固態半導體元件，可以用於放大、開關、穩壓、信號調製和許多其他功能，也可做為開關，與機械式的開關不同，使用電子訊號處發，速度快上非常多。



5. 積體電路(integrated circuit, aka IC) 將許多小型化元件與電路封裝於晶片中的元件，使用正確的晶片可以幫助我們解決許多製作上的麻煩，也減少完成品體積的大小。



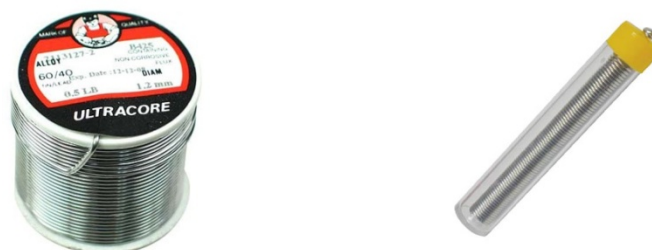
此單元只介紹了此次工作坊所使用以及常見的電子元件，如需更深入的了解請至各大書局尋找相關書籍研讀。

電子電路實作基本工具

電烙鐵(焊槍) 焊接的基本工具，烙鐵頭溫度通常超過 250 度，所以千萬不要以肉身的任何部位去接觸前端的金屬部分，有恆溫、兩段升溫和溫控三種，一般電子電路使用恆溫式 30W 或 40W 的規格已足夠，如果需要大量製作且口袋比較鼓，可以建議選用較高價位的兩段升溫或是溫控。烙鐵頭分為日製、台製與大陸製，不是崇洋媚外，日製真的較不易氧化變黑，但價格也較高。而延長烙鐵壽命最好的方法，還是建立正確的觀念以及養成良好的使用習慣。



焊錫 是鉛與錫所組成的合金，焊錫成分在 61.9%時熔點為 183°C。所以烙鐵可以輕易的將焊錫融化進行熔接，一般我們在製作電子電路的焊接時，選用直徑 0.8mm 以下的最為理想。



錫油(焊油) 可以用來清潔烙鐵頭，並且提供焊錫更好的流動性，所以又稱助焊劑。一般的焊錫會加入少量的錫油，要注意錫油為酸性物質(較高級的為弱酸性)，不要覺得跟面速力達母很像，而拿來塗抹蚊蟲咬過的地方，也因為具有酸性，對於烙鐵頭與焊點都會有腐蝕的後遺症，所以必須對於沾到錫油的部分進行清潔的動作，如焊點必須使用去漬油進行清潔，而烙鐵頭以沾水的海棉清潔，並在結束使用時進行吃錫的動作。



烙鐵架 避免烙鐵頭誤觸你時尚感十足的 IKEA 桌面或是烙鐵後端的塑膠電線，烙鐵架是建構安全工作環境的必備聖品，下方的海棉請於製作前沾水，於焊接的過程中定時的清潔烙鐵頭與降溫以利延長烙鐵壽命，右圖的鐵絲棉是快速清潔烙鐵頭的利器。



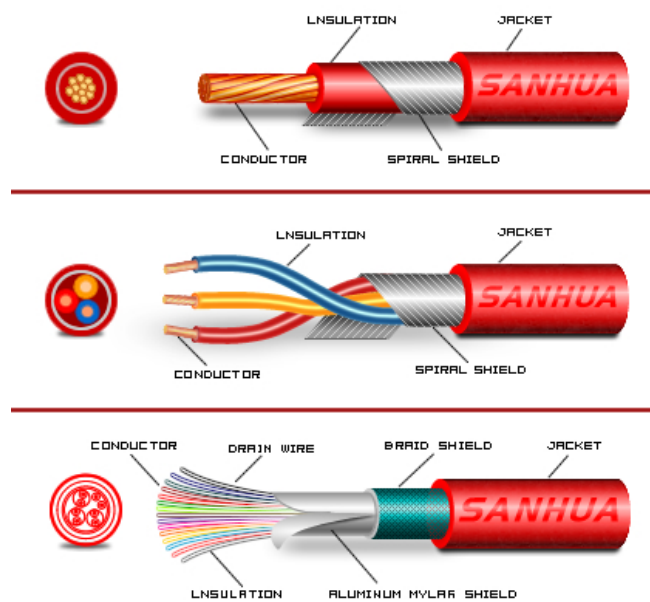
焊接台 當夜深人靜你必須一人獨自進行焊接的動作時，焊接台可以讓你多出兩隻手固定元件與電線，通常會附上放大鏡，讓你更清楚的進行作業。



吸錫器 當我們焊壞焊錯了，先不要驚慌失措，因為有鉛筆就會有橡皮擦，有原子筆就會有立可白，同理可證，有焊鐵就會有吸錫器。當錯誤發生時，我們只須要把焊錯的地方融為液態，再用吸錫器吸起即可。



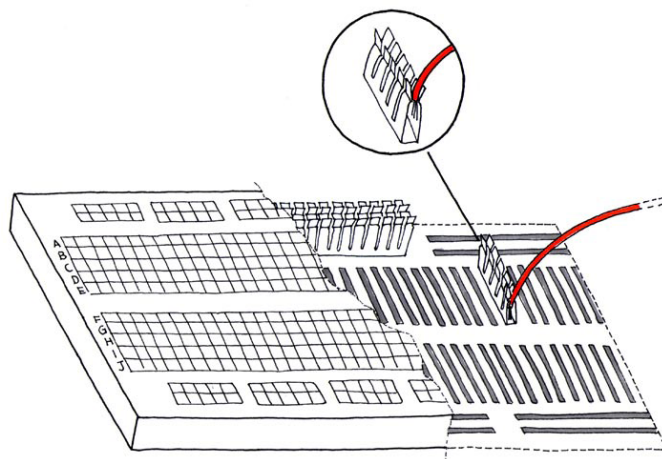
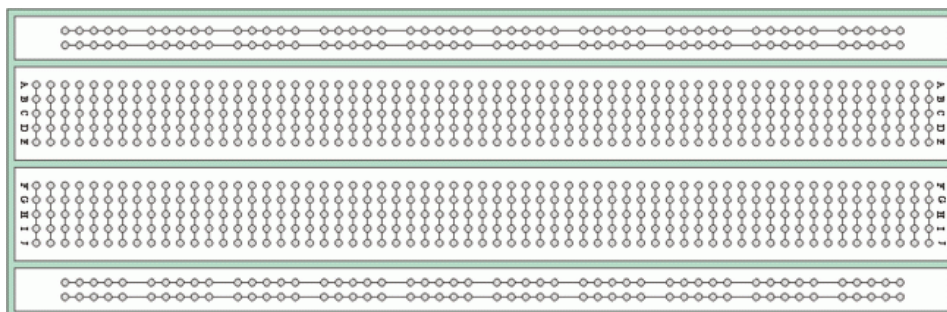
線材 分為單芯線與多芯線，也有單條電線內有多條單芯線或多芯線的產品，如網路線。單芯線較多芯線硬，但也較易於插入麵包版，假如沒有線必須較柔軟的需求，選用單芯線即可。



剝線鉗 如其名即為剝去線材外皮的工具，技術高超的人士，其實使用美工刀也可以進行剝線，但使用專用的剝線鉗可增加撥線的速度，也可避免傷害內部電線本身。左一為最便宜的一種形式，但只是美工刀的加強版，較不建議使用，而其他三種形式皆可選用，個人偏好紅黑色的鴨嘴版本(右二)，使用上非常快速，不過需要定期調整鬆緊。



麵包板 爲什麼要叫做麵包板，其實我也不太了解來龍去脈，只知道聞起來不像麵包。協助我們不需焊接，即可快速連接元件的工具，於雛型製作階段非常好用。如下圖有連線的孔，線路都是導通的。



Picture from book "Getting started with Arduino"

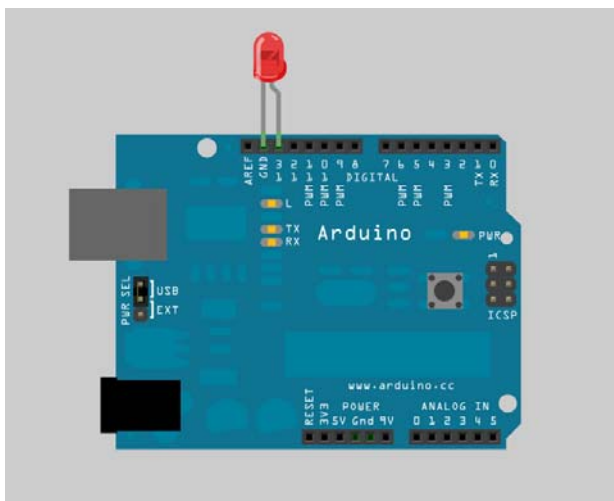
Digital

接下來就要進行電路與 **Arduino** 的實作，而基本上控制 **Arduino** 分爲數位與類比、輸入與輸出…沒了!!!，就那麼簡單，只要搞清楚這四件事情，就可以進行千變萬化的電路製作。而我們就先了解數位是什麼，常聽到有人說"電腦就是 0 跟 1 組成的嘛!"就是在說數位這件事情，而 0 就是沒有電 1 就是有電，這簡單的原理構築了現代複雜的資訊世界。



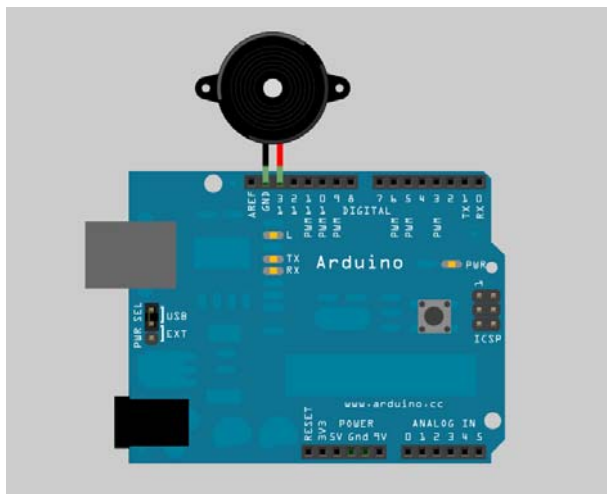
輸出 數位的輸出，即是告訴 **Arduino** 哪一個腳位要通或不通電而且要通多久。

如下列的範例，控制 LED 通電與不通電。LED 具有極性，長腳接 Digital 13 腳位，而短腳接於 GND 腳位，再把程式燒入進去後，就可以看到一閃一閃亮晶晶的 LED 了。



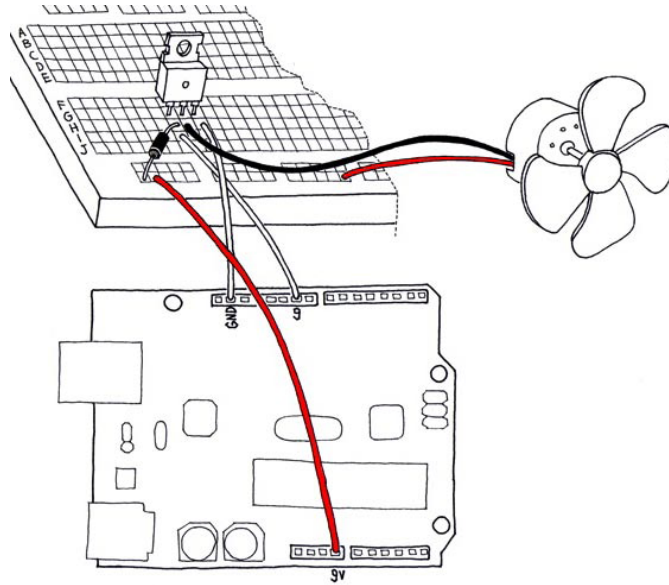
```
int ledPin = 13;
void setup(){
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop () {
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(1000);
}
```

相同原理我們可以把 LED 改為蜂鳴器。蜂鳴器的高低音由震盪的頻率改變，delay 的單位為毫秒，而我們需要更快速的震盪頻率，可以使用 delayMicroseconds() 這個函式，而當數值越小時表示震盪速度越快，可以試著改變輸入函式的數值大小，觀察聲音高低的變化。新版的 Arduino IDE 內建 tone() 這個函式，原理相同，但簡化了程式上的撰寫，沒有直接使用 tone() 是希望學員能更清楚了解控制蜂鳴器的原理。



```
int ledPin = 13;
void setup(){
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
void loop () {
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delayMicroseconds(100);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delayMicroseconds (100);
}
```

我們也可以控制其他更高電壓的元件，但就必須將訊號與電源分開，因為 Arduino 只提供 5V 40mA 的電量，大於這個電量的元件都必須另外提供外部電源，而先前提到的電晶體就可做為較大電壓驅動元件的開關，如下圖使用 Arduino 控制直流馬達。



Picture from book "Getting started with Arduino"

範例中的電晶體型號為 TIP120 。

詳細規格 <http://www.learn-c.com/tip120.pdf>

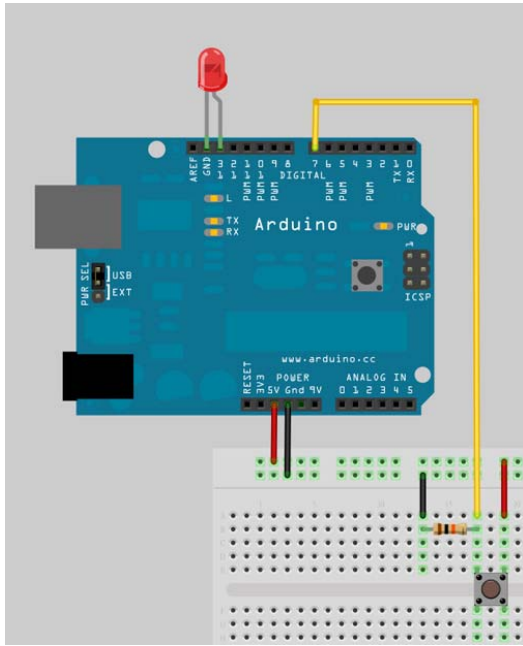
連接教學 <http://itp.nyu.edu/physcomp/Tutorials/HighCurrentLoads>

而假使我們今天需要控制更大型的電器，如冰箱、果菜汁機、日光燈等以交流電驅動的電器，則可使用以直流電 3V~5V 可驅動的固態繼電器(SSR)，下方的+連接到 Arduino 的數位輸出腳位，-連接到 GND 接地，上方連接交流電線的其中一段，即可透過 Arduino 控制交流電。



基本上我們可以透過 Arduino 的數位輸出腳位當作訊號，控制任何的東西通電或不通。

輸入 數位的輸入也就是告訴 Arduino 輸入的腳位有電或沒電，我們可以連接外部開關來進行數位訊號的輸入。以下的範例為使用微動開關來控制 LED，圖中電阻大小為 10K。



```
int ledPin = 13;
int buttonPin = 7;
int state = 0;
void setup() {
    pinMode(ledPin, OUTPUT);
    pinMode(buttonPin, INPUT);
}
void loop(){
    state = digitalRead(buttonPin);
    if(state == HIGH){
        digitalWrite(ledPin, HIGH);
    }else{
        digitalWrite(ledPin, LOW);
    }
}
```

當上述的範例成功實作後，我們可以將微動開關改為其他種類的開關，下列簡單介紹其他種類的開關。

水銀開關 玻璃管內部有水銀，當角度改變時水銀會往另一個方向流動，當流往接點時，電路即會導通，是一個可以根據放置角度改變狀態的開關。



磁簧開關 玻璃管內有兩個距離很近但不相接的鐵片，當有磁貼接近時，因磁力作用會導致兩鐵片相接，導通電路，搭配強力磁鐵可用來做為低成本的非接觸式開關。



滾珠開關 又稱振動開關，可根據感應震動而使電路導通。



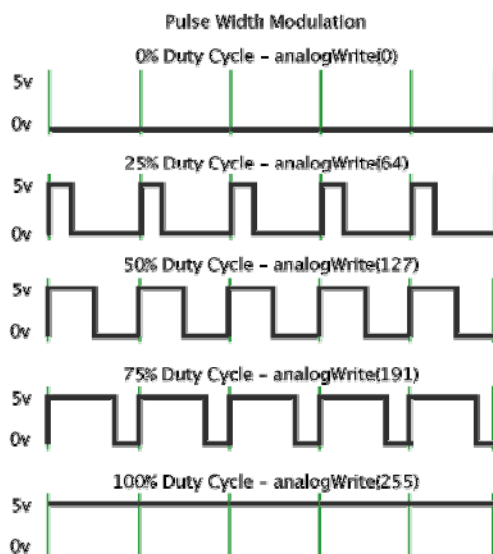
紅外線開關 如我們進廁所時，會有感應器觸發電燈打開，即是使用此種偵測人體移動的紅外線開關。另外也有像是電影中有光束的阻斷式紅外線開關(真正的紅外線開關肉眼是看不到光束的，光束單純是電影效果)，



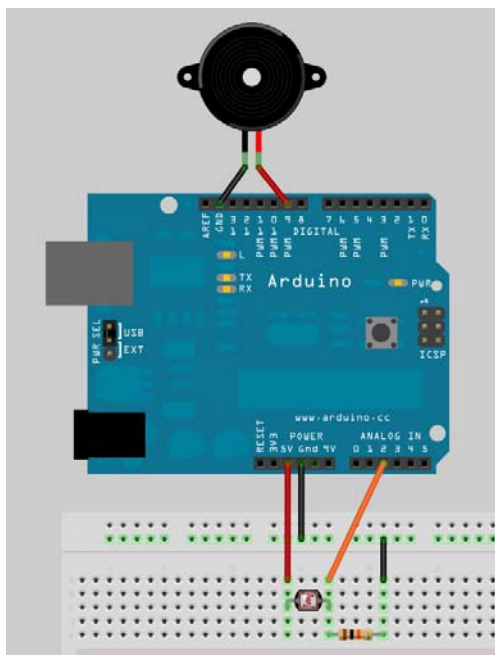
以上所提到的各種開關皆可直接連接 **Arduino** 使用，使用者視需求選用合適的開關。

Analog

接著數位之後，我們要進入類比的世界了，而在數位的世界中的類比不是真的類比，而是由一種名為脈衝寬度調變 (**Pulse Width Modulation**，**PWM**)的方式建立起相當於類比的功能。如下圖以不同的周期頻率來模擬類比訊號。



輸入 與數位同理，類比也分爲輸入與輸出，下列的範例是使用光敏電阻，並將光敏電阻的值傳回電腦，我們可以點選 Arduino 的 Serial Monitor 查看光敏電阻的值。



```
int value = 0;
int soundPin = 9;
int sensorPin = 0;
void setup(){
    Serial.begin(9600);
}
void loop(){
    value = analogRead(sensorPin);
    //delay(10);

    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    delayMicroseconds(value);
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    delayMicroseconds (value);
    //查看光敏電阻數值
    //Serial.println(value);
}
```

除了最基本的光敏電阻外，我們也介紹其他種類比輸入元件，而基本上非特殊元件接法則與光敏電阻相同。

旋鈕及滑桿 這兩種東西其實就是先前所提到的可變電阻，所以使用此元件不需要再額外連接電阻，通常會有三個針腳，左右兩邊爲正極及負極(可反轉)，中間連接至類比輸入腳位。



彎曲感測器 根據彎曲程度改變電阻值的元件，與 Arduino 的連接方式與光敏電阻相同，下圖的彎曲感測器只有一個方向有作用。



觸摸感測器 根據觸摸的位置回傳類比值，圖左為感應觸摸的左到右，圖右如同 iPod Classic 的操作介面，可取得手指於圓圈上的位置。



三軸加速器 風靡全球的遊戲主機 Wii，即是內建此感測器於遙控器中，可以抓取遙控器於空間中三個軸向的加速度值。使用此元件要注意輸入電壓大小為 3.3v，如果輸入 5v 的電壓會損壞此元件，當我們使用一個陌生的元件時，最好還是先查看過原廠的 Datasheet，以最正確的方式使用該元件。



電子羅盤與陀螺儀 左圖為電子羅盤，如其名是一種電子式的指南針，可以回傳元件的方位。而電子羅盤為絕對性的方位值，右圖的陀螺儀則為相對性的旋轉值。



距離感測器 可偵測前方物體距離的感測器，左圖為紅外線測距右圖為超音波測距，有各種規格，有不同的距離及角度限制。



輸出 不同於數位只能控制 LED 的開與關，利用類比的輸出則可控制 LED 的明暗變化。進階的應用則可以連接 MIDI 接頭，直接傳輸 MIDI 訊號給 MIDI 設備。

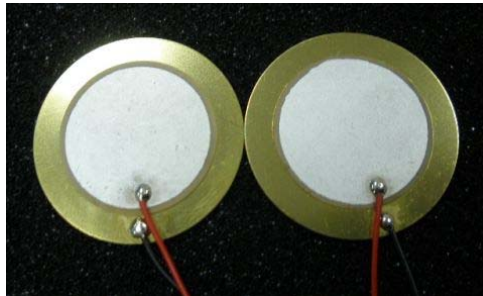
到這裡我們恰似把數位與類比、輸入與輸出四大天王弄得有點懂了！就可以開始動手製作我們想要做的穿戴式互動式載具了。

動手做

以下以兩個實際範例進行穿戴式互動載具的製作，並將 Arduino 所偵測的訊號傳給軟體 Processing 做連結。

Ex1. 肌電戰士

將黏貼蜂鳴片於身上，透過使力時肌肉形狀的變化，改變類比訊號的回傳值。製作此範例，我們必須要將電線焊於蜂鳴片之上，蜂鳴片的極性為內圈白色的部位為正極，外圈為負極，接上電線後即可直接使用。蜂鳴片是一種振動會產生微電的元件，所以不需額外給電，只需要將正極與 Arduino 的類比訊號腳位連接，而負極與 Arduino 的 GND 連結，我們就可以透過類比腳位取得蜂鳴片的訊號。



範例程式碼：請至台灣電虎網站下載 <http://tetfestival2010.wordpress.com/>

使用範例程式要注意幾個地方

- Arduino 部分

預設三個感測器腳位

```
firstSensor = analogRead(0)/4; //將類比腳位 0，儲存為第一個感測器的值
```

```
delay(10); // delay 10ms to let the ADC recover:
```

```
//secondSensor = analogRead(1)/4; //將類比腳位 1，儲存為第二個感測器的值
```

```
//thirdSensor = digitalRead(8); //將數位腳位 8，儲存為第三個感測器的值
```

可根據不同的連接方式更改程式，也可以新增更多的傳輸腳位。

- Processing 部分

要設定使用的 USB Port

```
// 使用的 USB Port 為第一個，將[]內設為 0，第二個設為[1]，以此類推
```

```
String portName = Serial.list()[1];
```

要察看 Arduino 所傳入的值，將 println 前的反斜線拿掉

```
// 將傳入的數值列出
```

```
//println(value1 + "\t" + value2 + "\t" + value3);
```

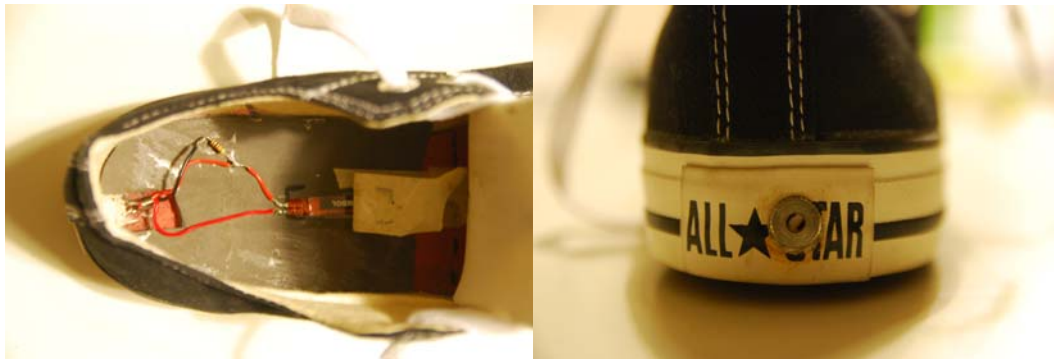
Freq 控制頻率，Pan 控制左右聲道，而 map 此函數式處理對應的動作，所以要查看 value1 與 value2 的回傳值範圍，再修改 75~105 與 69~104 此區間。

```
float freq = map(value1, 75, 105, 60, 1500);
```

```
float pan = map(value2, 69, 104, -1, 1);
```

Ex2. All Star 音樂鞋

此用前面提過的 Nike Music Shoe 為案例，我們來如法泡製實作「All Star 音樂鞋」！藉由使用彎曲感測器做為感應器放於鞋內，再根據鞋子的彎曲程度觸發我們選取的聲音檔。如同影片呈現電線可以改為耳機線，方便訊號線直接插入使用。



範例程式碼：請至台灣電虎網站下載 <http://tetfestival2010.wordpress.com/>

Arduino 程式使用方式與 Ex1 相同。

而 Processing 部分一樣需要注意 USB Port 的編號，

以下兩行為置入聲音檔，可以根據 data 資料夾所放進的聲音檔更改。

```
kick = minim.loadSample("BD.mp3", 2048);
```

```
doom = minim.loadSample("vibes-a1.aif", 2048);
```

此範例的結果為當我們彎曲值大於 100 時會觸發 BD 此音效，大於 110 時會觸發 vibes-a1 此音效。可以自行修改其彎曲值與聲音檔。