

國立臺東大學
執行教育部109年度高等教育深耕計畫
2020打造綠色國際大學

綠色知識經濟創新成果轉化報告書

議題：A1-2：
運用台東在地地熱資源結合 β 結構史特林進行溫差發電之研究

主持人：綠資學程 朱力民 教授

學生：應科四 10610123 劉涵文

綠資三 10722120 吳妍庭

綠資三 10722125 林朱亞葳

綠資三 10722115 劉哲瑞

綠資三 10722112 蔡豐璟

中華民國 110 年 6 月

摘要

本報告希望透過結合 β 型史特林引擎和無刷發電馬達，在溫泉降熱的過程中使用溫差發電。我們使用電池爐模擬溫泉當熱端，冰柱加自來水模擬溪水冷循環，最後在使用自製的三合一WIFI遠端工作站收集溫度、轉速、功率這些數據傳到設定好的電腦上，使用excel製作出圖表，能讓我們更好知道實驗的數據變化，最後在討論如何更換設備能使我們得到更好的功率，讓史特林引擎實現可以使用溫泉的溫差發電，不僅僅是用來當教學器材。

目 錄

摘要	i
目錄	ii
圖目錄	iii
一、緒論	1
1.1 背景介紹	1
二、研究動機與目的	2
三、依據理論及原理	2
四、特色及可行性	4
五、操作方式	5
六、創意成果	6
七、製作力成說明	11
八、結論	12
8.1 未來展望	12
九、參考文獻	13

圖目錄

圖1 β 型史特林引擎	1
圖2史特林的溫泉環境	2
圖3氣體運作圖	3
圖4霍爾磁場感測器	4
圖5馬達與整流器	5
圖6冷水模擬溪水連接冷端	6
圖7加熱底部模擬溫泉的熱端	6
圖8飛輪轉動	6
圖9實驗大致流程	7
圖10三合一WIFI工作站	7
圖11工作站內部晶片	7
圖12整體模樣	8
圖13溫差數據圖	8
圖14轉速數據圖	9
圖15行動電源數據圖	9
圖16電壓數據圖	10
圖17電流數據圖	10
圖18功率數據圖	10
圖19新的飛輪	11
圖20焊接橡皮帶	11

一、緒論

1.1 背景介紹

目前應嚴重的氣候變遷問題，大家都在找可替代的綠色能源，我們希望可以利用台東現有的資源-地熱，來進行發電，會想運用史特林引擎來產電，是因為他的可移動性較佳，而且也不需要特別設置其他的設備或是任何天氣條件，在任何地方只要有溫差就能發電。目前我們所要考慮的是要如何讓它產生較高的功率，提升我們的效益，而不僅僅是教學器材。



圖1 β 型史特林引擎



圖2 發展史特林的溫泉環境

二、研究動機與目的

全球因過度使用化石能源產生大量二氧化碳造成溫室效應，也導致嚴重的氣候變遷問題，因此開發綠色能源是目前的當務之急。許多的科學家就紛紛的尋找能代替化石的能源，例如像太陽能、風力能、水力能、海洋能等這一些都是屬於能重複使用的再生能源。在臺東有著豐富的地熱資源，絕大部分都是運用在溫泉業，從溫泉井到溫泉池需要透過一段時間的降溫過程才可被使用。

本專題將利用 β 型史特林引擎為主結合無刷發電馬達，設計出一臺可以在溫泉的環境中進行溫差發電的發電機。

三、依據理論及原理

在史特林的內部會有一個較小的移氣器，當我們在底部加熱，並在頂端座冷水循環時，先施予一個力讓移氣器上移，史特林內的氣體會被擠到底部，然後又因被加熱壓力變大，使氣體膨脹活塞被推出；當移氣器下移，氣體被擠到冷端，因為溫度降低壓力變小，使氣體縮收活塞被拉入。於是只要有足夠的溫差就可以讓活塞進行往復運動。

要讓移氣器上下移動也需要另一樣很重要的東西，要將他和曲軸連結，當曲軸

旋轉時移氣器就會被上下帶動。活塞的往復運動可以轉換為動力輸出，當我們在曲軸上再加一根連桿時，便會讓活塞的收縮運動換為曲軸的旋轉運動。連接移氣器的曲軸與連接活塞的曲軸會呈固定的角度差一般是90度。

當移氣器在最頂點的位置時，底部加熱空間最大，此時所產生的壓力也最大，當移氣器在最底點的位置時，頂部冷卻空間最大，此時所產生的壓力也最小，如把動力活塞的曲柄連接到曲軸水平位置最遠的地方時可產生最大的扭力，此時可看到連接到移氣器的曲軸部位與連接到動力活塞的曲軸部位呈90度的角度差。

由於利用氣體的熱漲冷縮使活塞往復運動沒辦法讓曲軸旋轉一整圈。因此我們必須得加上一個有旋轉慣性的設備，即“飛輪”，才能達成連續的運轉。

測量轉速方面我們分別使用光電／接觸兩用轉速計和霍爾磁場感測器，光電轉速計將反光貼紙貼在飛輪上，每當飛輪轉一圈，轉速器發射出的紅外線經固定在飛輪上的反光貼紙反射後，經過處理而測得到轉速數據。接觸轉速計將尖端靠在史特林的軸上，跟著他一起轉，然後數據經過儀器內部的電子分析換算。最後霍爾磁場感測器是透過將強力磁鐵固定在史特林的飛輪上，每當飛輪轉一圈經過霍爾磁場感測器時，可將換算後的資料經由自製的收集數據盒內的Wifi版傳回電腦。



圖3氣體運作圖



圖4 霍爾磁場感測器

四、特色及可行性

由自製以 β 型史特林引擎為主結合無刷發電馬達接上整流器將交流電轉為直流電作為發電機。熱端以電磁爐模擬溫泉提供熱源，冷端以自來水加入結冰水模擬溪水進行常溫水冷循環，利用熱端冷端之間的溫差讓史特林引擎運轉，運轉的史特林引擎接上發電馬達，即可發電。自行設計收集數據盒，我們稱為三合一wifi遠端工作站，分別可以收集轉速、熱端溫度、冷端溫度、電壓和電流。

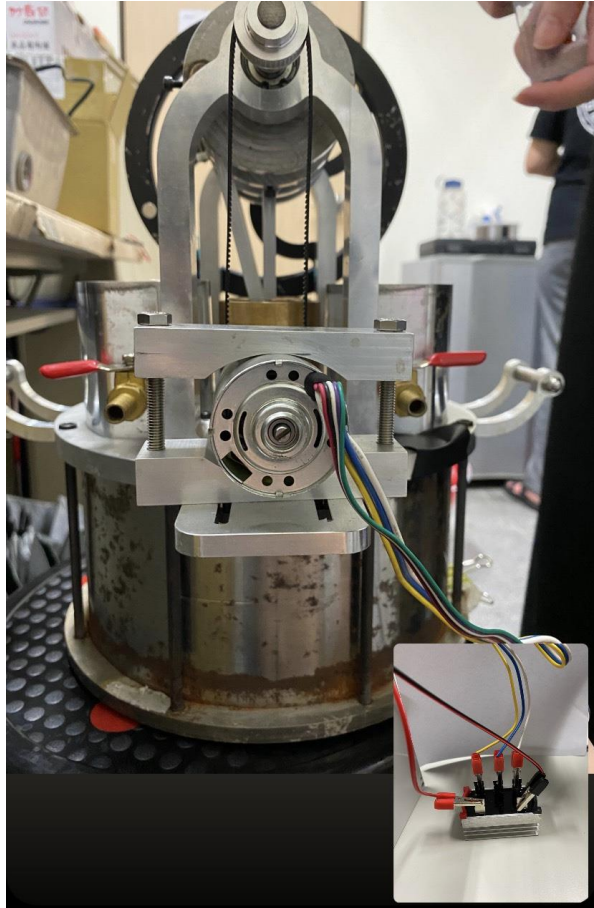


圖5 馬達與整流器

五、操作方式

先將史特林引擎放在電磁爐上加熱一段時間，再將水桶的水加入冰柱讓水溫維持在20幾度，把連接馬達的水管插入水缸邊的閥門上，然後把水循環調整到可以穩定的狀態。拿出三合一WI-FI工作站，將霍爾磁場感測器的線接上，然後分別在冷端和熱端固定測量溫度的線，分別在輸入的孔用鱷魚夾接上馬達，輸出的孔用鱷魚夾接上負載，像是LED燈泡，這樣形成一個迴圈就可以透過工作站裡面的模組測出電流和電壓，最後會透過工作站裡的WI-FI版將資料傳回設定好的電腦。

一切準備就緒後我們會先施予飛輪一個力，開始運轉後會帶動中間的曲軸，由於曲軸上連接著移氣器的連桿，所以當移氣器因加熱和冷卻間的壓力大小變化而上下移動時，就會帶動活塞運動，連帶帶動後面的飛輪也一起轉動。我們在後飛輪放上皮帶，讓他將轉動所得到的動力傳輸給下方的馬達，馬達再轉換出提供LED燈所需要的能量。

最後我們會將傳到電腦裡的數據抓入Excel裡分析出我們需要的圖表，然後再依

實驗結果決定下次的實驗內容。

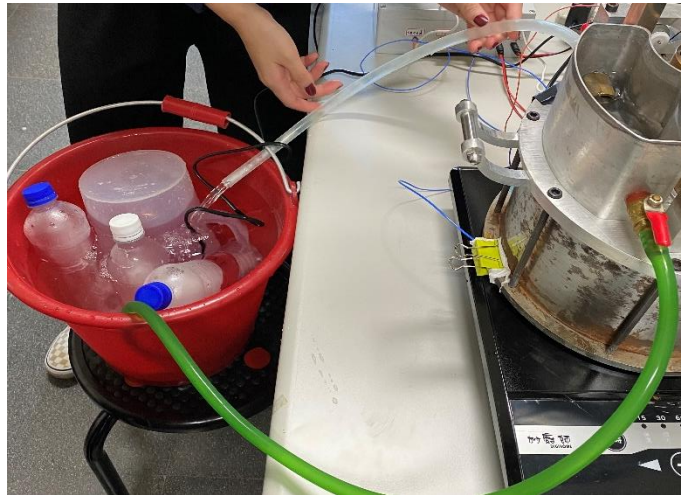


圖6冷水模擬溪水連接冷端

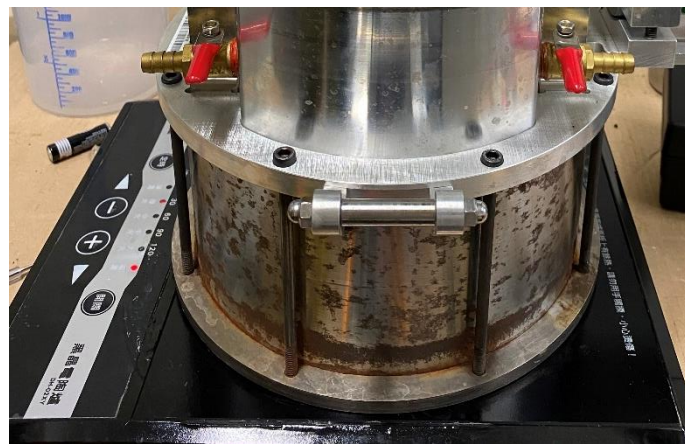


圖7 加熱底部模擬溫泉的熱端

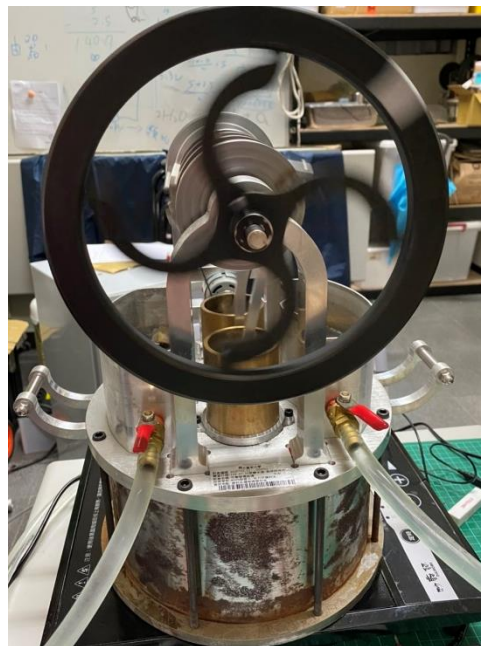


圖8 飛輪轉動

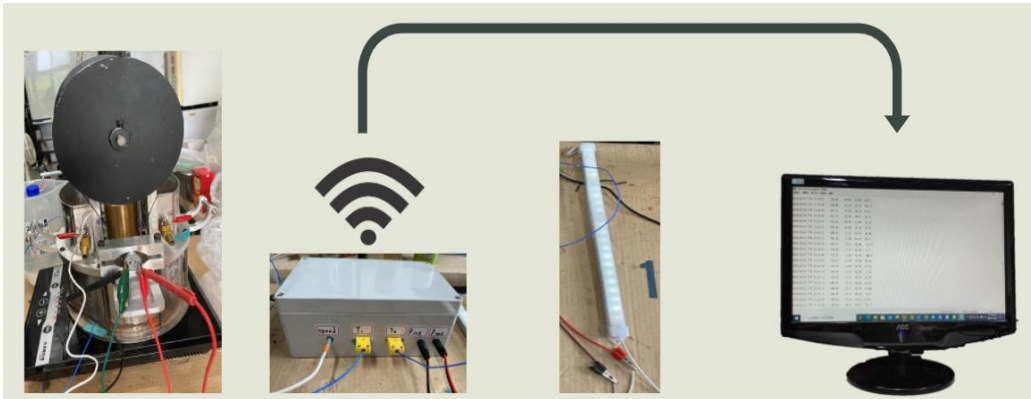


圖9實驗大致流程

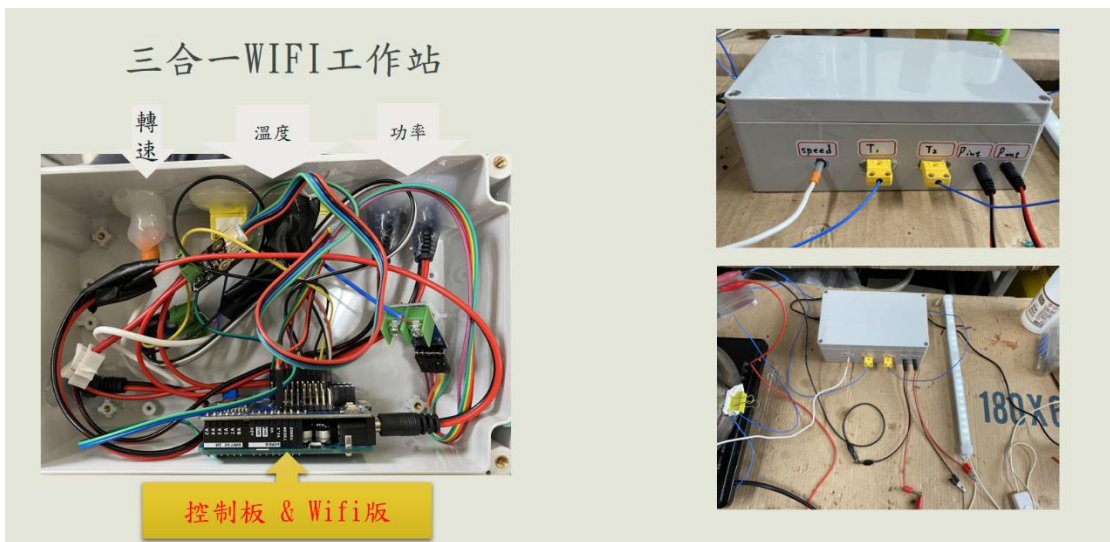


圖10 三合一-WIFI工作站

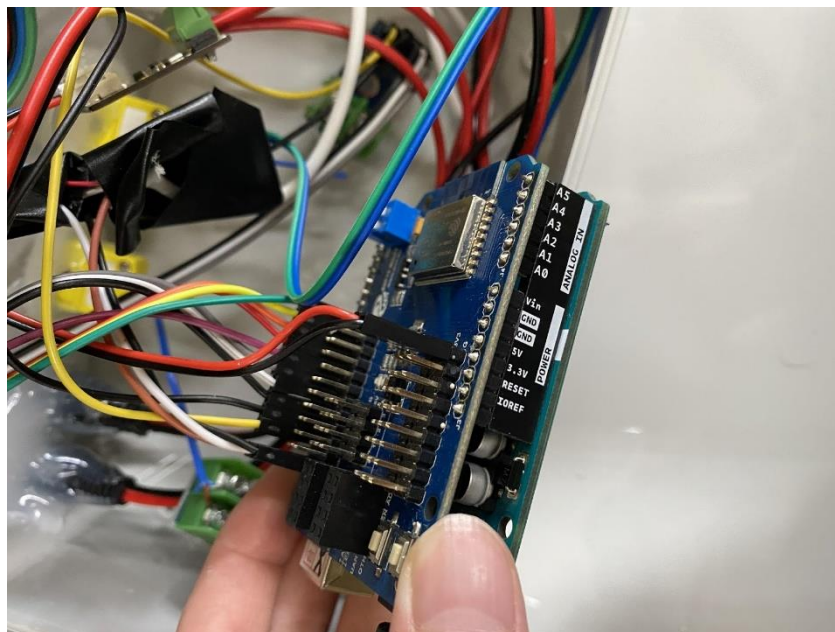


圖11 工作站內部晶片

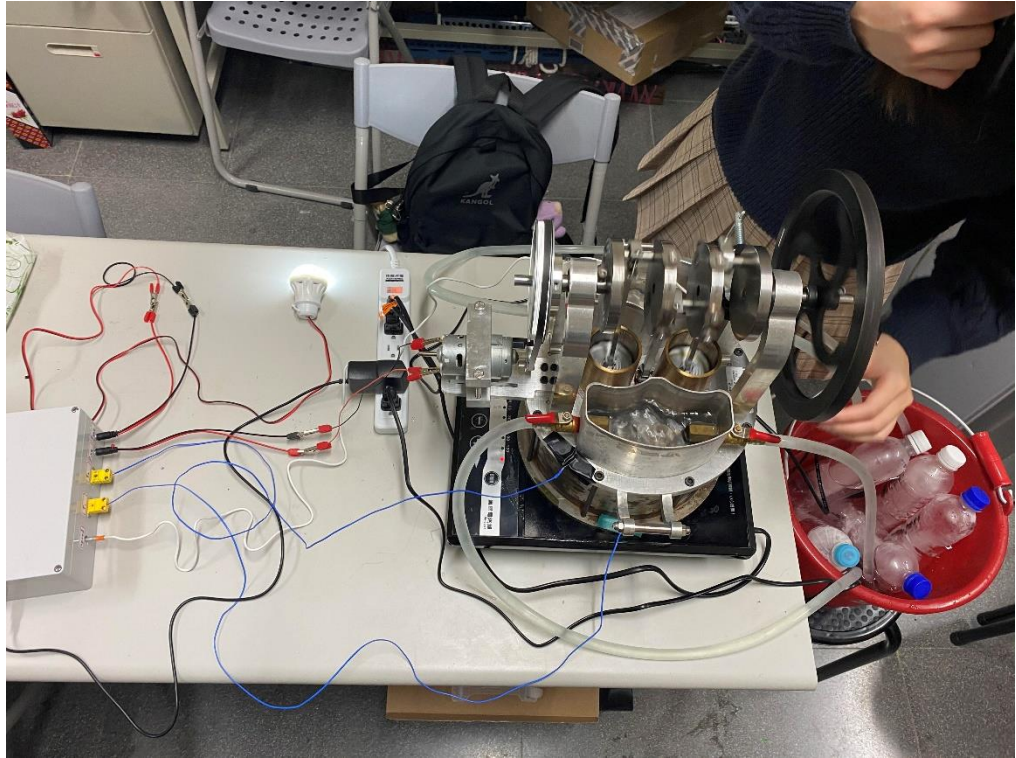


圖12整體模樣

六、創意成果

1. 完成四視窗、光感/接觸式轉速計及萬用電錶與三合一 wifi 工作站(數據收集盒)實測所得的結果進行比較，以確認其準確性。
2. 完成溫差達到 100 度，轉速達到 140 RPM 以上可供應電流。

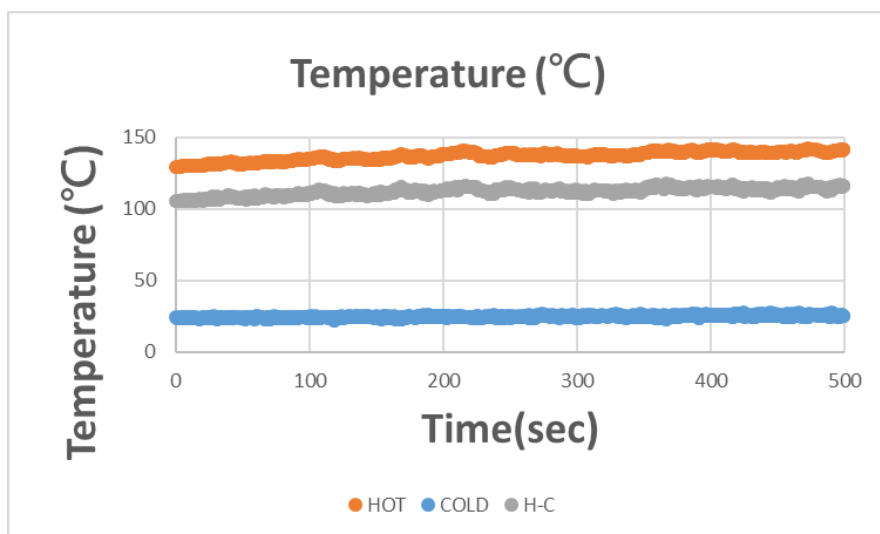


圖13溫差數據圖

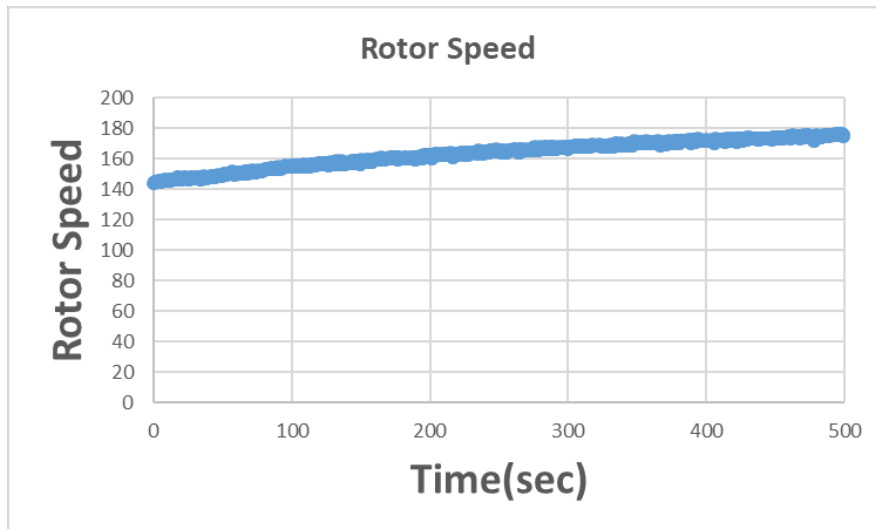


圖14轉速數據圖

3. 完成將史特林發的電用來充電行動電源。

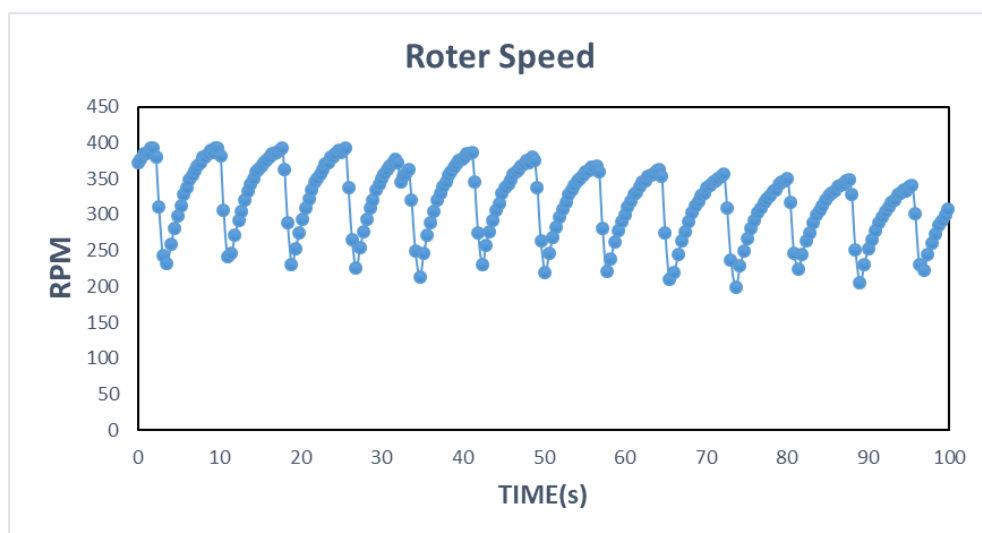


圖15 行動電源數據圖

4. 完成模擬史特林引擎在山上溫泉可以發多少電。
5. 完成利用電磁爐作為熱源模擬溫泉提供 130 °C 熱端，以抽水馬達作為水循環動力來源模擬溪水提供約 20 °C 冷端降溫，使用 Arduino 將感測器所得數據收集整合，經實驗結果可以得到冷熱端達平衡後溫差約 100°C，引擎轉速約為 140-180 RPM，扭力約為 0.04 N·m，發電功率約為 0.6-0.8 W，達到驅動 LED 燈的要求。

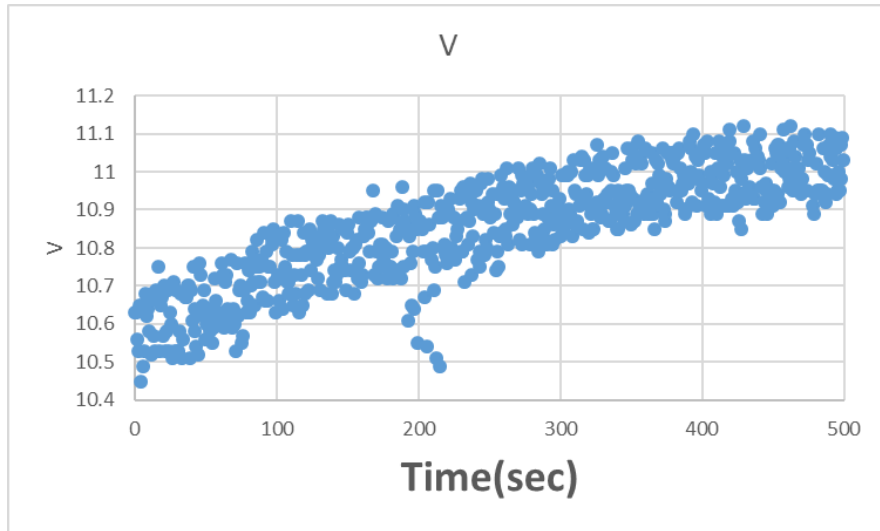


圖16電壓數據圖

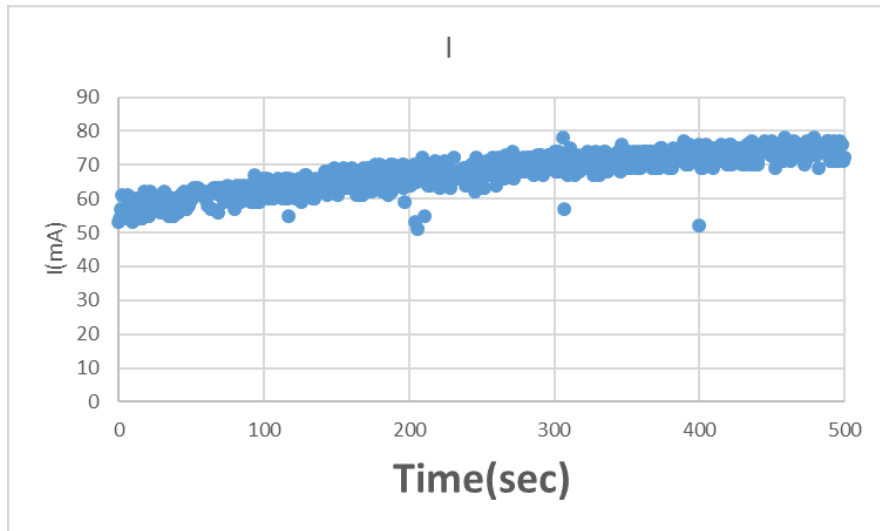


圖17電流數據圖

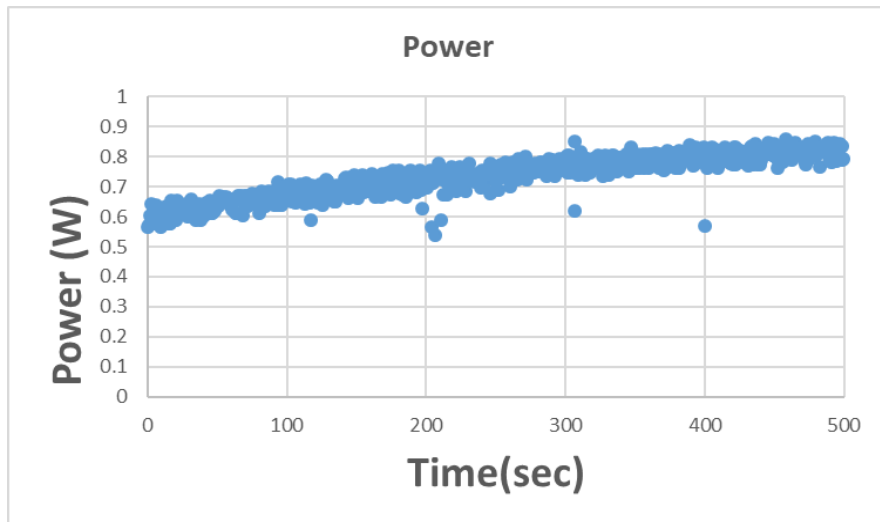


圖18功率數據圖

七、製作歷程說明

在擁有三合一wifi遠端工作站之前，史特林的數據紀錄都是人工手動量測的，擁有工作站後只需接上電源就能測量多筆數據，無須手動測量。原本使用的馬達也有更換過，因舊式無法完整將飛輪帶動的扭力換成相等的功率，因此最後決定將舊的馬達汰換掉，換成新的馬達後我們得到了更大的功率。飛輪也換成新的直徑17公分的鋁飛輪，原本是用橡皮筋，但因為橡皮筋表面是平滑的，為了防止打滑把橡皮筋換成焊接過的橡皮齒輪帶連接著後飛輪，後飛輪也換成160齒飛輪，完成了現在的史特林。

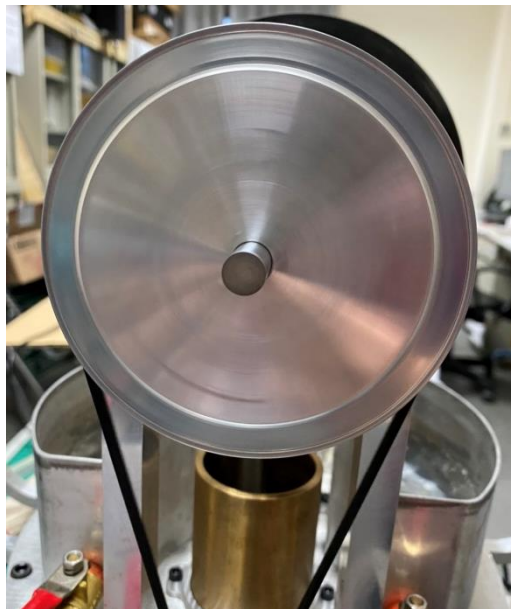


圖19新的飛輪



八、結論

從一開始最簡單的檢測設備和最原始的零件，到後期為了得到更好的功率而不斷嘗試各種新設備和方法。本專題設計出了一個利用Arduino uno微控制器開發三合一WiFi數據工作站用來監控實驗數據，接上飛輪、發電馬的線路就可以把基礎數據測量所獲得的資料即時輸入電腦，讓我們能更便利的測量大量的數據。如果沒有它我們就必須接上四視窗溫度計、三用電錶和勾錶才能測得當下的一個數據，如果想做成圖表還需要用錄影的隨後再靠人工用手輸入資料，我們總共要測熱端、冷端、轉速、電流和電壓，光靠人工的要花費太多時間，後來我們也接上兩個新馬達抽取插滿冰柱的水桶，讓冰水流經史特林引擎冷端，用來模擬溪水的冷水循環，相較於剛開始只把兩水缸加滿冰水，但是靜止不流動的，加入水循環後冷端的溫度能維持在二十幾度，讓我們的溫差差距較大。再來就是我們有換過飛輪和兩三顆馬達，馬達的話各自都有他們的優缺點，目前還在研究哪個比較適合我們做溫泉發電。

8.1 未來展望

台東因為有豐富的地熱資源，我們希望透過利用溫泉的降溫過程結合史特林引擎的溫差發電，將來希望能改進一些收集蒸氣的問題，成功改善讓史特林引擎能通過蒸汽當熱端，溪水循環當做冷端，運用溫度差而持續為史特林引擎發電。在實驗過程中研讀相關Arduino uno開發的資料和應用案例，並詳細地探討了與手動測量下獲得資料的準確度分析，完成設計並動手實現；未來發展可提供一個基於教學意義來進行科普活動的教學工具。

參考文獻

}

- [1] 曾玉泉，「極速引擎的魅力 - 史特靈引擎 (Stirling Engine) 的介紹、製作與教學活動設計」，國立台灣師範大學工業科技教育系研究生，三十九卷，第五期，2006年
- [2] 劉柏廷、張簡伯威，「史特林引擎 (Stirling Engine)」，私立中山工商，工程技術類，2-3頁
- [3] 史特林引擎的工作原理，擷取日期99年3月13日。
- [4] 周鑑恆，能源之星 -- 史特林引擎，物理雙月刊