



國產 IC 物聯網開發套件應用
交流電流監測系統

Table of Contents

1.	教材說明	3
2.	系統相關知識.....	3
2.1.	電壓電流信號.....	3
2.1.1.	何謂 DC.....	4
2.1.2.	何謂 AC.....	4
2.2.	電流量測方法.....	5
2.2.1.	電阻式(直接)	5
2.2.2.	磁感應式(間接).....	6
2.3.	交流量測.....	9
2.4.	IDEAS Chain 雲端數據平台	10
3.	教材材料	16
4.	交流電流監測系統電路	16
5.	程式執行結果.....	17
6.	程式列表	18

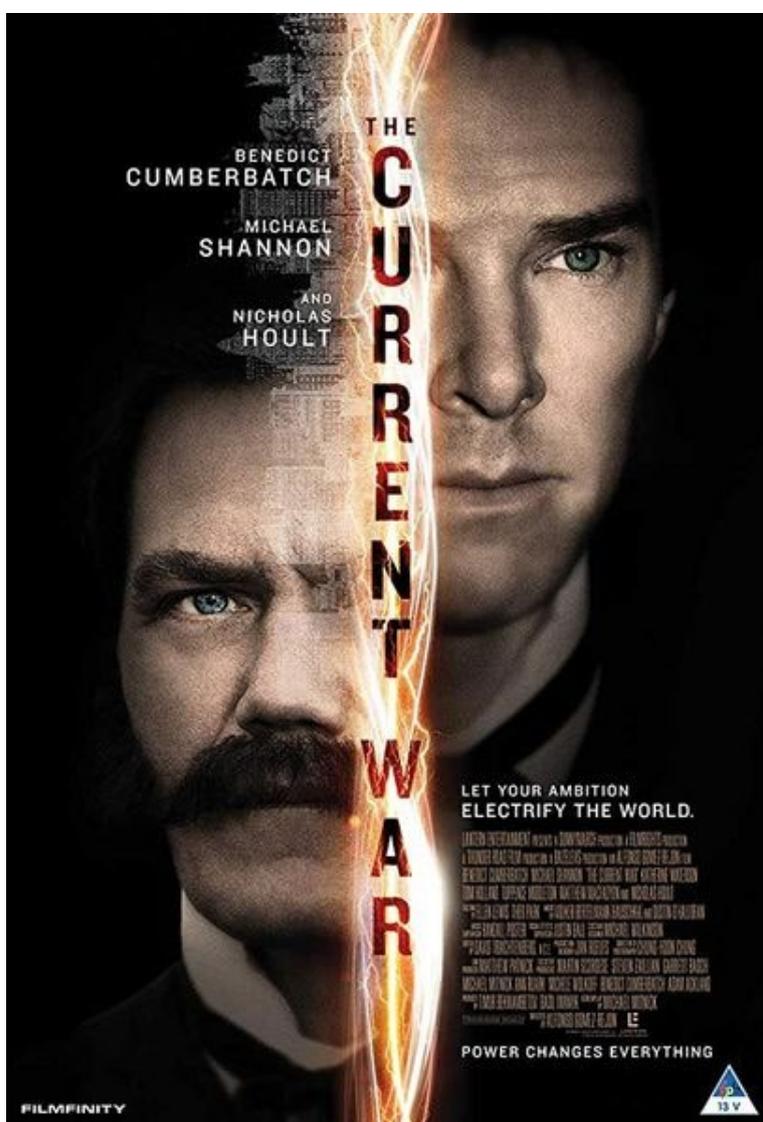
1. 教材說明

本專案採用 ZMCT103C 比流傳感器間接感應電流，以 Linear Technology LTC1966 將 AC RMS 信號轉換成 DC 信號，透過新唐 NuMaker-IoT-M487 進行類比信號取樣、運算與聯網，並將數據即時上傳 IDEAS Chain 雲端平台。

2. 系統相關知識

2.1. 電壓電流信號

在電流大戰這部電影是在描述百年前，直流電發明人愛迪生與交流電發明人特斯拉的故事。從這個故事可以了解電壓電流依時間變化可分成直流交流兩種。



▲ 圖片來源：電流大戰電影

2.1.1. 何謂 DC

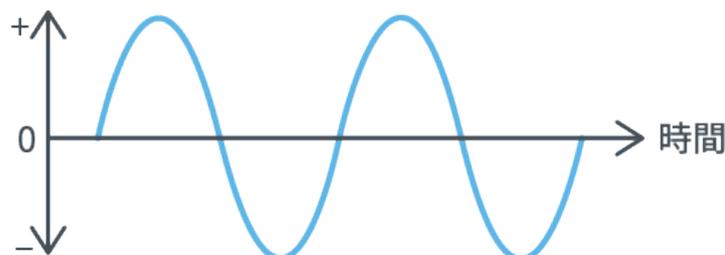
DC 是 Direct Current(直流)的縮寫。DC 是一種流動之極性(方向)不會與時間一起變化的信號。流動之極性(方向)和大小都不與時間一起變化的電流一般稱為 DC。



▲ 參考 https://www.rohm.com.tw/electronics-basics/dc-dc-converters/dcdc_what2

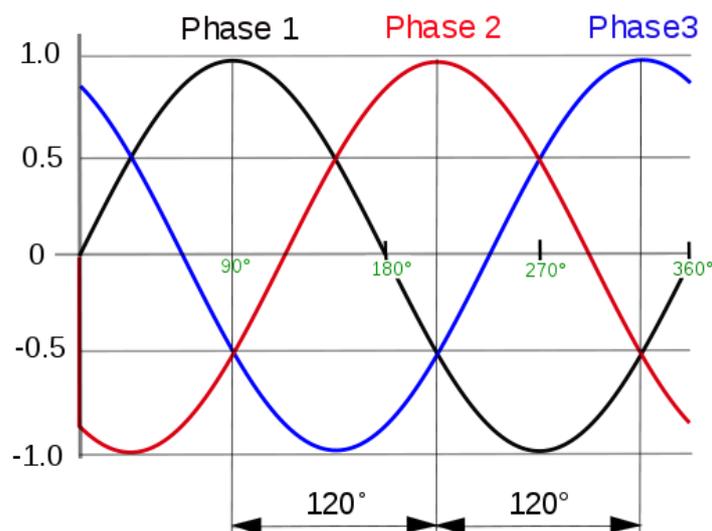
2.1.2. 何謂 AC

AC 是 Alternating Current(交流)的縮寫。AC 是一種其大小和極性(方向)與時間一起做周期性變化的信號。1 秒中電流極性變化的次數稱為頻率，以 Hz 單位表示。



▲ 參考 https://www.rohm.com.tw/electronics-basics/dc-dc-converters/dcdc_what2

交流電依相位可粗分成兩種，單相電通常是一般及非工業用戶使用，具有火線與中性線的分別，火線帶電、中性線不帶電，在這情形下僅有火線一個相位。三相電通常是工業用戶推動大型機電使用，指電力信號會相差 120 度(如下圖示)。



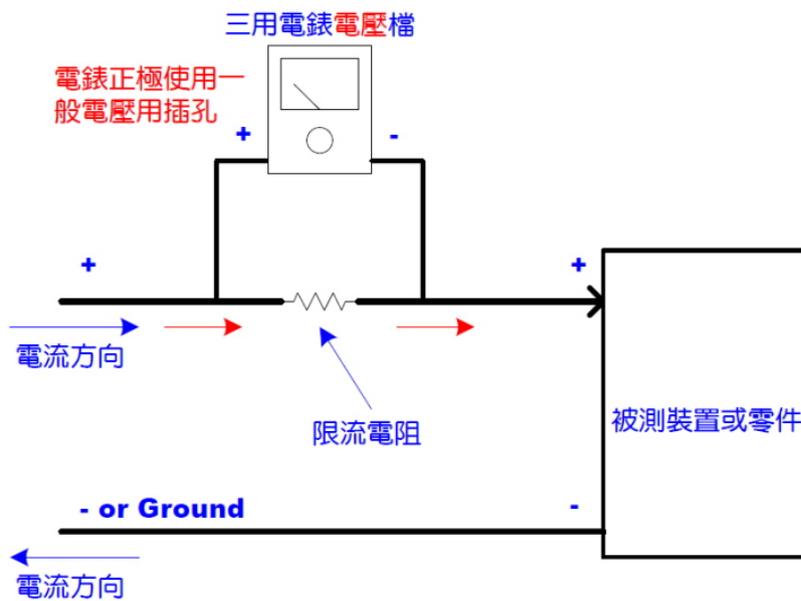
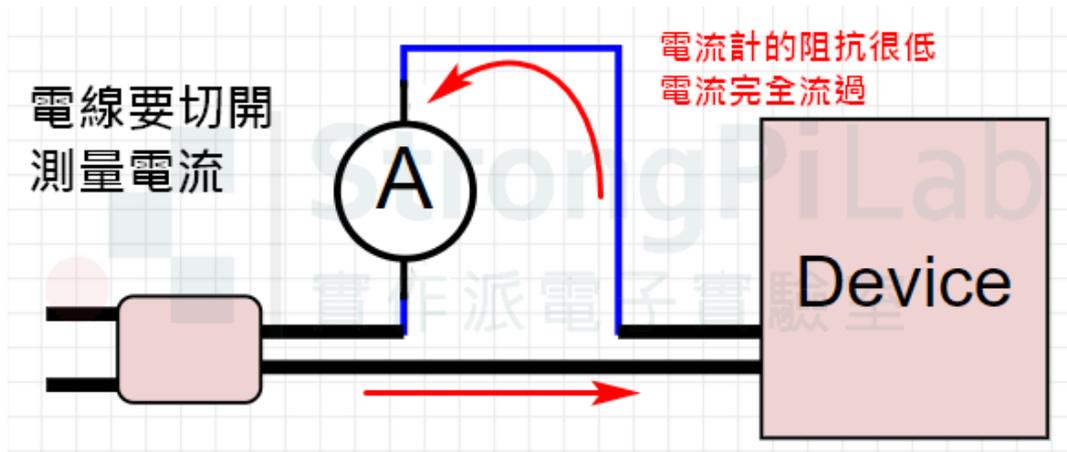
▲ 3 相交流電壓、電流波形(參考: <http://6.fan-site.net/~haasan55/Denki3phaseAC.htm>)

2.2. 電流量測方法

2.2.1. 電阻式(直接)

利用歐姆定律(Ohm 's law)推倒出電流。優點為誤差小，單價低，缺點是量測系統必須要串接，通常只適合 10A 以下電流會用此方法。

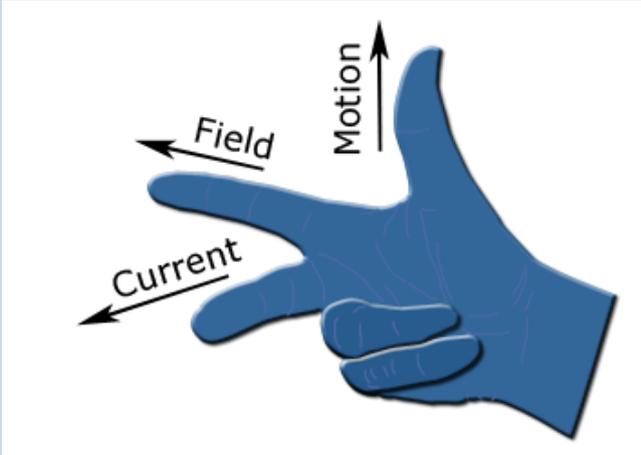
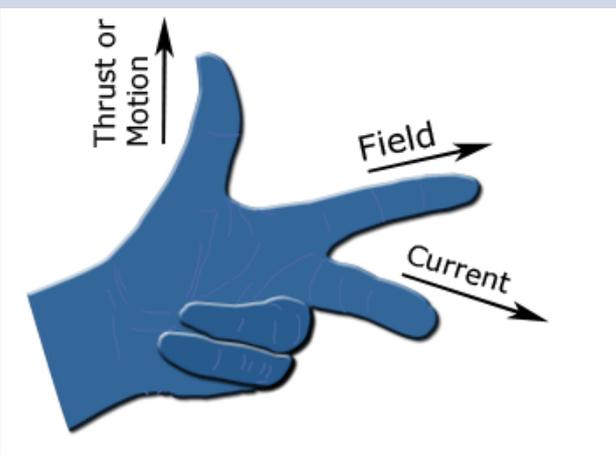
$$A(\text{Ampere}) = \frac{V(\text{Voltage})}{R(\Omega)}$$



▲ 參考 <https://www.strongpilab.com/multimeter-how-to-use/>

2.2.2. 磁感應式(間接)

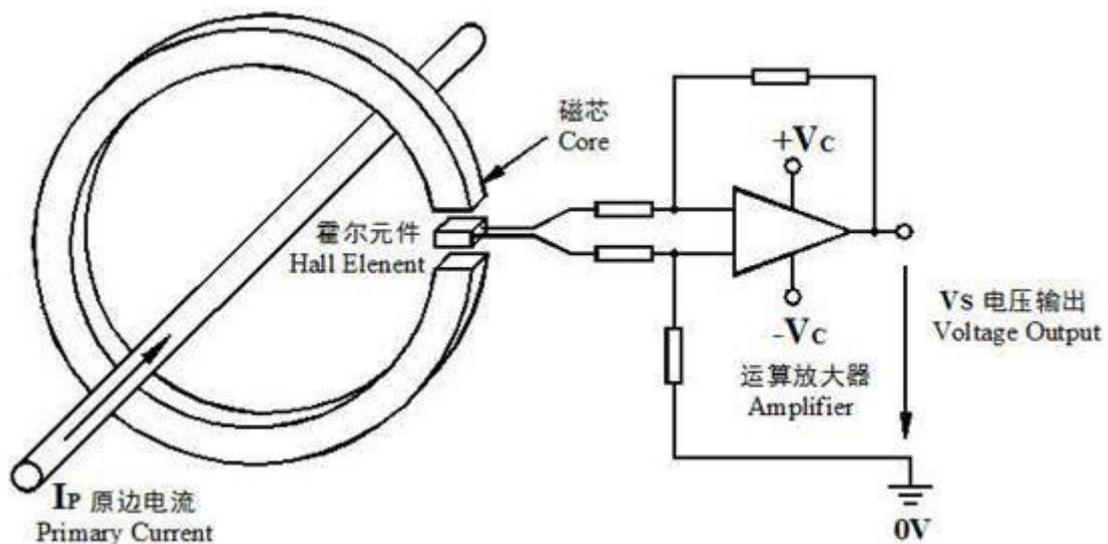
利用電生磁與磁生電原理。優點是量測系統不需要串接，通常適合較大電流會用此方法。缺點是誤差大，單價高。

弗萊明右手定則	弗萊明左手定則
右手三根手指互相垂直，拇指的方向是導體移動方向、食指的是磁場方向、中指的則為生成的電流方向	左手三根手指互相垂直，中指的方向為電流方向、食指的是磁場方向、大拇指的則是導體感受到的推力的方向
	

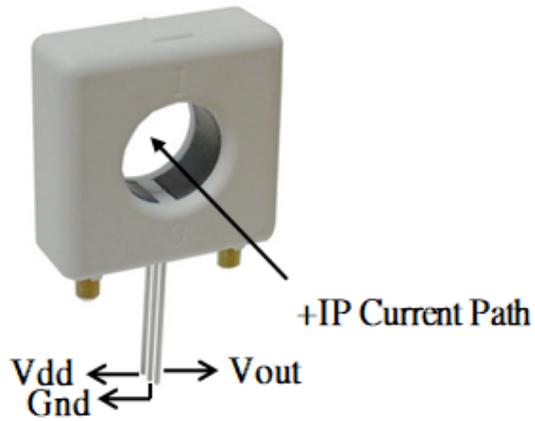
▲ 參考 <https://zh.wikipedia.org/wiki/右手定則>

2.2.2.1. 霍爾電流傳感器

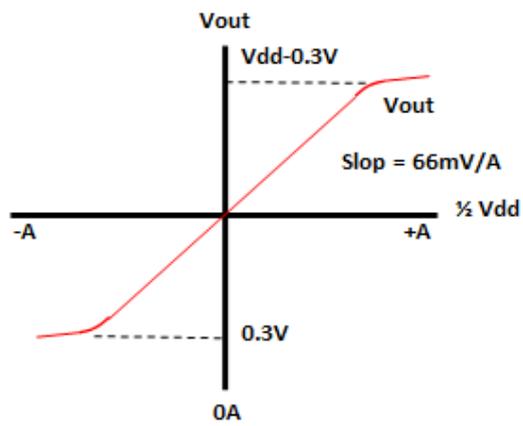
此類感測器優點在於可量交流與直流電流，但是單價最高，如育陞半導體 WCS1800。



▲ 參考 <https://kknews.cc/science/2v2ljyg.html>



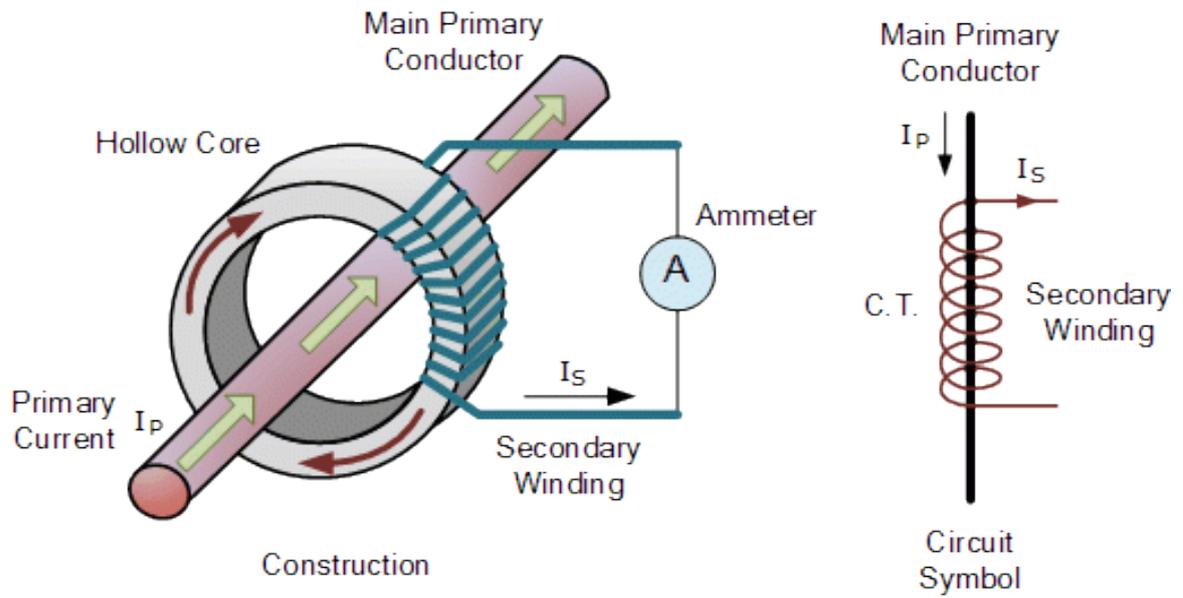
Vout vs. Primary Current



▲ 圖片來源：WCS1800 datasheet

2.2.2.2. 比流傳感器

此類感測器優點是單價比霍爾電流傳感器低，只能量交流電流，但是單價最高，如 PZCT-2 或 ZMCT103C。



▲ 量測示意圖(參考 <https://www.electronics-tutorials.ws/transformer/current-transformer.html>)



▲ 圖片來源：PZCT-2 產品圖示



▲ 圖片來源：ZMCT103C 產品圖示

2.3. 交流量測

無論是電壓或電流都會有交流信號量測部分，而以往在量測交流信號電路依精準度不同，有交流量測方式分類表中的幾種量測方式。從交流量測方式分類表、平均響應電路測量各種波形誤差等分析表，可知方均根(所謂 True RMS)在交流信號測量是較精確，且是非常重要的，但須外加均方根轉換專用元件，就是「RMS-DC(Root Mean Square-DC)轉換器」，故成本較高，較容易被一般使用者忽略。

	優點	缺點
平均值電路	電路簡單、成本低。	只有在測量正旋波之電量信號是正確，而在量測非正旋波的高波峰因數(Crest Factor; C.F.) 波形時，波峰值比方均根值還大很多，量測讀值比實際方均根值還小，而會誤導使用者，造成電擊事故。
方均根電路	精確度較高、可測量非正旋波電量信號。由平均響應電路測量各種波形誤差可知平均值電路和均方根電路的誤差。通常有均方根轉直流的類比積體電路元件。	使用均方根轉換專用元件(如：Analog Devices 的 AD8436、AD737、AD636、AD637 或是 Linear Technology Corporation 的 LTC196x 系列)，產品成本高。
數位方均根	將取樣之數值經過平方、平均、開根號計算，可精確量測到交流方均根值，並從取樣之數值得知信號之峰對峰值，可量測較大 C.F.的信號。甚至進行信號分析。	需要取樣速度快類比數位轉換器，及搭配運算能力強之單晶片或數位信號處理器，產品成本高。

▲ 交流量測方式分類表

各種波形 在波峰 1V 振幅	波峰因數*1	實際方均根	平均響應電路讀值 *2	平均響應電路讀值誤差
非失真正弦波	1.414	0.707 V	0.707 V	0%
對稱方波	1.00	1.00 V	1.11 V	+11.0%
非失真三角波	1.73	0.577 V	0.555 V	-3.8%
高斯雜訊	3	0.333 V	0.295 V	-11.4%
脈波				
工作週期 50%	2	0.5 V	0.278 V	-44%
工作週期 10%	10	0.1 V	0.011 V	-89%
SCR 失真正弦波				
工作週期 50%	2	0.495 V	0.354 V	-28%
工作週期 25%	4.7	0.212 V	0.150 V	-30%

*1: 波峰因數(Crest Factor, C.F.)為 V_{PEAK}/V_{RMS}
 *2: 平均響應電路以正弦波信號校正成方均根讀值

▲ 平均響應電路測量各種波形誤差(摘自 Analog Devices.)

2.4. IDEAS Chain 雲端數據平台

IDEAS Chain 雲端數據平台為資策會服創所開發之雲端數據平台，以多元服務的整合設計，讓新創團隊與開發者簡單、快速導入物聯網數據應用，降低 IoT 結合雲端服務建置門檻。官方網站 <https://www.ideaschain.com.tw/www/>。

操作流程：

A. 申請帳號

在首頁按”登入”



按”立即註冊”



填入個人資訊後”送出”



首頁 數據平台 論壇 應用案例 開發工具 技術支援 註冊 登入

註冊

加入我們
打造未來世界
一起技術創新

請輸入帳號(電子郵件)

請輸入密碼
請混合使用8-16英文及數字

請再次確認輸入密碼

請輸入使用者暱稱

請選擇使用者身份

已仔細閱讀並同意遵守會員條款、隱私權政策

送出

B. 登入帳號



首頁 數據平台 論壇 應用案例 開發工具 技術支援 註冊 登入

登入

登入論壇
取得最新技術動態
高端互動

輸入帳號與密碼

請輸入帳號(電子郵件)

請輸入密碼
忘記密碼?

保持登入狀態，如您使用公共設備則不建議勾選

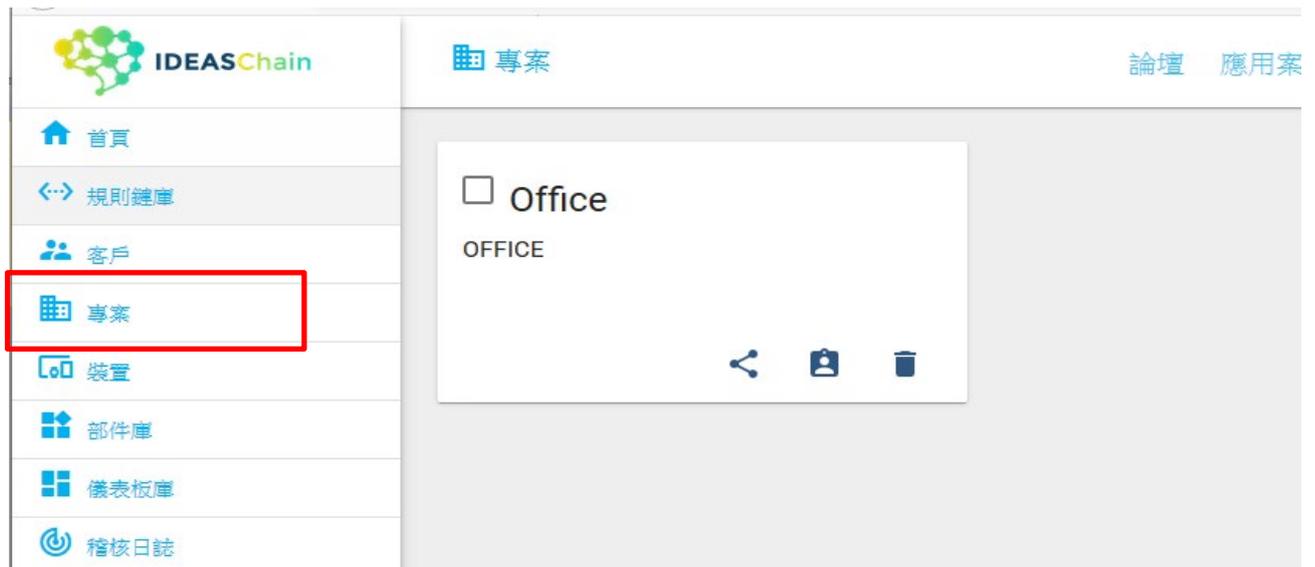
登入

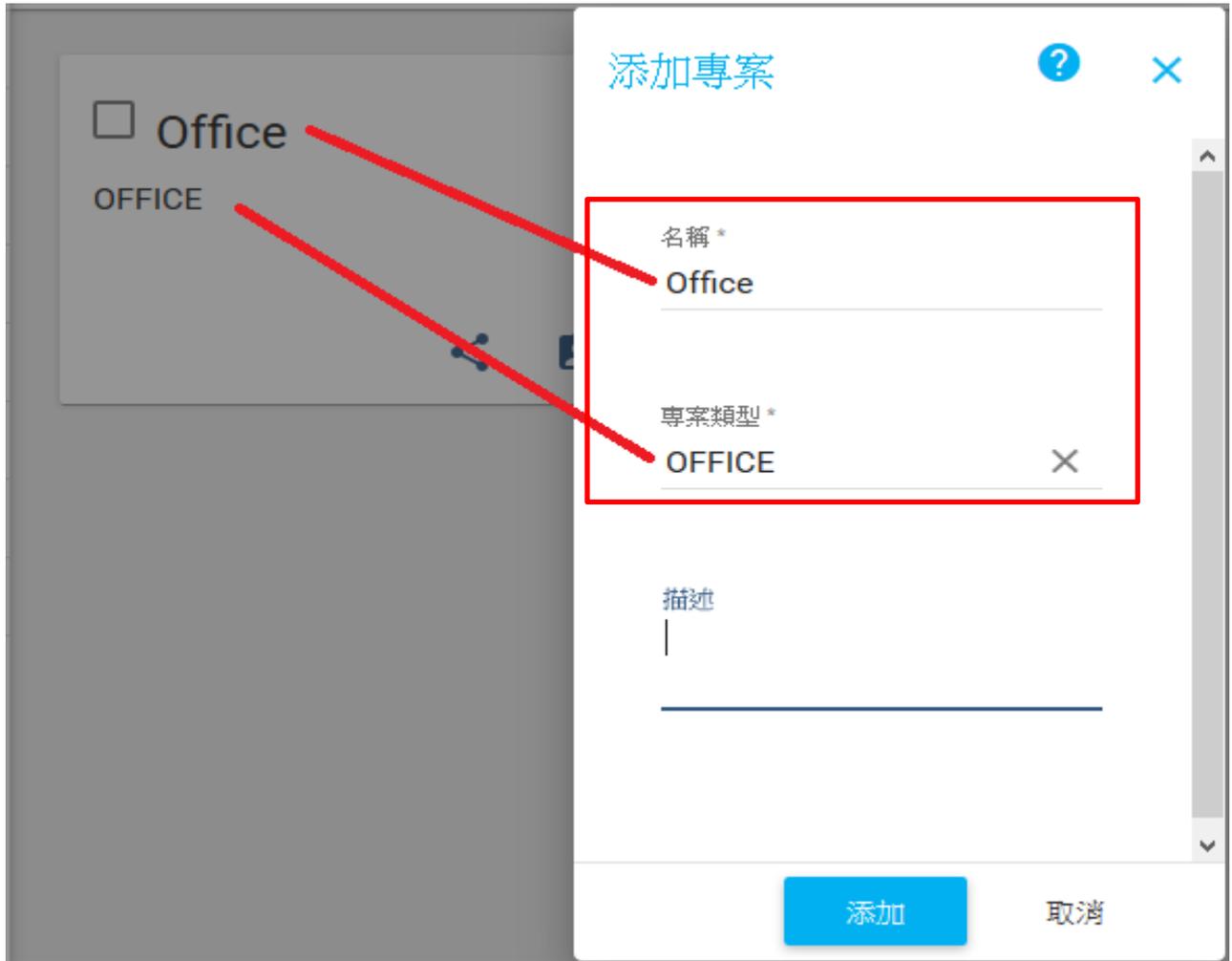
還沒有帳號嗎？立即註冊

C. 數據平台使用

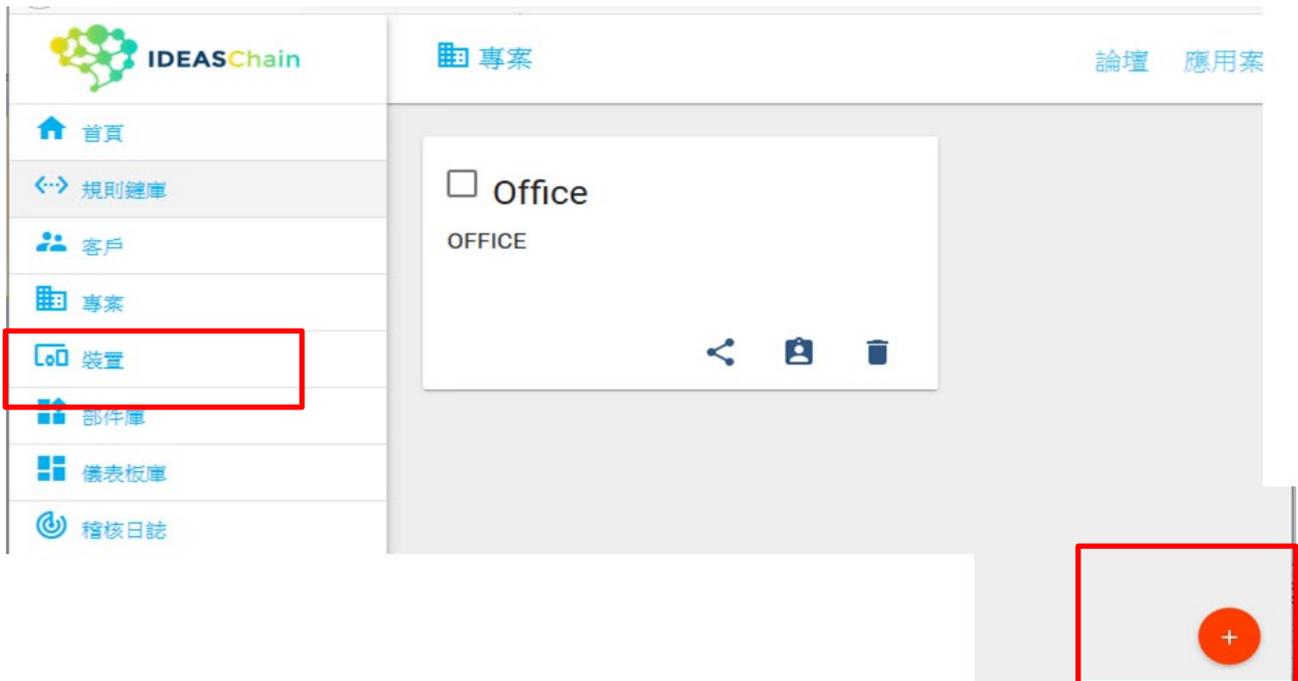


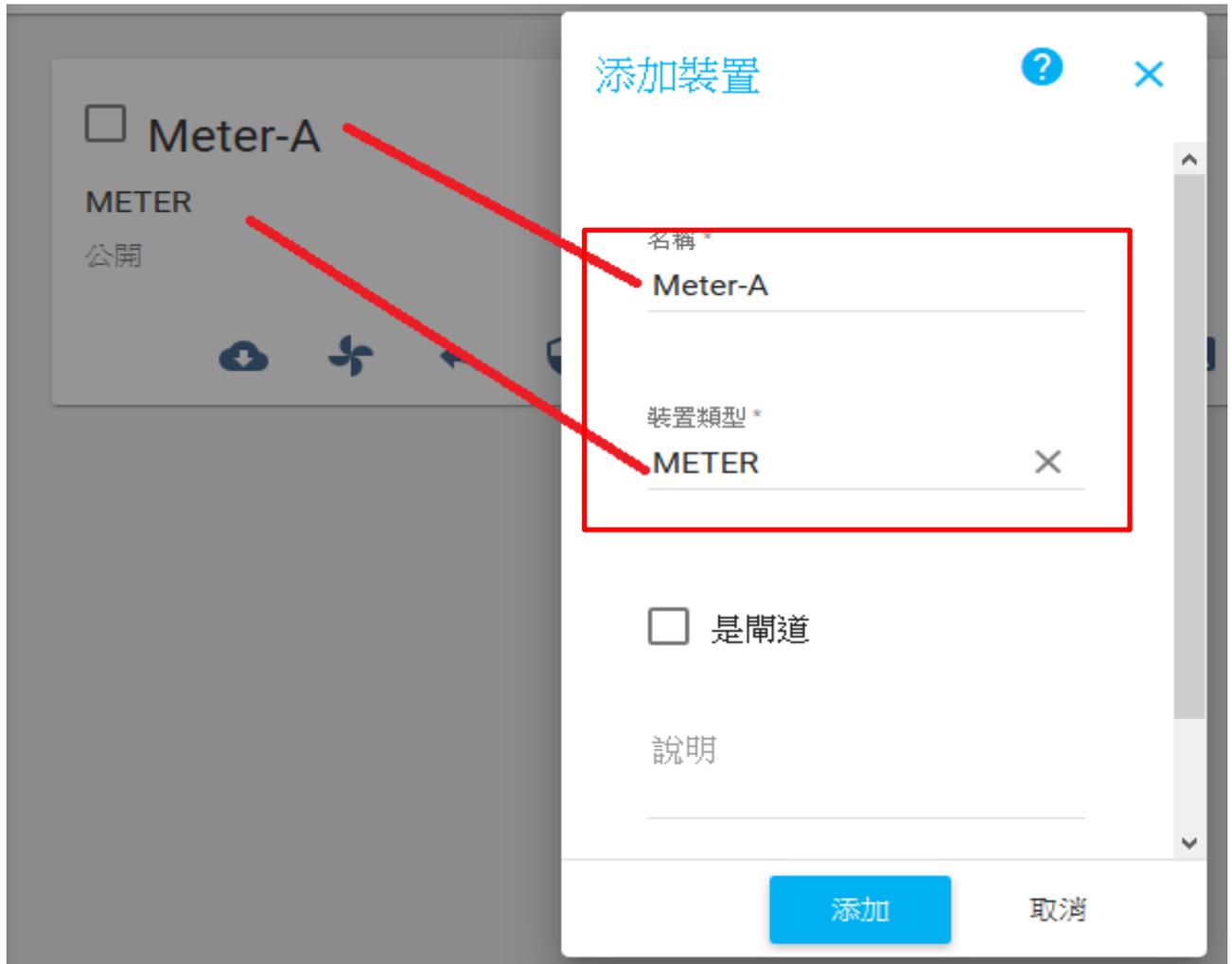
D. 數據平台使用-添加專案

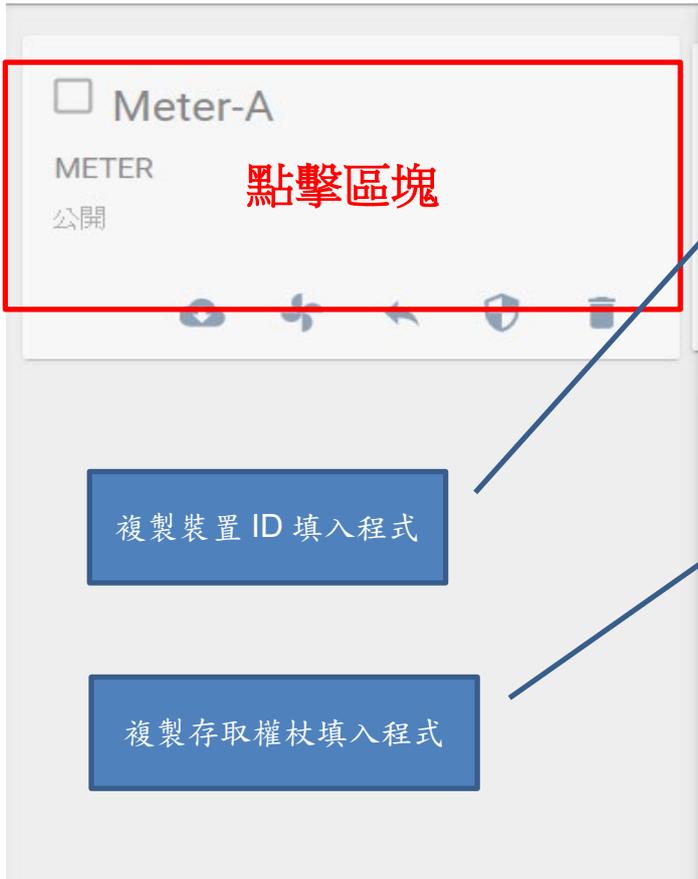




E. 數據平台使用-添加裝置







點擊區塊

複製裝置 ID 填入程式

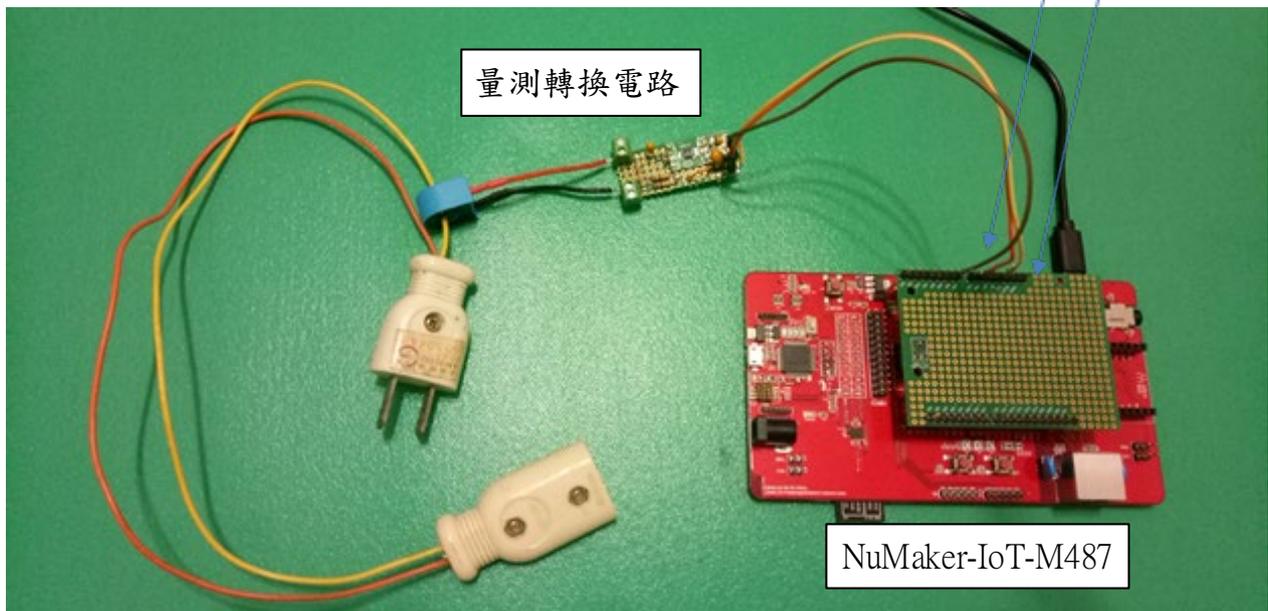
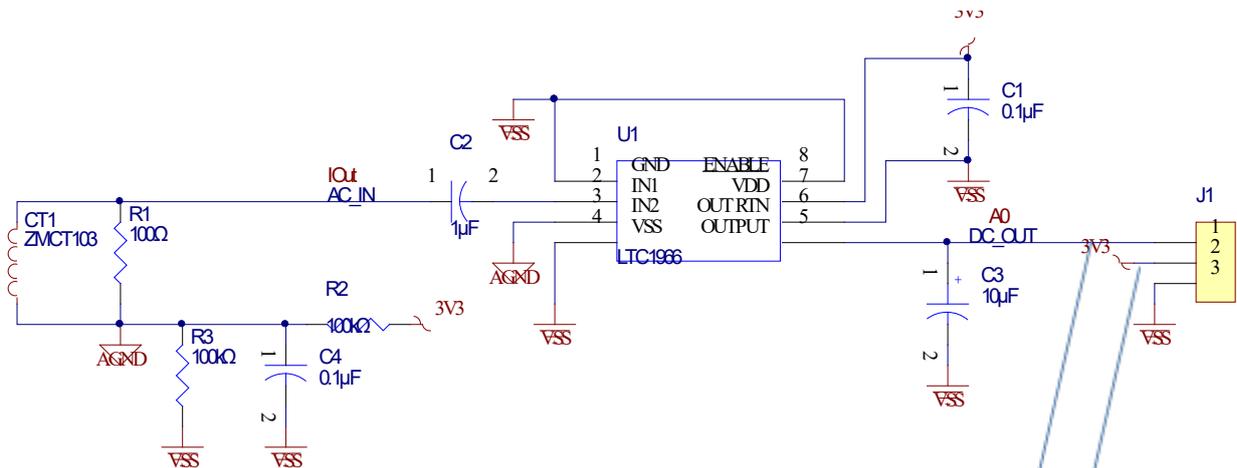
複製存取權杖填入程式

顯示設定頁面

3. 教材材料

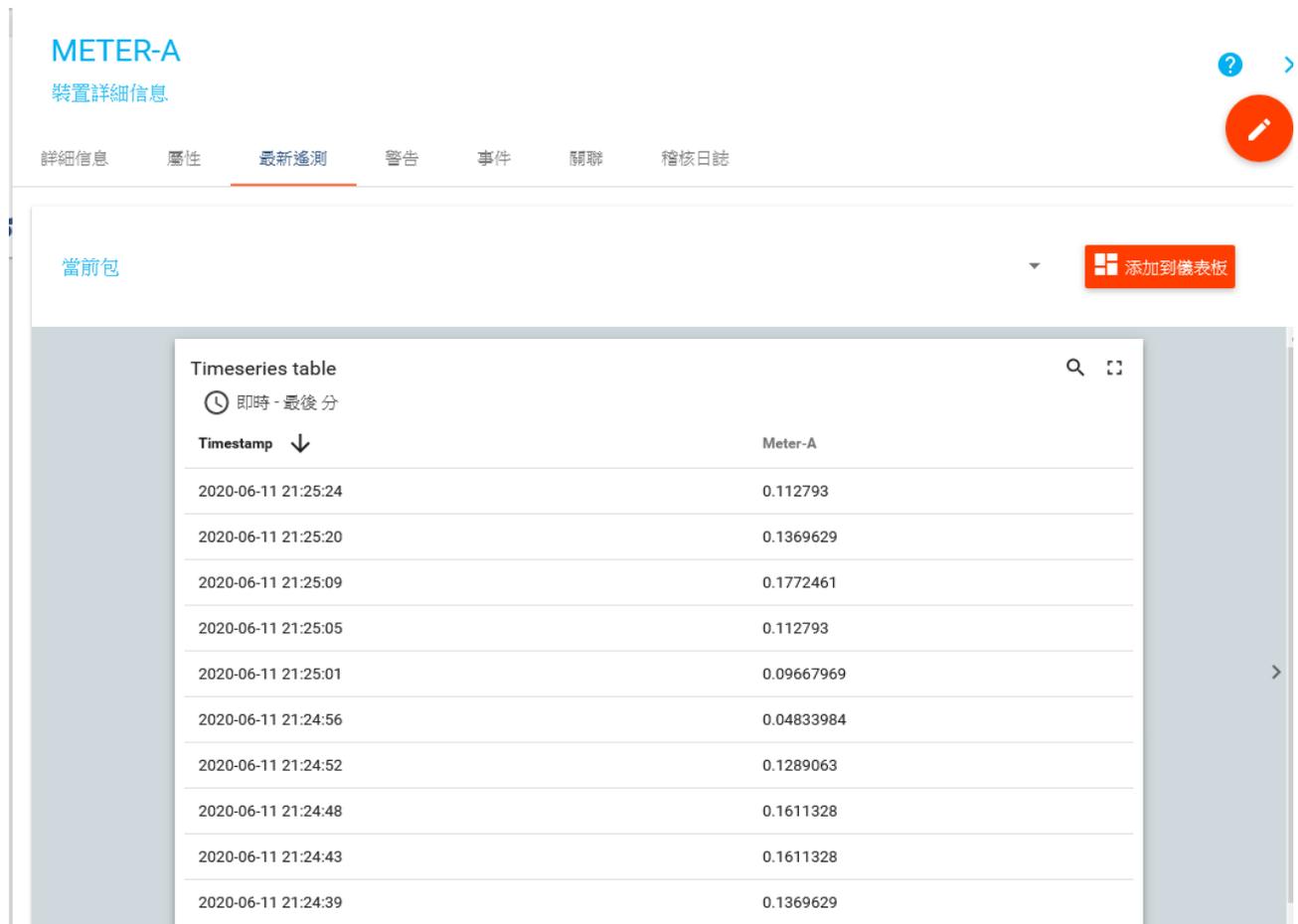
元件	功能
新唐開發板 NuMaker-IoT-M487	類比信號取樣、運算與聯網到 IDEAS Chain 雲端平台
ZMCT103C	比流傳感器元件
Linear Technology LTC1966	將 AC RMS 信號轉換成 DC 信號
100Ω 電阻	將電流轉換成電壓
100kΩ 電阻	分壓產生 3V3 一半電壓
1μF/10μF 電容	電源與信號濾波
杜邦線與杜邦排針一些	

4. 交流電流監測系統電路



5. 程式執行結果

可以在 IDEAS Chain 雲端平台上看到數值已經被上傳。



METER-A
裝置詳細信息

詳細信息 屬性 最新遙測 警告 事件 關聯 稽核日誌

當前包 添加到儀表板

Timestamp ↓	Meter-A
2020-06-11 21:25:24	0.112793
2020-06-11 21:25:20	0.1369629
2020-06-11 21:25:09	0.1772461
2020-06-11 21:25:05	0.112793
2020-06-11 21:25:01	0.09667969
2020-06-11 21:24:56	0.04833984
2020-06-11 21:24:52	0.1289063
2020-06-11 21:24:48	0.1611328
2020-06-11 21:24:43	0.1611328
2020-06-11 21:24:39	0.1369629

6. 程式列表

```
# main.py -- put your code here!

import pyb
import network
import usocket as socket
from pyb import Pin
from pyb import ADC

SSID = "mySSID"           # 填入要連線的WiFi熱點名稱
PASS = "myPasswd"        # Wi-Fi熱點密碼
HOST = "ideaschain.com.tw" # 伺服器網址，不可動
API_URL = "iiot.ideaschain.com.tw" # 連線對象URL，不可動
DEVICE_KEY = "7aIg9UvbexvESJ0JhmGt" # 資料平台裝置的存取權限碼
key1 = 'Meter-A'
value1 = 0
adgain = 3300/4096        # 3300mV/2^12
gain = adgain/100        # 100 Ohm上電壓公式 = I*100 Ohm

def wifi():               # 連線到Wi-Fi熱點的定義函數
    try:
        print("connecting to wifi")
        wlan = network.WLAN() # 設定Wi-Fi的連線類型為WLAN
        print("Wait connecting")
        wlan.connect(SSID, PASS) # 連線至Wi-Fi
        print(wlan.ifconfig()) # 印出分配到的IP位址
        print("Wi-Fi connect")

    except:
        print("Wifi module initial error, reconnecting.....")
        pyb.delay(1000) # 延遲1秒(=1000毫秒)
        wifi() # 若連線失敗，則重新執行此函數

def go():
    try:
        s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) # 與伺服器連線前，將設定
        相關參數
```

```

print("connecting to server")
s.connect(addr)          # 與伺服器進行連線
pyb.delay(1000)
print("server is connected")
s.send(bytes(request_str, 'utf8')) # 將訊息內容上傳至伺服器對應的裝置中
print("send done")
pyb.delay(1000)
s.close()                # 關閉與伺服器的連線，避免佔用端口。
except:
    print("except")
    pyb.delay(1000)

# Start Function
if __name__ == '__main__':
    pyb.delay(5000)      # 延遲 5 秒 (=5000 毫秒)
    wifi()              # 執行連線到 Wi-Fi 熱點
    adc0 = ADC(Pin.board.A0) # create an analog object from a pin

    while True:        # 將下述內容迴圈執行
        adval = adc0.read() # read an analog value
        value1 = adval*gain
        print("ADC Count:",adval,"\nout:",value1)

        param_data = "{\n "+ key1 + ": " + str(value1) + "\n}" # 上傳訊息內容格式，其中
        key1 為資料名稱(如溫度、濕度...等)，value1 為資料內容(如 28、66.5...等)
        param_lenth = str(len(param_data)) # 計算訊息的字串總長度

        addr = socket.getaddrinfo(HOST, 80)[0][-1] # 取得連線到伺服器的相關訊息
        print(addr) # 顯示取得的 address 訊息內容

        # 定義發送至伺服器的訊息內容
        request_str = "POST /api/v1/" + DEVICE_KEY + "/telemetry
HTTP/1.1\r\nContent-Type: application/json\r\nContent-Length: " + param_lenth +
"\r\nHost: " + API_URL + "\r\n\r\n" + param_data
        print(request_str) # 顯示此訊息內容進行 debug

    go() # 執行此函數
    pyb.delay(2000)

```

