

能源與材料科技系
實務專題論文

魚菜共生系統之馬達功率變化測量



指導教授：揭由志、陳志義 博士

班級	學號	姓名
能材四甲	BB103054	謝宗穎

修 平 科 技 大 學

中 華 民 國 107 年 5 月 25 日

摘要

本專題利用 Arduino UNO 板，透過 Arduino 程式設計結合 Excel 系統，製作出測量電壓與電流之感測模組並自動在 Excel 系統作圖(電壓和電流對時間、功率對時間)的即時測量系統，本專題想針對魚菜共生系統中交流馬達做詳細的測量分析，實際測量直流馬達，探討功率變化，為日後的魚菜共生系統提供數據當作參考。

目 錄

摘要.....	1
1. 前言.....	3
2. 研究動機與目的.....	4
3. 研究方法.....	5
3.1 實驗儀器.....	5
3.2 實際測量直流馬達.....	6
3.3 泵浦馬力計算.....	7
4. 實驗步驟.....	8
5. 結果與討論.....	9
6. 結論.....	17
參考文獻.....	18

1. 前言

全球暖化的問題日漸嚴重，隨之而來的負面效應，如海平面上升、氣候異常等等。因此，在使用能源上必須節能減碳，避免負面效應逐漸擴大。近年來節能方面發展成兩種面向，減少用電量及提高能源效率，而在魚菜共生系統中最重要的就是抽水馬達，透過供給足夠電力使馬達運轉，讓水循環並重複使用，達到魚菜互利的效果 [1]。

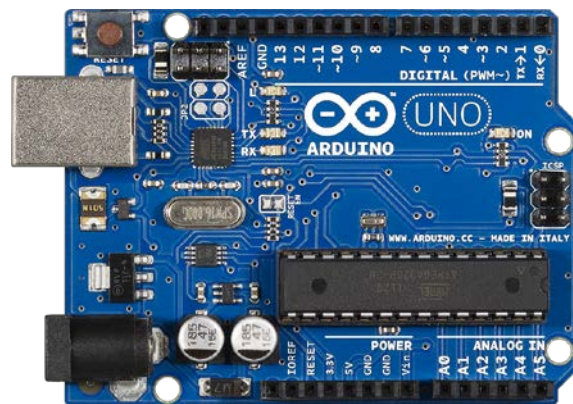
2. 研究動機與目的

馬達在系統中通常為高耗能的裝置，馬達的購入成本低，但觀察長期的耗電費會發現比購入費高出許多[2]。在魚菜共生系統中，如果不讓馬達運轉，用電確實可以減少，可是相對的，魚類生存的機率可能降低；反觀馬達的運用方面，如果我們可以將馬達的使用狀況一直處於高能源效率，能夠為馬達多提高效率，就能夠為馬達延長壽命[3]。為此，本專題想要進一步為馬達做更詳細的分析，實際測量直流馬達，探討功率變化，為日後的魚菜共生系統提供數據當作參考。

3. 研究方法

3.1 實驗儀器

圖一為 Arduino UNO 板，使用 Atmel AVR 單片機，採用開放原始碼的軟硬體平台，構建於開放原始碼 simple I/O 介面板，並具有使用類似 Java、C 語言、Processing/Wiring 開發環境[4]。



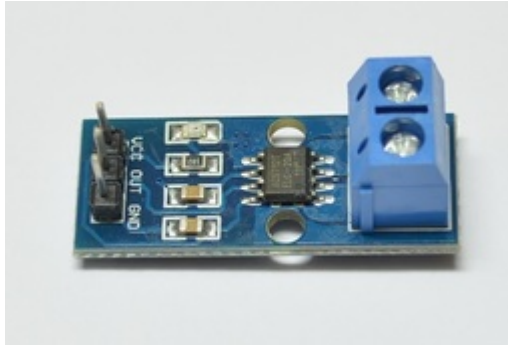
圖一、Arduino UNO 板[5]

圖二為電壓感測模組，基於電阻分壓原理所設計，使端子介面輸入電壓縮小 5 倍，Arduino 類比輸入電壓最大為 5V（如果用到 3.3V 系統，輸入電壓不能大於 $3.3V \times 5 = 16.5V$ ），輸入範圍在 0~25V[6]。



圖二、電壓感測模組 型號 1713[7]

圖三為電流感測模組，擁有電流傳感器晶片，模塊可以測量正負 20 安培電流，對應類比輸出 100mV/A，沒有檢測電流通過時，輸出的電壓是 $VCC/2$ [8]。



圖三、電流感測模組 型號 ACS712[9]

3.2 實際測量直流馬達

本專題使用電源供應器、2 組 12V 直流馬達、LED 燈，還有 Arduino 電壓電流感測模組去做實際測量直流馬達，如圖四。



圖四、測量裝置

3.3 泵浦馬力計算

1. 泵浦的水馬力：泵浦的水馬力又稱水功率或理論功率，其所代表的意義主要是指泵浦欲推動液體流動所須作的有效功率，相當於本專題提及之直流馬達上的負載。因此是與泵浦的流量、總揚程(揚程是單位重量液體通過泵所獲得的能量)，以及該液體的比重(或密度)有關，目前在使用上通常是以 kW 或 HP 來加以表示。下式所示為一水馬力所常用的簡化計算式：水馬力(kW) = $0.163 \times s \times Q \times H$ ，其中：

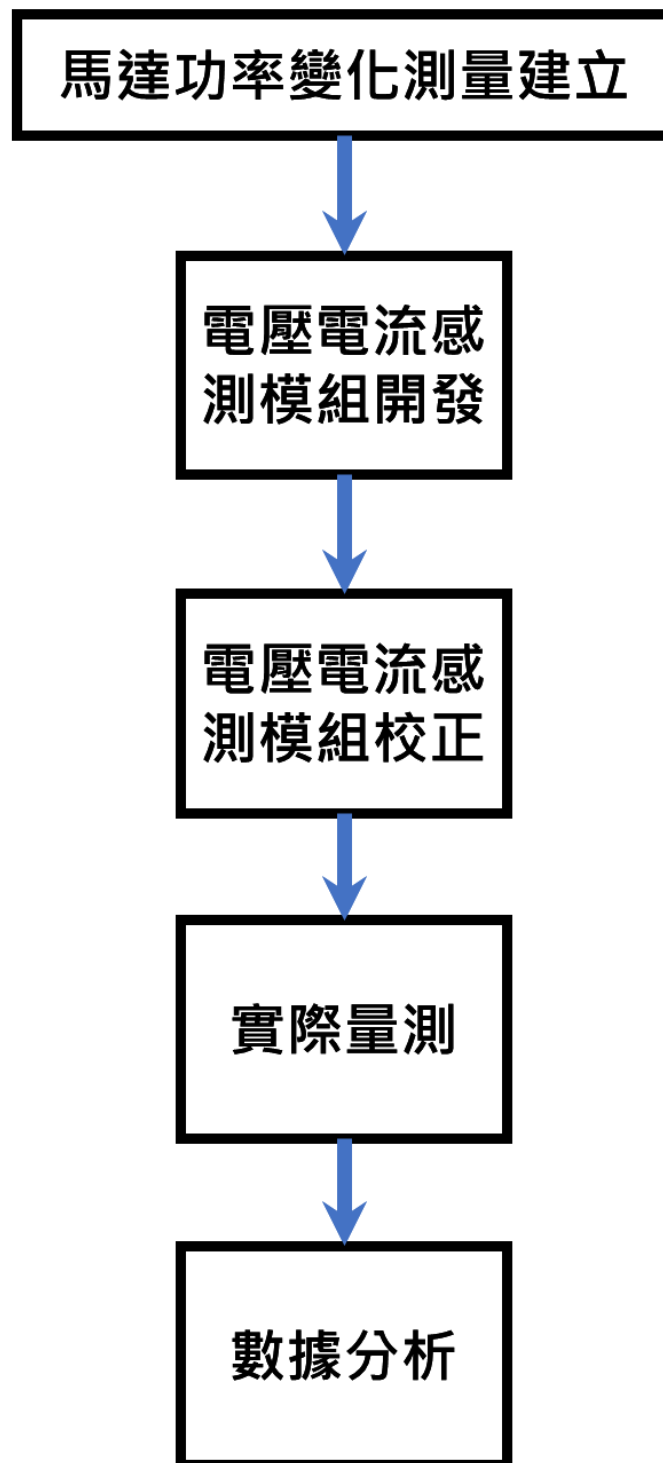
Q 表示泵浦的流量(m³ /min)；H 表示泵浦的總揚程(m)；

s 表示該液體的比重(比重 $s = \rho / \rho_w = \gamma / \gamma_w$)

2. 泵浦的軸馬力：泵浦的軸馬力又稱軸功率，其所代表的意義，主要是指為讓泵浦能夠順利輸出所需的揚程與流量(水馬力)於泵浦的軸端所施加的功率，因此此種功率是與泵浦的水馬力以及泵浦的本體效率有關，在使用上通常是以 kW 或 HP 來加以表示。下式所示為軸馬力所用的計算式：

軸馬力(kW) = (水馬力 ÷ 泵浦效率)，泵浦效率一般為固定值，視馬達而有所不同[10]。

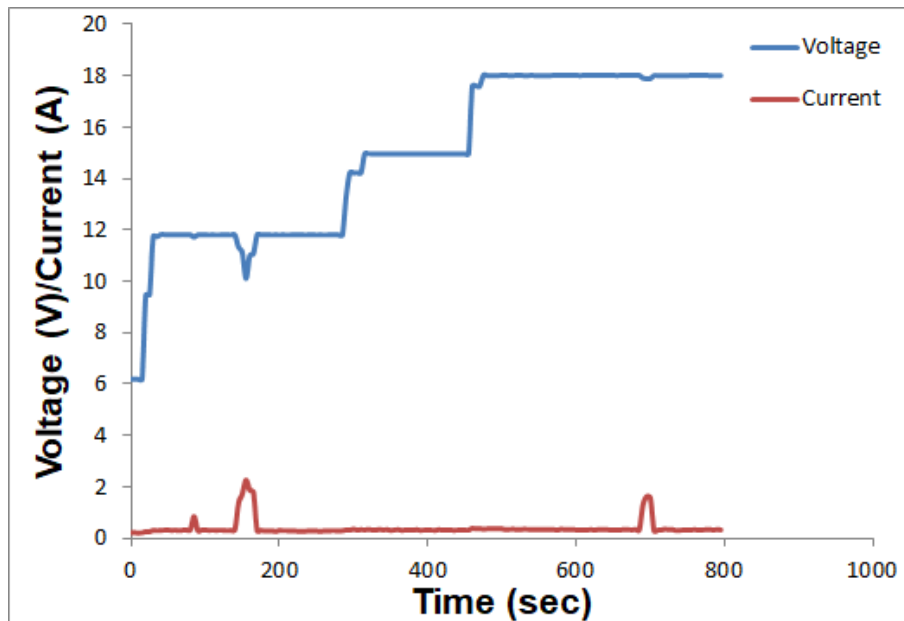
4. 實驗步驟



圖五、實驗流程圖

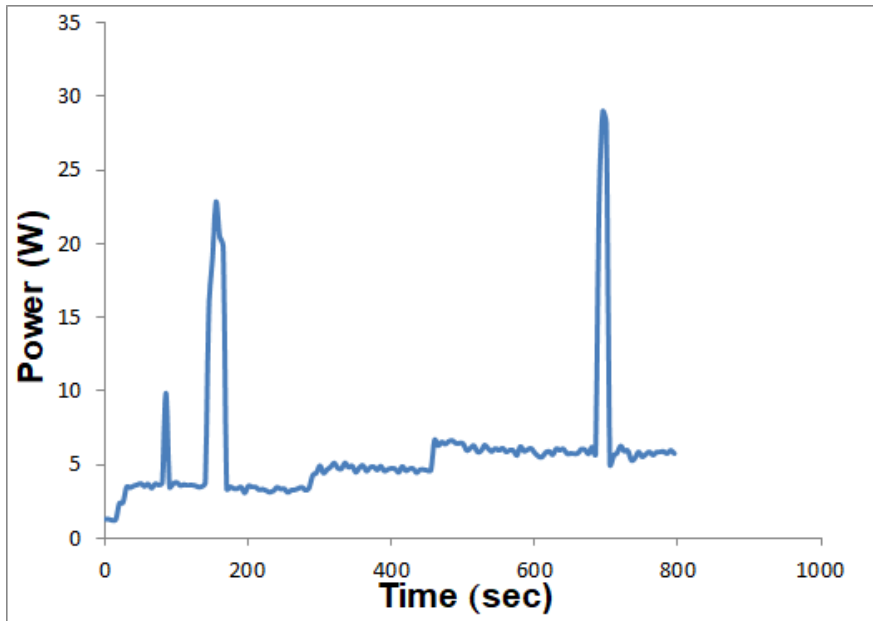
5. 結果與討論

首先，本專題實際測量 12V 直流馬達空轉。圖六為電壓和電流的情況，由圖六可以看到有幾處電壓下降、電流上升，那是因馬達有負載的情況，所以才會有這樣的上升下降情形。



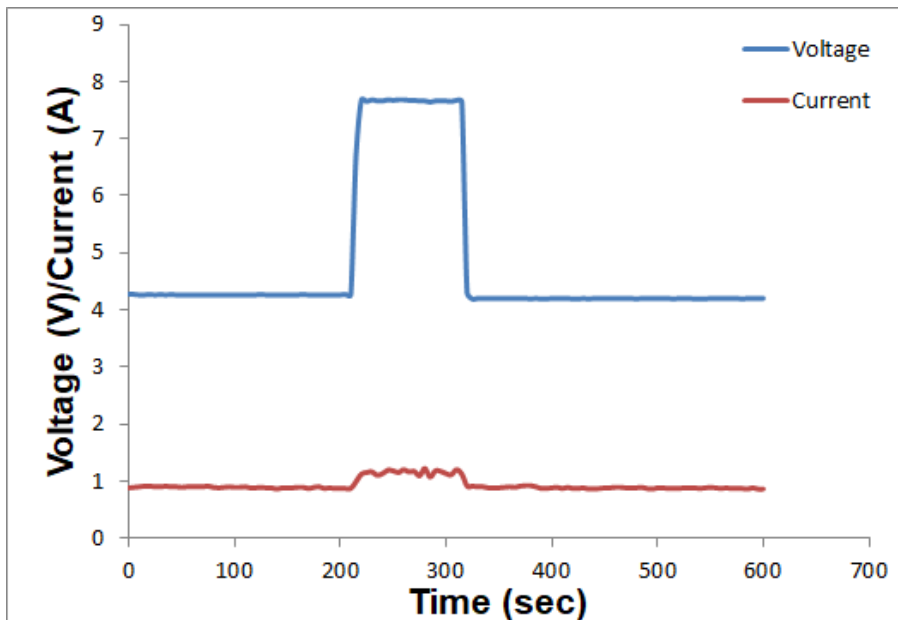
圖六、電壓和電流對時間作圖(空轉)

為了近一步了解能源和時間的關係，本專題要探討能源損耗，電壓和電流在紀錄時，Excel 就能自動計算功率並做圖，圖七為馬達空轉時功率的情況，由圖七中可以看到因為圖五中幾處因負載的關係，功率明顯提升，當拿掉負載後，功率就下降了。

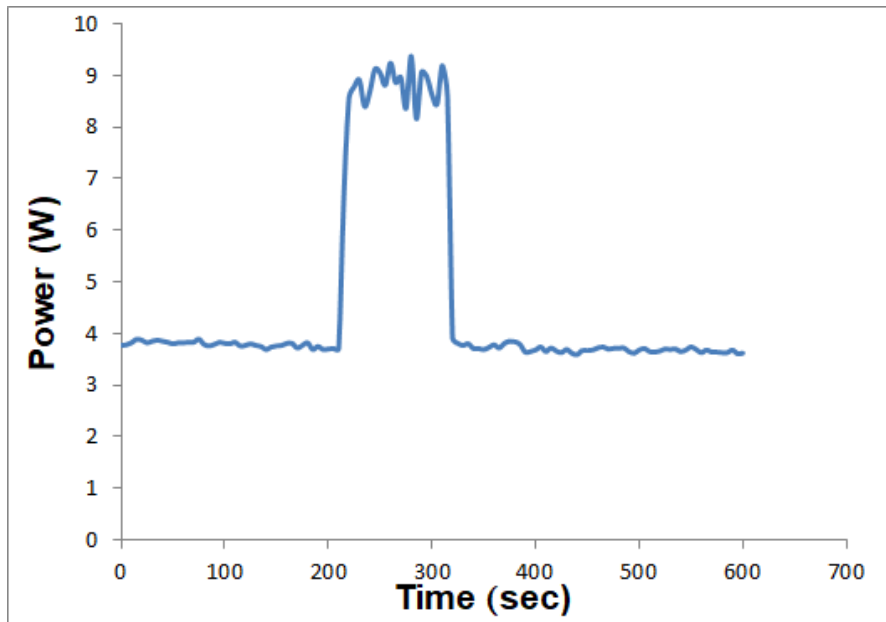


圖七、功率對時間作圖(空轉)

為了進一步探討馬達功率，使用二組馬達，一組作為發電用途，另一組作為負載，相當於交流馬達有了水作為負載。由於直流馬達最高只能到 12V，圖八(a)為電壓和電流的情況，由圖八(a)可以發現電壓越大越不穩，由圖八(b)可以發現電壓不穩，功率就不穩。

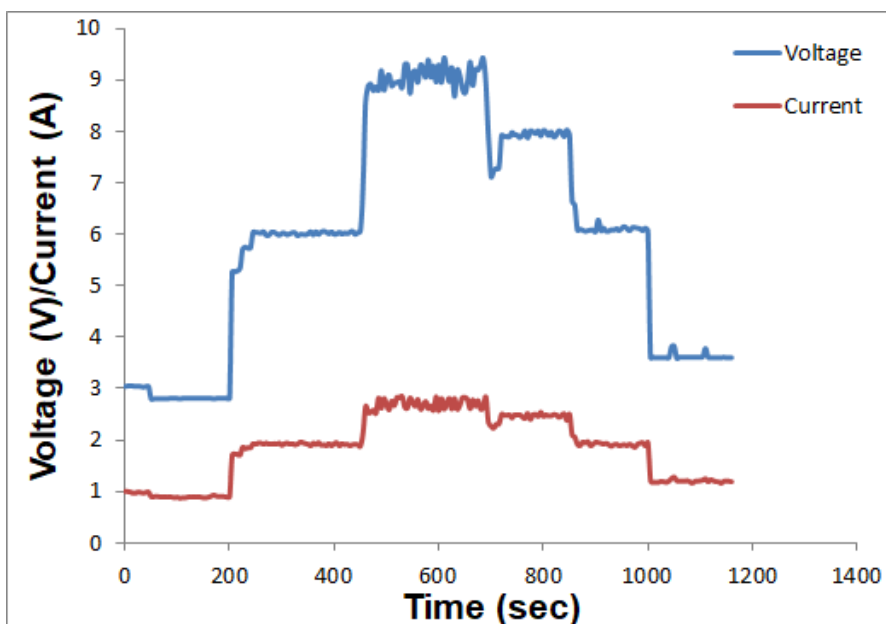


圖八(a)、電壓和電流對時間作圖(馬達外接馬達)

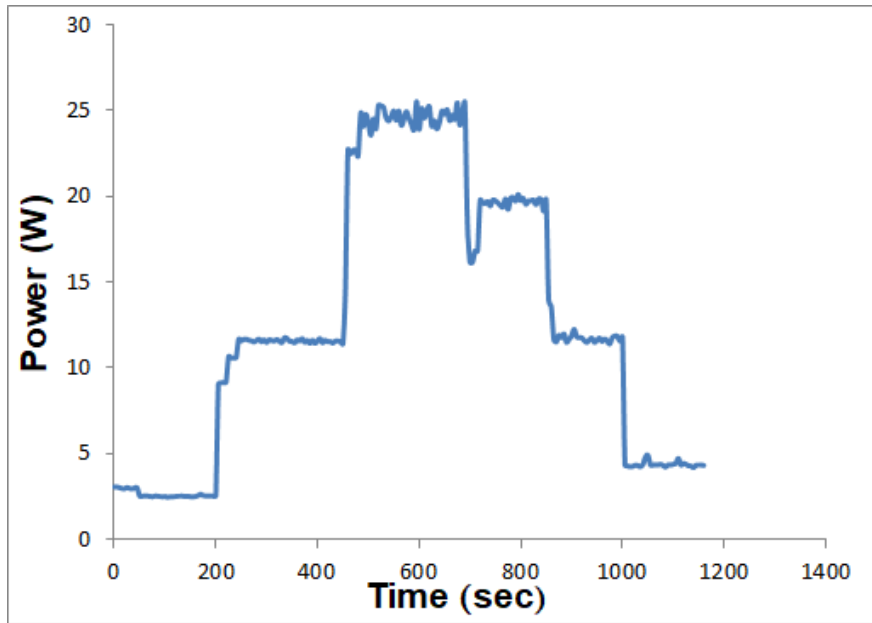


圖八(b)、功率對時間作圖(馬達外接馬達)

進一步探討功率，馬達外接一顆馬達之外，又外接一顆 LED 燈，就如同交流馬達在水位比較深的地方，圖九(a)為電壓電流的情況，由圖九(a)可以發現電壓越大越不穩的情況比圖八(a)更加明顯，可以發現圖九(b)在負載越大的情形下，因電壓越大越不穩，功率也越來越不穩，但發現電壓越低越平穩。



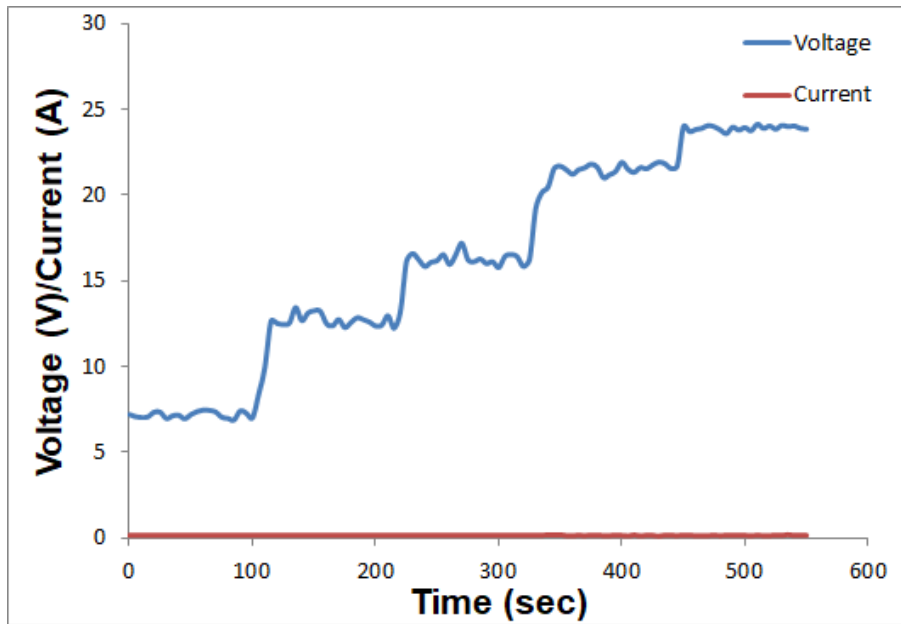
圖九(a)、電壓和電流對時間作圖(馬達外接馬達外接 LED 燈)



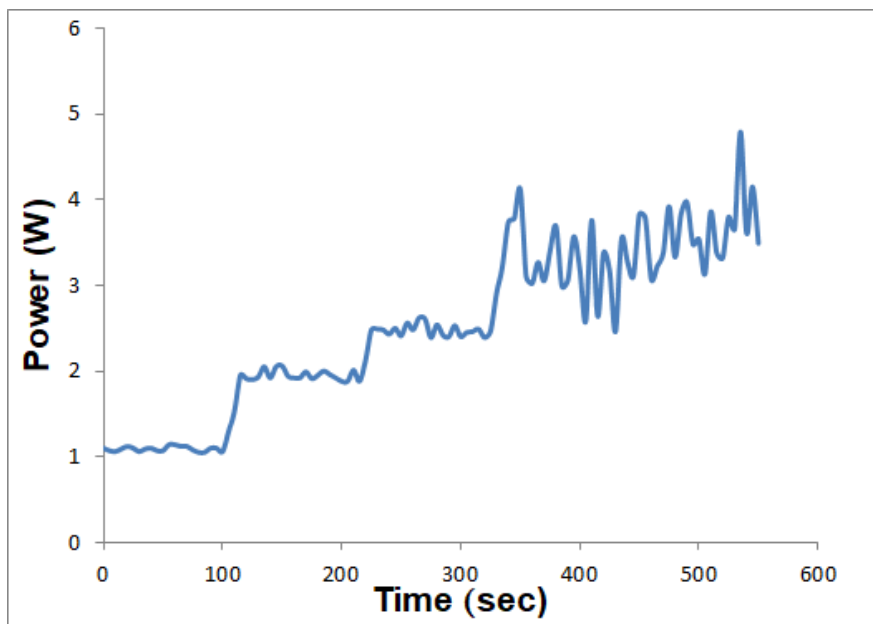
圖九(b)、功率對時間作圖(馬達外接馬達外接 LED 燈)

為了進一步替馬達作分析，控制電壓在 2~6 伏特，每個伏特維持一段時間，觀察馬達的功率變化。圖十(a)為沒有負載時，馬達輸出端電壓電流的情況，可以看到沒有負載，電流處於接近 0 的狀態。但電壓越大越不穩，電壓感測模組最大電壓只到 25V。

圖十(b)可以發現馬達雖然處於沒有負載的情況，但本身就會因電壓越大，功率不穩。

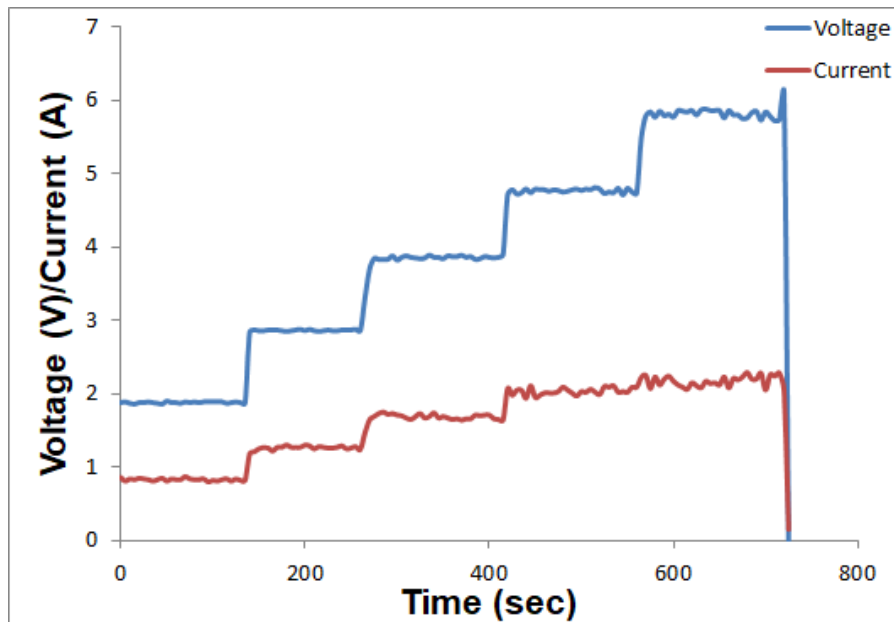


圖十(a)、電壓和電流對時間作圖(馬達輸出端無負載)

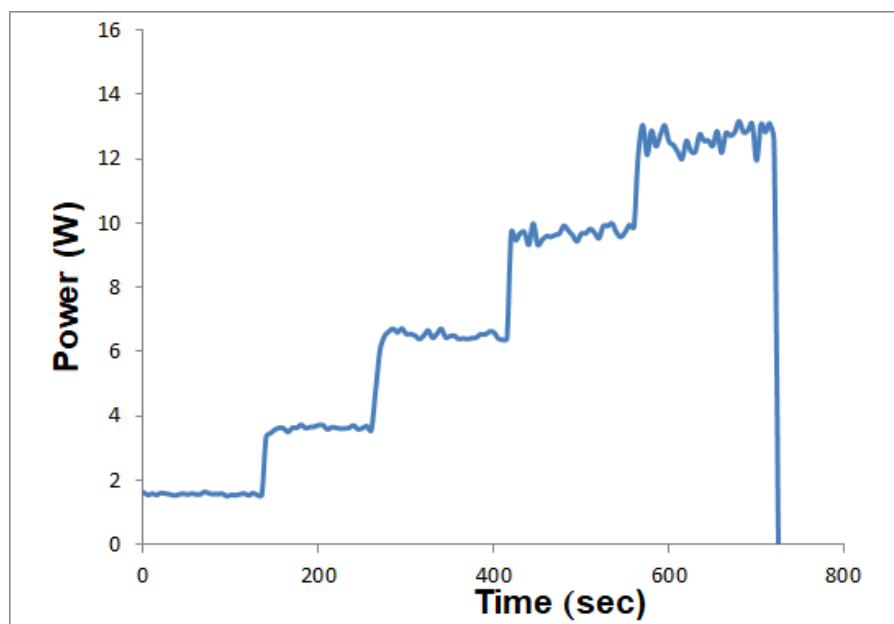


圖十(b)、功率對時間作圖(馬達輸出端無負載)

為了進一步比較馬達有負載時，功率是否一定損耗，固定負載(外接 LED 燈)將輸入端與輸出端做比較，圖十一(a)為馬達在有負載時，輸入端的情況，電壓越大越不穩，因此圖十一(b)中功率也越來越不穩。圖十一(a)和圖十一(b)最尾端瞬間掉下的情況是電源供應器過熱，所以電壓和電流直直落下。

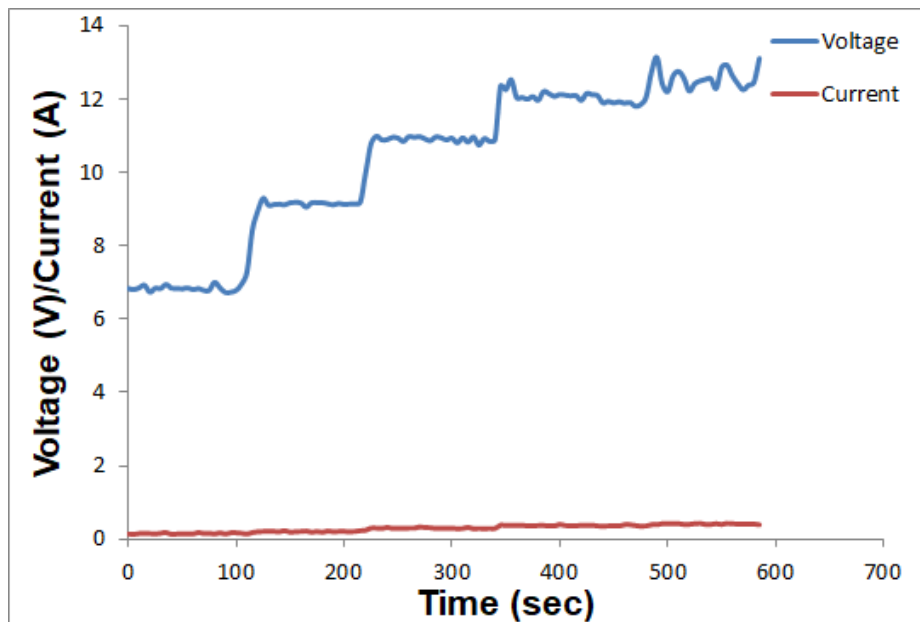


圖十一(a)、電壓和電流對時間作圖(馬達輸入端有負載)

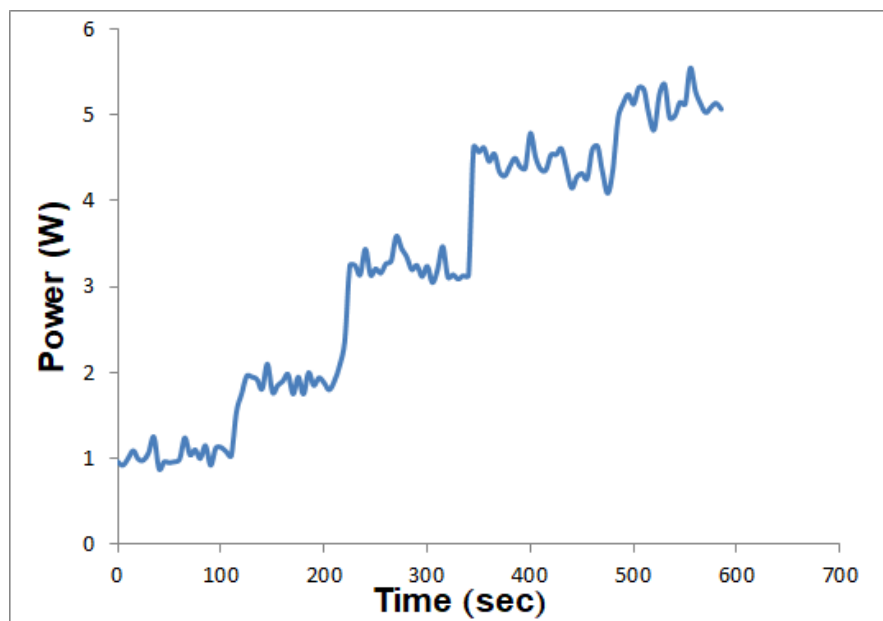


圖十一(b)、功率對時間作圖(馬達輸入端有負載)

接著再探討馬達有負載時，輸出端的情況。可以發現圖十一(a)和圖十二(a)相比較，圖十二(a)電壓有明顯上升、電流有明顯下降，將輸入端與輸出端功率圖比較，進一步分析能量損耗狀況，可以發現圖十一(b)和圖十二(b)的功率與時間作圖相比，圖十一(b)的功率明顯高出許多。



圖十二(a)、電壓和電流對時間作圖(馬達輸出端有負載)



圖十二(b)、功率對時間作圖(馬達輸出端有負載)

效率 = (輸出端平均功率 ÷ 輸入端平均功率) × 100%，從 2~6 伏特中，每個伏特裡輸入端和輸出端各取 10 筆數據做平均功率，觀察效率變化，由表一可看到電壓從 2V 開始，電壓越大時，效率越低。

表一、各伏特輸入端和輸出端平均功率與效率比較圖

電壓	輸入端平均功率	輸出端平均功率	效率
2V	0.316W	0.191W	60.44%
3V	0.715W	0.391W	54.69%
4V	1.297W	0.645W	49.73%
5V	1.94W	0.901W	46.44%
6V	2.506W	1.013W	40.42%

6. 結論

本專題為馬達詳細分析，實際測量直流馬達，探討功率變化，為日後魚菜共生系統提供數據當作參考。從上述實驗結果，發現(1)負載越大，供應電壓越大越不穩(2)在固定負載下，2V 的功率最大 60.44 %；6V 功率最小 40.42%，因此，在魚菜共生系統中想以高效率維持馬達運作並延長壽命，必須將馬達置於水位最高處，使水馬力降低。

參考文獻

1. 陳瑤湖、梁榮元，「魚菜共生體系發展研究與展望」，循環經濟，第 46 頁，2016 年。
2. 康基宏，「馬達系統節能方法及其效益」，東元電機，第 1 頁~第 56 頁，2014 年 7 月。
3. 廖聰明，「馬達及其驅動控制」，科學發展，第 491 期，2013 年 11 月。
4. Arduino UNO 板：
<https://www.taiwaniot.com.tw/products-category/mcuboard/arduino/> (2018.5.25)
5. Arduino UNO 板 圖片來源：
<http://dshps.blogspot.com/2015/02/arduino.html> (2018.5.30)
6. 電壓感測模組：
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/%E9%9B%BB%E5%A3%93%E6%AA%A2%E6%B8%AC%E6%A8%A1%E7%B5%84-voltage-sensor-%E9%9B%BB%E5%A3%93%E6%84%9F%E6%B8%AC%E5%99%A8/> (2018.5.25)
7. 電壓感測模組 圖片來源：
<http://goods.ruten.com.tw/item/show?21820031167023>
(2018.5.30)
8. 電流感測模組 型號 ACS712：
<https://www.taiwaniot.com.tw/product/acs712-20a-range-current-sensor-module/> (2018.5.25)
9. 電流感測模組 圖片來源：
<http://goods.ruten.com.tw/item/show?21818984569977>
(2018.5.30)
10. 經濟部能源局，「泵浦系統節能簡訊」，經濟部能源局高效率馬達應用技術開發與推廣計畫，第 10 期，2009 年 11 月