

2023仰望盃全國科學HomeRun實作大賽

複賽作品說明書

隊伍名稱: 十萬伏特

作品名稱: 非接觸式 arduino感應電梯

隊 員: 黃可瑜、黃冠仁

指導老師: 張竣博

科學概念1：

電磁感應，是指放在變化磁通量中的導體，會產生電動勢。此電動勢稱為感應電動勢或感生電動勢，若將此導體閉合成一迴路，則該電動勢會驅使電子流動，形成感應電流(感生電流)。

法拉第發現產生在閉合迴路上的電動勢和通過任何該路徑所包圍的曲面的磁通量的變化率成正比，這意味著，當通過導體所包圍的曲面的磁通量變化時，電流會在任何閉合導體內流動。這適用於當磁場本身變化時或者導體運動於磁場時。電磁感應是發電機、感應馬達、變壓器和大部分其他電力設備的操作的基礎。

$$\varepsilon = - N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

其中

ε 是單位為伏特的電動勢、

N 是線圈匝數、

Φ_B 是磁通量，單位為韋伯、

t 表示磁通量改變的時間。

科學概念2:

變壓器:一個簡單的單相變壓器由兩塊導電體組成。當其中一塊導電體有一些不定量的電流(如交流電或脈沖式的直流電)通過,便會產生變動的磁場。根據電磁的互感原理,這變動的磁場會使第二塊導電體產生電位差。假如第二塊導電體是一條閉合電路的一部份,那麼該閉合電路便會產生電流。電力於是得以傳送。在通用的變壓器中,有關的導電體是由電線組成線圈,因為線圈所產生的磁場要比一條筆直的電線大得多。變壓器的原理是由變化的電壓加到原線圈在磁芯上產生變化的磁場,從而激發其他線圈產生變化的電動勢。原線圈、副線圈的電壓 V_S , V_P 和兩者的繞線的匝數 N_S , N_P 之間有正比的關係:

至於變壓器兩方之間的電流或電壓比例,則取決於兩方電路線圈的圈數。圈數較多的一方電壓較高但電流較小,反之亦然。如果撇除泄漏等因素,變壓器兩方的電壓比例相等於兩方的線圈圈數比例,亦即電壓與圈數成正比。

以算式表示如右:
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

另外,根據安匝平衡,變壓器兩側的交鏈磁動勢必須相等。以算式表示如右:
$$I_s N_s = I_p N_p$$

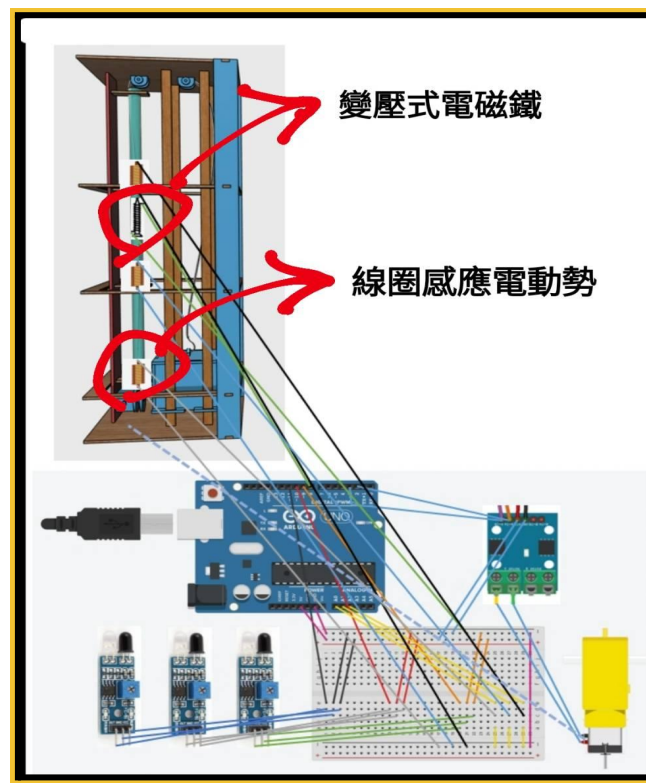
複賽作品說明書內文

(最多10頁)

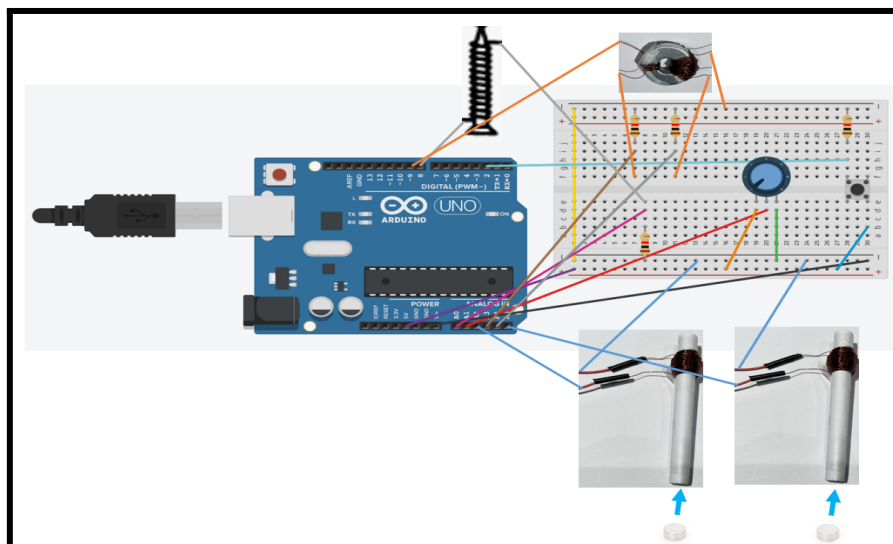
1. 發想動機：

在疫情嚴峻的情況下，我們想減少電梯感染並結合探究電磁效應的應用教具，如此我們利用自主式紅外線感測器的特性，達到使用者非接觸的效果，決定電梯的樓層，到達電梯樓層的部分我們捨棄步進馬達，改以直流馬達，結合類交流電電磁鐵以及感應線圈電動勢，和arduino類比讀值來決定，為讓操作者更容易理解其中的物理意義，我們獨立出另外一組教具組，方便改變單一變因，探討感應電動勢公式。這個教具以按鈕改變對應的功能，內部功能包含變壓器、感應線圈以及用來改變電壓週期的可變電阻，目的用來改變電壓1,0週期，而類交流的電磁鐵經過線圈就能輕易感應出電壓。

2. 硬體及電路架構圖：



此圖電梯模型電路圖上面包含馬達驅動板，紅外線避障、馬達、變壓器、感應線圈。



此圖為探討感應電動勢教具的電路圖，上面包含簡易變壓器、可變電阻、電磁感應的線圈。

```

if (newStat10==oldStat) {
  if(i<2) {
    digitalWrite(A_1A,HIGH);
    analogWrite(A_1B,Speed);//正轉
    delay(500);
    i=2;
  }
  if(i>2) {
    digitalWrite(A_1A,LOW);
    analogWrite(A_1B,Speed);//逆轉
    delay(500);
    i=2;
  }
} //二樓按鈕，紅外線感應器偵測到物品時，使馬達開始轉動
if (newStat9==oldStat) {
  if(i!=1) {
    digitalWrite(A_1A,LOW);
    analogWrite(A_1B,Speed);//逆轉
    delay(500);
    i=1;
  }
} //一樓按鈕，與二樓同理
if (newStat11==oldStat) {
  if(i!=3) {
    digitalWrite(A_1A,HIGH);
    analogWrite(A_1B,Speed);//正轉
    delay(500);
    i=3;
  }
} //三樓按鈕，與二樓同理

```

```

if(i==2){
  sensorValue2 = analogRead(analogInPin2);
  Serial.print("sensorValue2=");
  Serial.println(sensorValue2);
  digitalWrite(pin,1);
  delayMicroseconds(500);
  //模擬交流電，始通過線圈得磁通量改變，產生感應電流
  if(sensorValue2 >0){
    Serial.print("sensorValue2 =");
    Serial.println(sensorValue2);
    digitalWrite(A_1A,LOW);
    digitalWrite(A_1B,LOW);
  } //只要偵測到感應電流，便停止運轉
  digitalWrite(pin,0);
  delayMicroseconds(1);//模擬交流電
  if(sensorValue2 > 0){
    digitalWrite(A_1A,LOW);
    digitalWrite(A_1B,LOW);
  }
} //樓層判斷，其餘樓層皆相同

```

```

if (buttonstate == 1)//按鈕按壓時，使k值+1
{
  k=k+1;
  Serial.println(k%4);
  delay(1000);
} //用按鈕切換模式

if(k%4==1) {
  n=sensorValue1 ;//用可變電阻改變delay的時間
  digitalWrite(pin,1);
  delayMicroseconds(n);
  if (sensorValue!=0)//值不等於0時，印出數值
  {
    Serial.print("電磁鐵毫伏特 = ");
    Serial.print(mv);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("delaytime = ");
    Serial.println(sensorValue1);
  }
  analogWrite(pin,0);
  delayMicroseconds(1);
}
if (sensorValue!=0)//值不等於0時，印出數值
{
  Serial.print("電磁鐵毫伏特 = ");
  Serial.print(mv);
  Serial.print(" ");
  Serial.print("delaytime = ");
  Serial.println(sensorValue1);
} //佔空比實驗

```

```

if(k%4==2) {
  if (sensorValue2>10)//值大於10時，印出數值
  {
    Serial.print("感應線圈電壓200匝 = ");
    Serial.println(sensorValue2);
  }
  if (sensorValue5>10)//值大於10時，印出數值
  {
    Serial.print("感應線圈電壓300匝 = ");
    Serial.println(sensorValue5);
  } //感應線圈
}

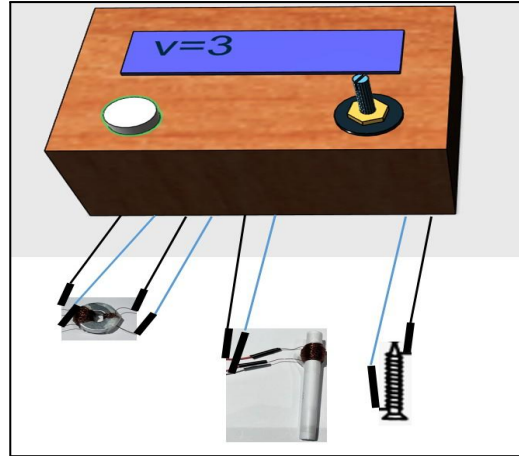
if (k%4==3) {
  digitalWrite(pin1,1);
  delayMicroseconds(1);
  if (sensorValue3!=0)//值不是0時，印出數值
  {
    Serial.print("v1 = "); //變壓前
    Serial.print(sensorValue3);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("v2 = "); //變壓後
    Serial.println(sensorValue4);
  }
  analogWrite(pin1,0);
  delayMicroseconds(1);
  if (sensorValue3!=0)//值不是0時，印出數值
  {
    Serial.print("v1 = "); //變壓前
    Serial.print(sensorValue3);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("v2 = "); //變壓後
    Serial.println(sensorValue4);
  } //變壓器
}

```

上面為電梯的程式碼、下面為教具程式碼。

3. 作品使用說明及應用：

教具組：



我們設計一個按鈕，其可決定三種探究功能。功能一：以可變電阻控制delay時間來改變電壓1,0週期，並讀取電磁鐵電壓。功能二：感應線圈，可丟入不同數量的磁鐵，讀取電壓或是功能一的交流電磁鐵經過線圈所感應出的電壓，同時也有不同圈數的線圈可替換探討。功能三：變壓器線圈與電壓的關係，亦有其餘對照組可替換。

電梯組：

1.感應線圈的安裝在電梯外部的管子上，當電磁鐵通過時讀取到變化的電壓值，用來判斷電梯目前到達哪個樓層。

2.類交流電磁鐵安裝在管子內部，一部份用來作為電梯的配重，另一部份用來改變感應線圈的磁通量，藉由延展線連結定滑輪到車廂(載物平台)。

3.自主式紅外線避障，作為非接觸式電梯的偵測器，用來輸入相對應的值，得以觸發馬達到達所對應的樓層。

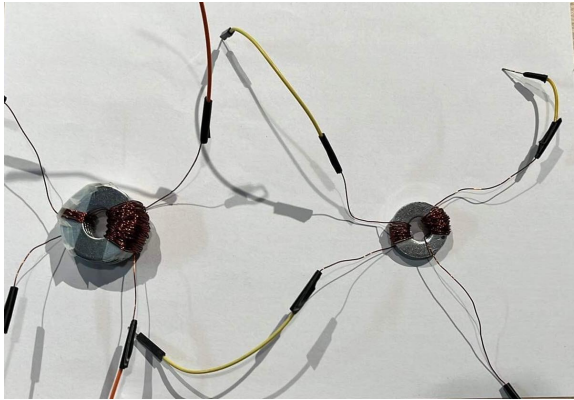
4. 作品創意性：

1.我們所製作的電梯模型的獨特性，即是以紅外線避障器偵測乘客的手部的接近，取代須由接觸才能有反應的按鈕，以及簡單的裝置，讓初學者可以感受到感應電動勢的關係。

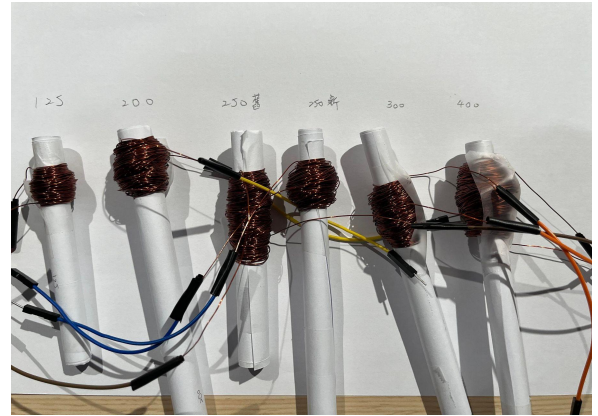
2.此教具電梯，結合了電磁感應、佔空比的概念以及原本電梯的配重概念。將感應的鐵棒作為配重，當電梯上升的時候該鐵棒下降，反之亦然，藉由鐵棒經過管子外的線圈產生感應電流，而我們讀取感應電流所產生的電壓值，由此來判斷目前所在之樓層。

3.程式方面，由於電梯升降的速度並不像教具那般，可以直接將磁鐵丟入感應線圈中，於是我們便以程式的方式，以相同間隔的時間輸出1,0,1,0...藉此達到交流電的效果。

5. 作品成果報告



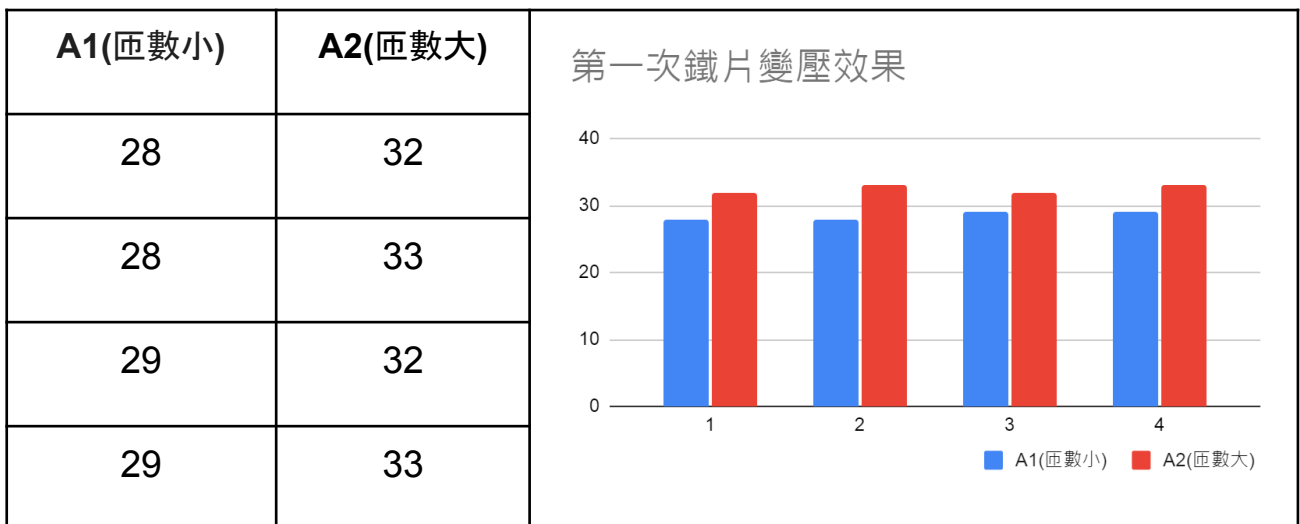
此為我們自製的簡易變壓器，透過不同的匝數以及鐵片數量，來偵測不同的電壓。



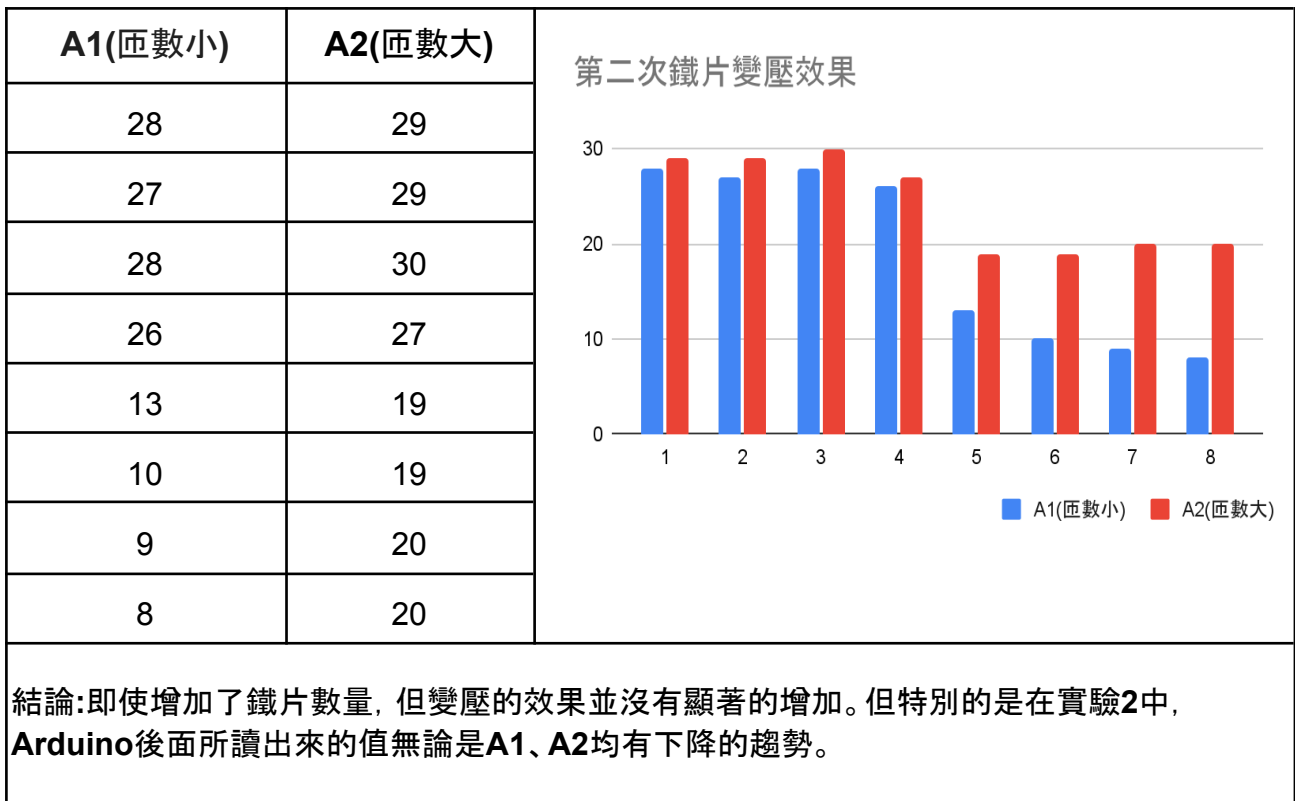
此為我們量測感應電壓的裝置，藉由相同長度但不同的匝數，量測當磁通量發生改變時所產生的感應電壓。

(一)變壓器在不同匝數下所得到之電壓

1.第一次(鐵片1片)



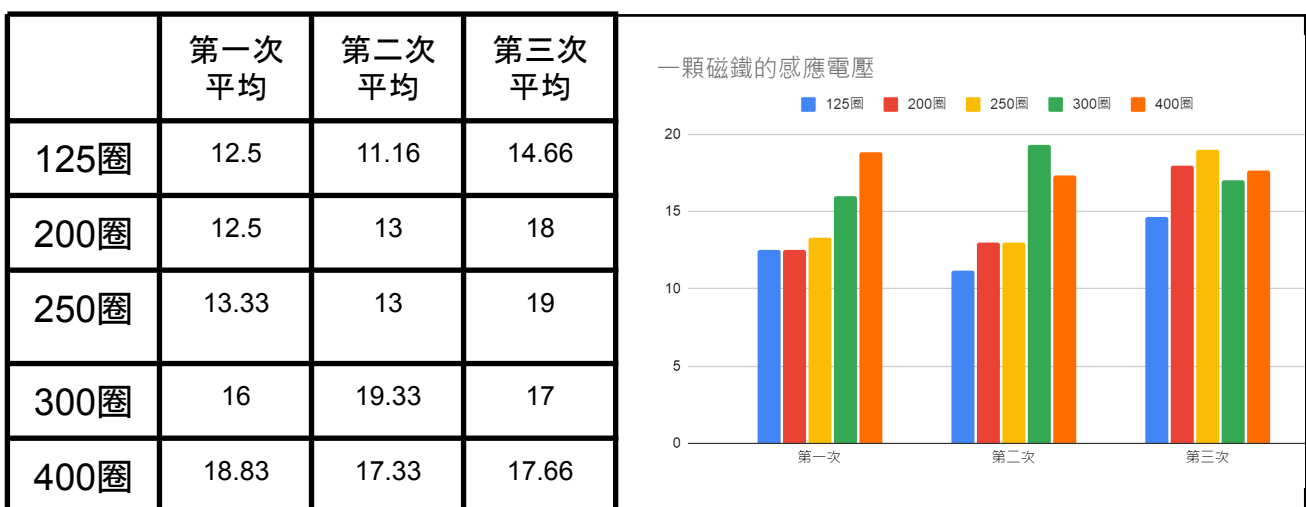
2.第二次(鐵片4片)



(二)感應線圈在磁鐵的作用下所得出的感應電壓

1.在一顆磁鐵的情況下,感應線圈匝數不同

(125、200、250、300、400 圈)



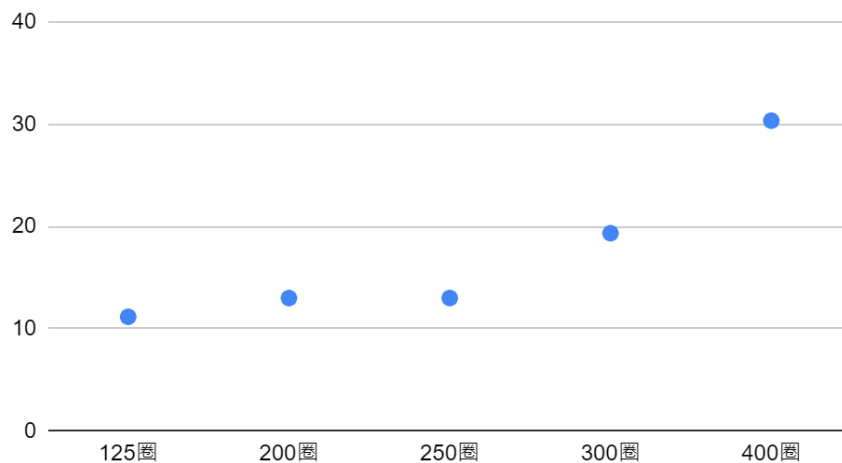
2.在兩顆磁鐵的情況下,感應線圈匝數不同

	第一次平均	第二次平均	第三次平均
125圈	17.83	18.33	18
200圈	25.66	24.5	24.33
250圈	27.33	27.16	26.16
300圈	27.66	28.16	27.16
400圈	29	28.66	30.33

兩顆磁鐵的感應電壓



在不同匝數下所產生的感應電壓



結論：

- 1.當相同的磁鐵數進出感應線圈時，漆包線纏繞圈數越多時，感應線圈能產生的電壓有越高的趨勢。
- 2.當數量越多的磁鐵進出感應線圈時，感應線圈能產生的電壓有明顯的增加。

※感應線圈在教具組當中以投入磁鐵可以讀取到感應的變化值，但電梯模型在減速馬達帶動下時，因速度緩慢太多，因此讀取不到感應線圈的數值。

(三)在相同佔空比下，材質的不同造成電壓的變化(500:1單位:ms)

	瞬間最大電壓	平均電壓	
螺絲	4	3.15	
小螺絲	3	2.3	
小迴紋針	1	1	
大迴紋針	1	1	
螺絲起子(1.4mm)	3	2.5	
螺絲起子(2.0mm)	3	2	
螺絲起子(2.4mm)	5	4.2	
螺絲起子(3.0mm)	4	3.15	
螺絲起子 十字(小)	4	3.6	
螺絲起子 十字(大)	5	4.65	

結論：由不同材質，可以得出不同的磁導率，由此可知，需要使用特殊的材質，才能做出較精準的變壓器。

3.佔空比所帶來的電壓改變

	瞬間最大電壓	平均電壓值	佔空比所帶來的電壓改變
200:1毫秒	3	2.55	
350:1毫秒	5	3.4	
500:1毫秒	5	3.85	
650:1毫秒	5	3.65	
800:1毫秒	4	3.4	

結論:我們量測20筆數據, 然後使用其平均值作圖, 由圖可以發現當佔空比為500:1毫秒時可以得到最大的電壓變化。

6. 參考文獻:

1. 紅外線避障器

<https://o4043380.pixnet.net/blog/post/224062414-arduino>

2. 步進馬達

<https://atceiling.blogspot.com/2013/04/arduino.html>

3. 無線充電探究與實作

https://esep.colife.org.tw/journal_pdf/d4bdc69c2bd748949eed95fa631997b6.pdf?AspxAutoDetectCookieSupport=1

4. 中華民國第 57 屆中小學科學展覽會-「波」起「電」湧-新型波浪發電機

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/030824.pdf>