

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：類比式液位偵測系統研發與應用

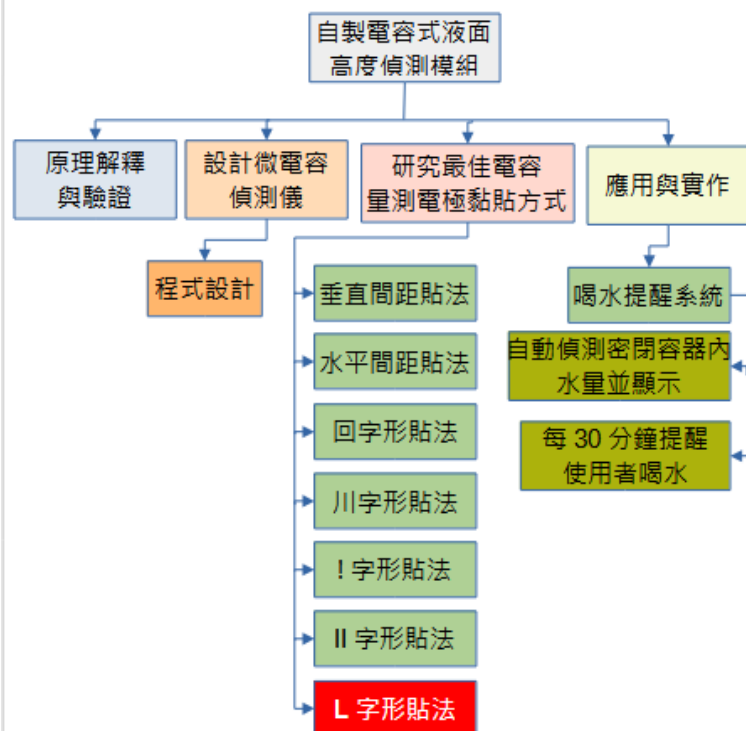
一、摘要

我們想要自製一個能偵測水瓶內水量多寡的系統。當瓶內水量太少時，系統會發出 LINE 通知使用者加水。當使用者 30 分鐘內沒有拿起水瓶喝水時，系統會用 LINE 通知使用者喝水。我們自製一個可以偵測密閉水瓶表面電容變化的儀器。實驗發現，當密閉水瓶內液面高度發生變化時，水瓶外側表面的電容值會變化。我們用雙面可導電的鋁箔膠帶來當作測量電極。我們設計 7 種電極黏貼方式，以期找到最佳的電容測量方式。研究結果發現，導電鋁箔交帶黏貼呈現 L 型，有最佳的電容偵測能力。我們用自己研究的成果設計出能偵測密閉水瓶內液面高度的儀器，搭配 IOT 模組，做出一個可以提醒使用者喝水的系統。此系統可以偵測密閉水瓶內的液面高度，液面太低或是使用者長時間沒有補充水分時，會發出 LINE 通知使用者補充水分。

二、探究題目與動機

我們想要自製一個能偵測水瓶內水量多寡的系統。當瓶內水量太少時，系統會發出 LINE 通知使用者加水。當使用者 30 分鐘內沒有拿起水瓶喝水時，系統會用 LINE 通知使用者喝水。我們發現市售的「非接觸式液面偵測模組」體積太大，並且必須緊貼在容器表面來偵測液面高度，而且該模組只能偵測瓶內液面有無達到特定高度位置，若是需要偵測水瓶內多點位置的液面高度變化，則需要安裝多個「非接觸式液面偵測模組」。基於上述原因，市售「非接觸式液面偵測模組」不符合我們使用上的需求。我們研究發現，密閉容器表面的電容值，會因為背面有無液體而有所變化。因此我們著手設計一連串的研究，來設計一個從偵測容器表面電容值變化，就可以知道瓶內液面高度的感應器。並且加以應用。

三、探究目的與假設



四、探究方法與驗證步驟

研究主題一:原理解釋_探討密閉容器表面電容值變化原因

實驗目的:

我們想設計實驗證明可以從密閉容器表面偵測到容器內液面所造成的電容值變化。

實驗方法:

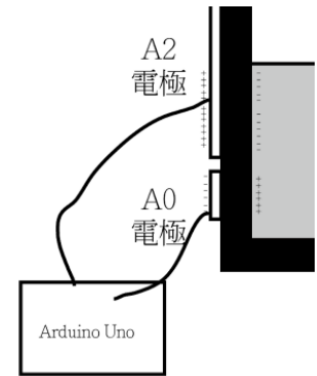
在水瓶內分邊裝填自來水、食鹽水與 95%藥用酒精三種溶液，接著從容器外部測量電容值大小。

實驗紀錄:

電容值 107	電容值 121	電容值 97
自來水	食鹽水	酒精

分析與討論:

1. 我們認為 A0 電極可以偵測到瓶內液面所造成的電容值變化，主要是因為瓶內液體可以導電，導致屏壁表面電荷發生變化。
2. 實驗結果發現，瓶內液體填裝導電性佳的食鹽水時，測得的電容值最大(121)，瓶內液體為 95%的酒精時(導電性差)，測得的電容值為(107)。此實驗結果應證我們的推論，當 A2 電極放電時，瓶內相對 A2 位置被極化，此時透過瓶內液體導電，與 A2 的同性電荷被液體傳遞至 A0 電極的瓶內位置，此時 A0 電極就可以偵測到感應電荷所造成瓶壁表面的電容值變化。



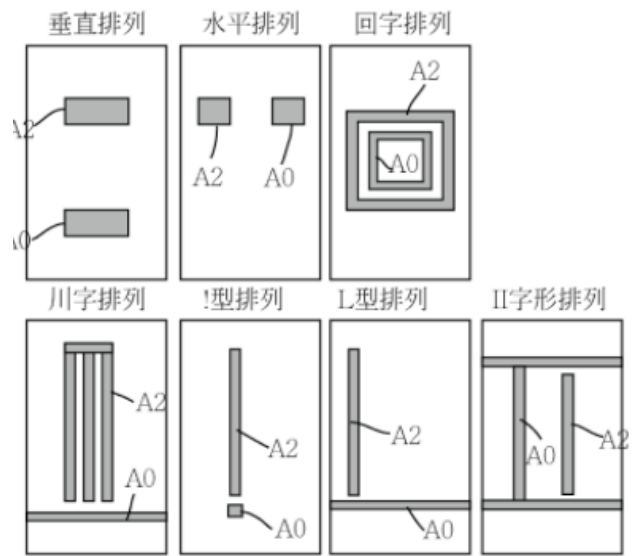
研究主題二:探討最佳電容量測電極貼法

實驗目的:

我們使用雙面導電的鋁箔膠帶來作為電容量測電極，我們探討下列七種電極貼法，來找出最佳的電容量測方式。

實驗方法:

探討如右圖示的各式電極黏貼方法



實驗紀錄:

電極貼法	有水與無水的辨識能力	缺點	優點
上下排列	辨識能力佳	電極間距太大	
水平排列	辨識能力不佳		
回字排列	辨識能力佳	電極面積大	
川字排列	辨識能力佳	電極面積大	電容量測靈敏度佳
II 字型排列	辨識能力不佳		
!形排列	辨識能力佳	電容值較小	
L 形排列	辨識能力佳		電容量測靈敏度佳

主題:探討水瓶與電極間距對微電容值測量的影響

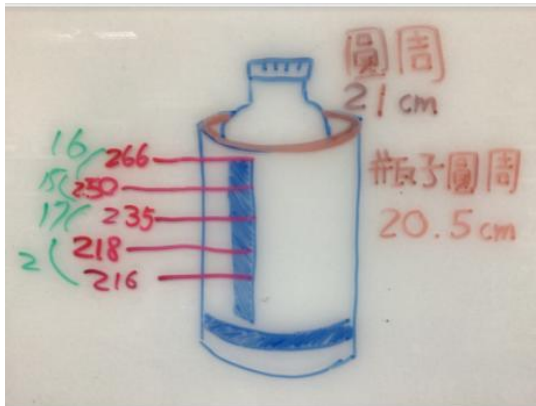
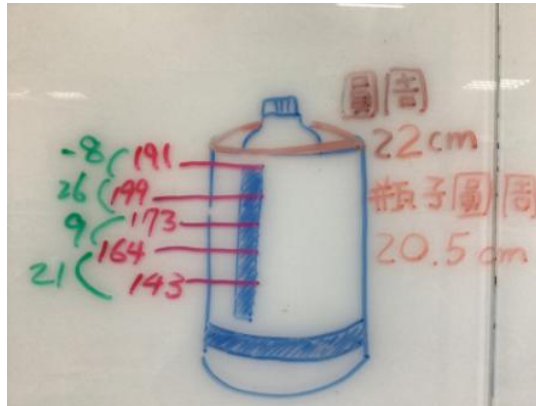
實驗目的:

製作圓周 21 公分與 22 公分的塑膠筒，測量瓶內不同液面高度時的電容值。我們想知道，電擊沒有直接黏貼在裝水寶特瓶上，是否仍能測出寶特瓶內不同液面高度的電容值變化，**我們要找出不把電極直接黏貼在瓶上仍可測出電容值的方式。**

實驗方法:

1. 利用塑膠薄片製作一個圓周 21 公分與 22 公分的測量圓筒。
2. 在圓筒外面貼上 L 型的鋁箔電極
3. 塑膠圓筒內放置不同液面高度的寶特瓶(圓周 20.5 公分)，並測量其電容值的變化

實驗記錄:

量測環圓周 21 公分	量測環圓周 22 公分
	

分析與討論:

1. 比較上列兩個不同圓周大小的塑膠筒所測得的液面電容值發現，塑膠筒與水瓶的間距越大，相同液面高度的電容值越小，也就是外側塑膠筒與水瓶越接近，測到的電容值會越大，而且不同液面高度的電容值分辨也較好。
2. 實驗數據顯示，液面高度對照電容值的變化大約每 2 公分液面電容值化 16 單位
3. 實驗數據顯示，**外側塑膠筒與水瓶間距不要太大，對於液面高度的測量會較準確。**

五、結論與生活應用

結論:

1. 鋁箔電極採用 L 型方式黏貼，可以達到最好的電容變化偵測。
2. 瓶內盛裝溶液的導電能力，會影響所偵測到的表面電容變化。
3. 電極與水瓶的間距會影響電容值，建議在實際運用時，儘量減少水瓶與電極的間距(如右圖所示)，這樣可避免因為水瓶與電極的間距過大，而導致水瓶擺放位置所產生較大的電容值誤差。
4. 實驗結果顯示，採用較厚瓶壁的水瓶，依然可以準確測得液面變化的電容值。表示這樣的測量電極設計可以量測一般所使用的各式水瓶。

實際應用:

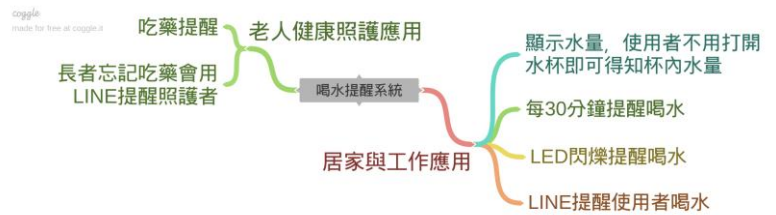
實際應用:自製「喝水提醒系統」

設計理念

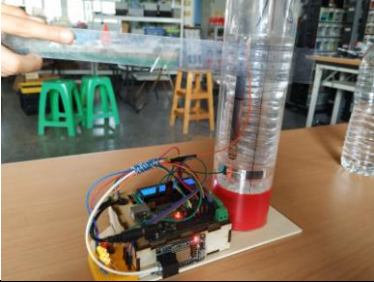
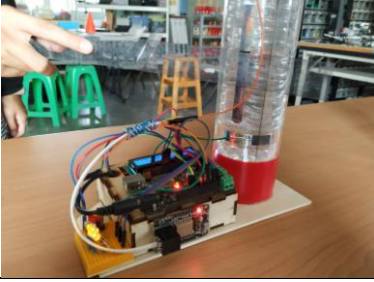
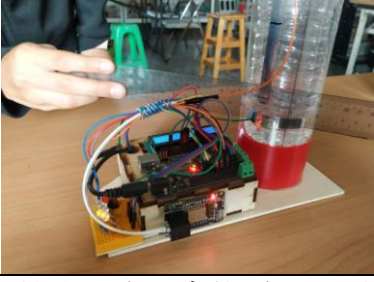
現代人忙碌，常常忘記喝水。家中長輩常常因為忙碌而少喝水，導致腎結石或是痛風，發作起來痛苦萬分。我們想製作一個可以提醒使用者喝水的「喝水提醒系統」，我們製作的「喝水提醒系

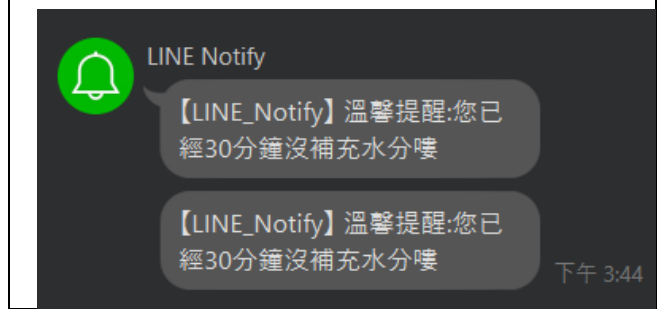
統」有下列功能:

1. 使用自製電容式液位偵測器，可以自動偵測水量，並且顯示，使用者不用打開杯子即可得知杯內水量。
2. 使用 IOT 技術，傳 LINE 通知使用者喝水。每半小時利用閃燈提醒使用者喝水
3. 可以顯示水杯內的水量，提醒使用者適時補充
4. 也可以用 LINE 提醒使用者喝水。
5. 可以應用作為老人健康照護系統



作品構想

程式設計流程	作品實作
<pre> graph TD A[程式開始] --> B[IOT 連線] B --> C[設定基準值] C --> D{水瓶放置} D --> E[計時] E --> F[顯示水量] F --> G{喝水} G --> H{30 分鐘} H --> I[LINE 提醒] I --> J[閃燈提醒] J --> D </pre>	<div data-bbox="751 813 1401 853">瓶內液面全滿，會亮 3 顆 LED 燈</div>  <div data-bbox="751 1140 1401 1180">瓶內液面半滿，會亮 2 顆 LED 燈</div>  <div data-bbox="751 1467 1401 1507">瓶內液面到最低，會亮 1 顆 LED 燈</div>  <div data-bbox="751 1794 1401 1834">30 分鐘沒喝水，會傳遞 LINE 提醒</div>



「喝水提醒系統」_程式碼

```

#include <Wire.h>
#include <motoLiquidCrystal_I2C.h>
/****ESP8266*****/
#include "motoWiFiEsp.h"
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial esp8266_Serial(9, 8); //綠、黃
WiFiEspClient esp_client;
int connect_status = WL_IDLE_STATUS;
const int OUT_PIN = A2;
const int IN_PIN = A0;
int base = 300 ;
/*****電容偵測*****/
//Capacitance between IN_PIN and Ground
//Stray capacitance is always present. Extra capacitance can be
added to
//allow higher capacitance to be measured.
const float IN_STRAY_CAP_TO_GND = 24.48; //校正後的
雜散電容
const float IN_EXTRA_CAP_TO_GND = 0.0;
const float IN_CAP_TO_GND =
IN_STRAY_CAP_TO_GND + IN_EXTRA_CAP_TO_GND;
const int MAX_ADC_VALUE = 1023;
/*****LCD 液晶螢幕*****/
LiquidCrystal_I2C mylcd(0x27, 16, 2);
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  /*****ESP8266 初始化*****/
  esp8266_Serial.begin(9600);
  esp8266_Serial.listen();
  WiFi.init(&esp8266_Serial);
  if (WiFi.status() == WL_NO_SHIELD) {
    Serial.println(F("Esp8266 module no present"));
    while (true);}
  while (connect_status != WL_CONNECTED) {
    Serial.println(F("Connect to router..."));
    connect_status = WiFi.begin("mcjh001", "087363078"); }
  Serial.println("Connected !");
/*****LCD 初始化*****/
  digitalWrite(7, HIGH);
/*****LCD 初始化*****/
  pinMode(OUT_PIN, OUTPUT);
  //digitalWrite(OUT_PIN, LOW); //This is the default state
for outputs
  pinMode(IN_PIN, OUTPUT);
  //digitalWrite(IN_PIN, LOW);
/*****LCD 初始化*****/
  pinMode(10, INPUT_PULLUP);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(7, OUTPUT);
  delay(500);
  digitalWrite(7, LOW);}
void loop(){
  bool flag = 0 ;
  byte count = 0
  //Capacitor under test between OUT_PIN and IN_PIN
  //Rising high edge on OUT_PIN
  pinMode(IN_PIN, INPUT); //設定 A0 為電容偵測腳位
  digitalWrite(OUT_PIN, HIGH); //A2 腳位開始放電
  int val = analogRead(IN_PIN); //讀取 A0 腳位的電壓值
  //清除所有訊號，準備做下一次偵測
  digitalWrite(OUT_PIN, LOW);
  pinMode(IN_PIN, OUTPUT);
  if (digitalRead(10) == 0 ){
    base = val ; //紅色按鍵被按下時，把此時的電容值設
為基準值}
  //計算輸出顯示
  float capacitance = (float)val * IN_CAP_TO_GND /
(float)(MAX_ADC_VALUE - val);
  //顯示偵測水位高度
  if ( (val-base) > 50 ) {
    digitalWrite(3, 1);
    digitalWrite(4, 1);
    digitalWrite(5, 1);
    flag = 1 ;
  } else if ((val-base) > 30) {
    digitalWrite(3, 1);
    digitalWrite(4, 1);
    digitalWrite(5, 0);
    flag = 1 ;
  } else if ((val-base) > 15) {
    digitalWrite(3, 1);
    digitalWrite(4, 0);
    digitalWrite(5, 0);
    flag = 1 ;}
  //開始計時，並監控有沒有喝水
  while ( (val-base) > 5 && count < 10 ) {
    pinMode(IN_PIN, INPUT);
    digitalWrite(OUT_PIN, HIGH);
    val = analogRead(IN_PIN);
    //清除所有訊號，準備做下一次偵測

```

```
mylcd.init();  
mylcd.backlight();  
/*****LED 燈設定*****/
```

```
digitalWrite(OUT_PIN, LOW);  
pinMode(IN_PIN, OUTPUT);
```

參考資料

一、HOW TO MAKE AN ARDUINO CAPACITANCE METER

<https://www.circuitbasics.com/how-to-make-an-arduino-capacitance-meter/>

二、使用 Arduino 作為電容測量

<https://circuits4you.com/2016/05/13/capacitance-measurement-arduino/>

<https://www.instructables.com/Measure-Capacitance-with-Arduino/>