

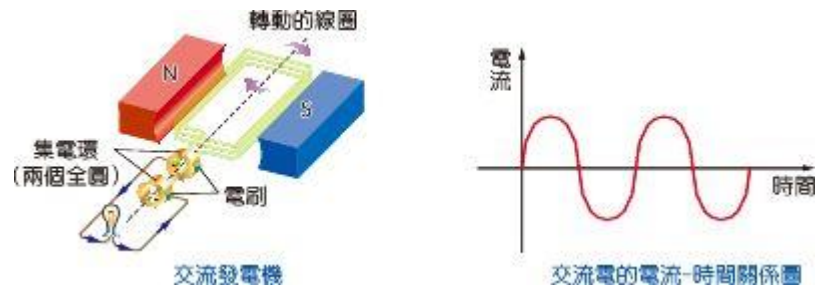
2025仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

決賽成果報告書

隊伍名稱： 綠能再生隊

作品名稱： 垃圾回收式離岸發電擴充系統

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。稱為感應電動勢，若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，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，常見的發電機以法拉第電磁感應原理，利用 N 匝迴路的線圈來做電磁感應，將外部做的功轉換成電能。公式表示為： $\varepsilon = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$ ， ε 是電動勢，N 是線圈匝數， Φ_B 是穿過一個迴路的磁通量。



圖一、發電機原理。

科學概念2： 白努力定律指出當流體速度增加時，其壓力會降低，反之亦然，且可用此公式表示： $P + 1/2 \rho v^2 + \rho gh = \text{常數}$ ，其中 P 是流體的壓力， ρ 是流體的密度，v 是流體的速度，g 是重力加速度，h 是流體的高度。

決賽成果報告書內文

1. 發想動機：

近年來綠能發展為各先進國家的重點發展目標，包含再生及創新能源、儲能、能源有效化利用、綠能循環經濟、節能等相關主題，初賽投稿時我們以離岸風電為基礎做擴充改善，希望能藉由海洋能，利用水力與太陽能發電來開發多載式的離岸發電擴充模組，而在研究過程中發現，海中的設施常因某些原因造成損壞率與維修成本的增加，包含水中垃圾、動植物與藻類的屍體，大型生物撞擊與小型生物的吸附寄生，高鹽度海水的腐蝕等因素造成損壞，所以到複賽我們決定針對以上幾點來做研究重點，開發可以隔絕並回收水中部份垃圾的水力發電裝置，同時利用水下聲納以特定頻率來驅趕生物接近，並在裝置的設計上盡量簡易與智慧化，以減少水中的耗損率與後續的維修成本，希望作品能朝向接近綠能與永續的目標邁進，後續做實際的實驗測試，希望能藉由本次競賽的機會，開發出能真正運行的科學裝置，為環境保護與永續的地球盡一份力並提供可實現的參考作法。

2. 作品創意性：

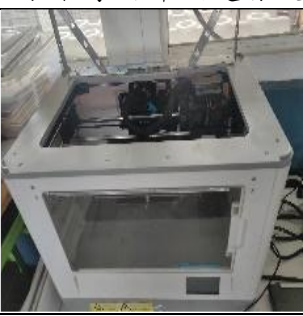
研究過程發現海中設備常因幾項因素造成損壞，我們據此來做改善：

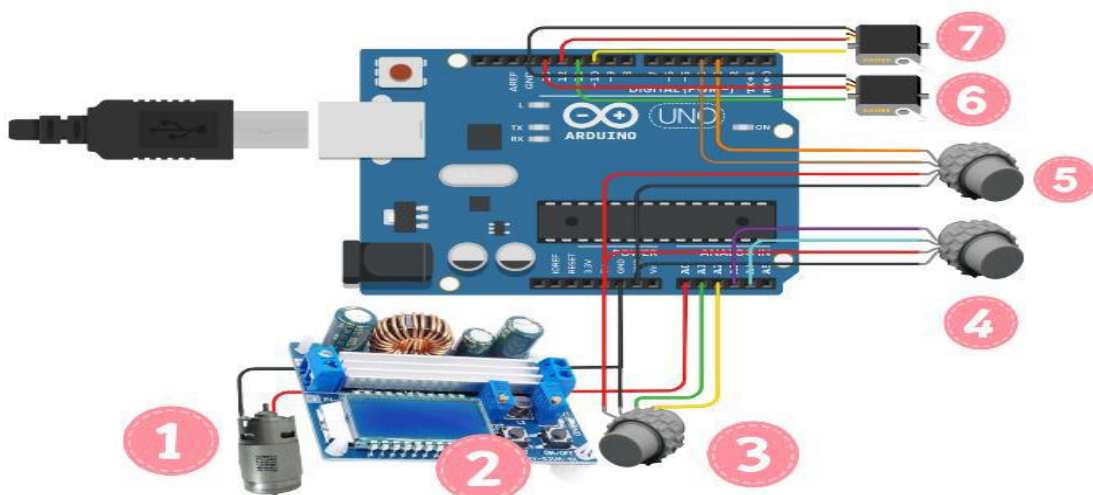
2.1 我們設計前端為圓錐形且包覆濾網的結構來隔絕各式水中垃圾，再藉由白努力定律帶動螺旋式葉片來轉動軸心，搭載能將轉軸力矩轉換成垂直向上的直角斜齒輪，並連接發電機。

2.2 被過濾的垃圾會流入後端能自動收集垃圾的水中垃圾網，藉由馬達拉動垃圾網前後開口的收口繩，並以水中聲納來量測垃圾的容量，收集完成後將其打包，同時送出回收通知。

2.3 我們讓整體電控系統至於浮板上方，水力發電的轉軸剛好連結電控系統間的發電機，並利用電源管理模組定時測量發電效率，同時控制伺服馬達做垃圾網前後收口繩的操作。並加上水下聲納超音波感測器 IP68，用來感測垃圾的容量和利用聲納驅趕生物接近。

3. 硬體及電路架構圖：

		
ARDUINO YUN 物聯網開發板	電源管理模組	大扭力伺服馬達
		
IP68水下專用聲納超音波	發電機(6MM 軸馬達)	Arduino IDE 編輯器
		
3D 列印機與線材	雷射雕刻機	各式機構金屬



圖二、電控系統電路架構圖。

電路架構圖中的說明如下：

1:發電機-以馬達連接6MM 的軸來發電。

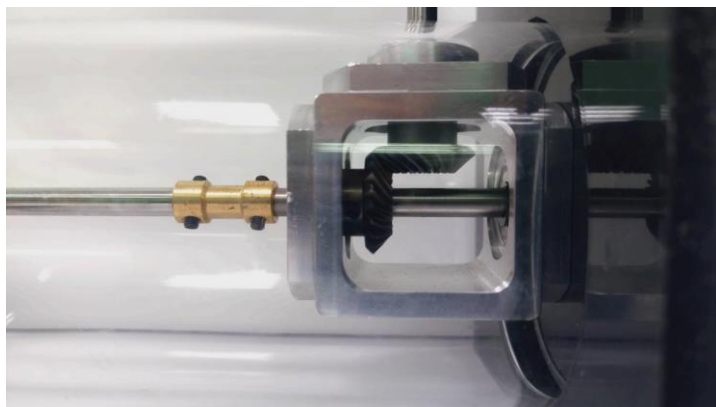
2:電源管理模組-定時監測發電效率。

3~5:水下聲納超音波-感測垃圾容量與發出特定聲波驅趕生物。

6~7:伺服馬達-做垃圾回收系統中垃圾網的收口繩控制。

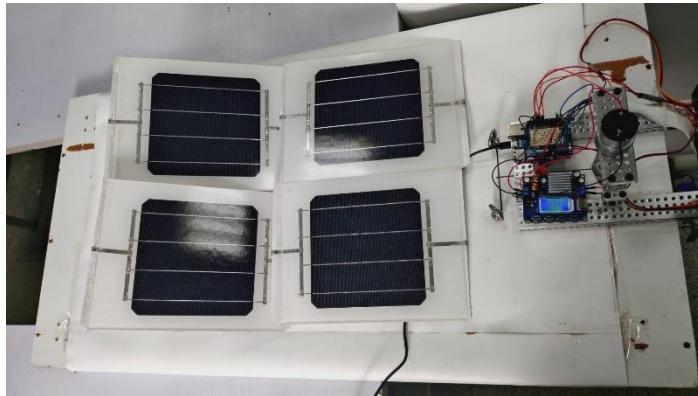
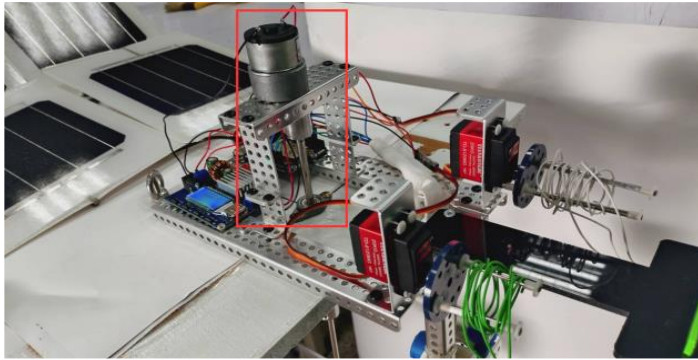
4. 作品成果報告：

4-1 運作方式簡介：



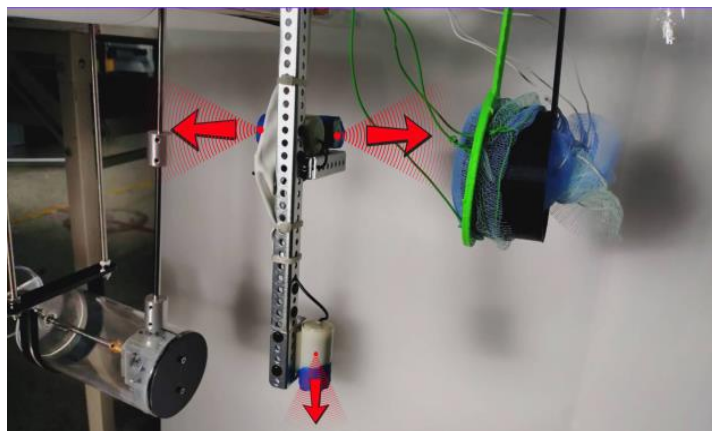
水下發電裝置

前端為圓錐形垃圾過濾網，可隔絕海中各式各樣的垃圾，防止裝置因大型垃圾的撞擊而損壞及垃圾捲入轉軸中造成的機體損傷。中間管口以白努利定律為基礎設計成前寬厚窄，增加水的流速帶動螺旋葉片。後端利用直角斜齒輪將轉軸力矩轉換成垂直向上(如左側下圖)，並連結安裝在浮板上方的發電機發電。(左側上圖為水下發電實品圖)



電控系統控制電源管理模組，伺服馬達與太陽能板

將下方轉軸連接發電機後就可以發電，將發電機設置於水面上可以減少水中帶來的損壞。秉持不浪費任何空間的理念，於是將太陽能板加入設計中以增加裝置的發電量，太陽能板安裝於浮板上在連接到電控裝置中儲存電能。



(圖中左側為前)

垃圾回收架與水下聲納

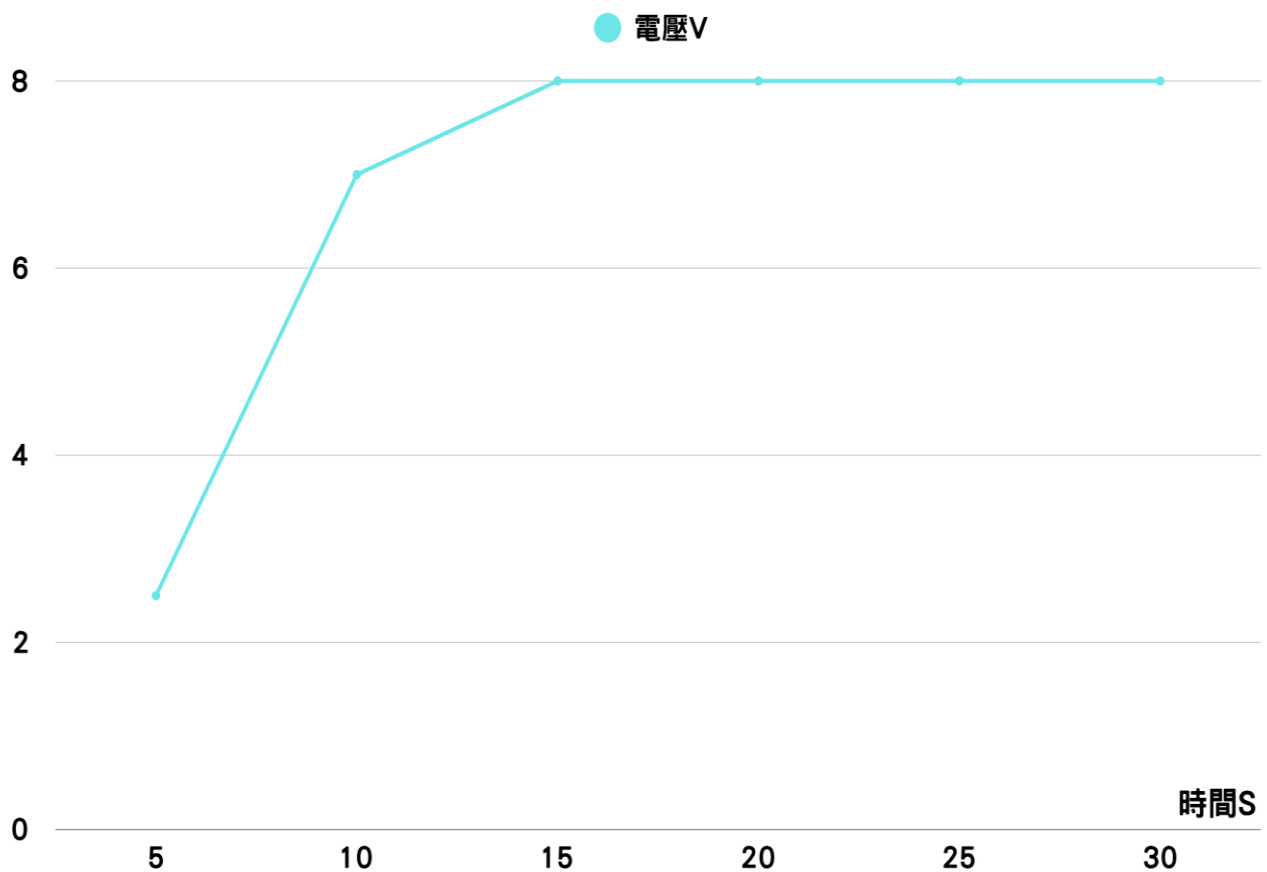
前、下兩個聲納可以向前與向下發出12公尺的生物驅趕聲波，防止大型海洋生物的干擾，側方的感測器是用於感測垃圾回收的容量(詳細功能在下方**垃圾回收系統**中細說)。



垃圾回收系統

因為材料有限，我們只能做縮小的模型，將數個垃圾網套於垃圾架上（如左側上圖），當前述的感測器感測垃圾的回收量已達到程式中設計設定的量時，會自動傳送訊號至伺服器中，再利用伺服馬達控制前後收口繩束緊，及連接下一個垃圾網展開繼續收集垃圾，替換掉需要頻繁手動安裝垃圾網的需求，自動打包的功能亦可節省打撈垃圾的人力需求。

（左側中間的為實品的照片，下方圖為收集完垃圾打包後的垃圾網）



圖三、裝置於學校水龍頭下測試與發電電壓關係。

流速型水力發電裝置無須水頭落差或極低落差，直接利用波浪、江河、小溪、灌溉溝渠等水流流經水輪機，利用水流的流速產生動能，轉動水輪機，帶動發電機運轉，將動能(機械能)轉成電能進行發電，設置地點無需攔河築壩，設置方便、工程費用低、安裝期短，更可將多台流速型水力發電機組陣列整合產生較多之電力。流速型水力發電量可以按照水流能量公式計算如下：

$$\text{理論水流速度發電量 } P = 1/2 \times \eta \times \rho \times A \times V^3$$

P：功率(KW)

A：水輪機截面積(m²)

V：水流速(m/s)

η ：水輪機+發電機轉換效率

ρ ：流體密度(Kg/m³)。

4-2 實驗過程與改良：

構想過程-

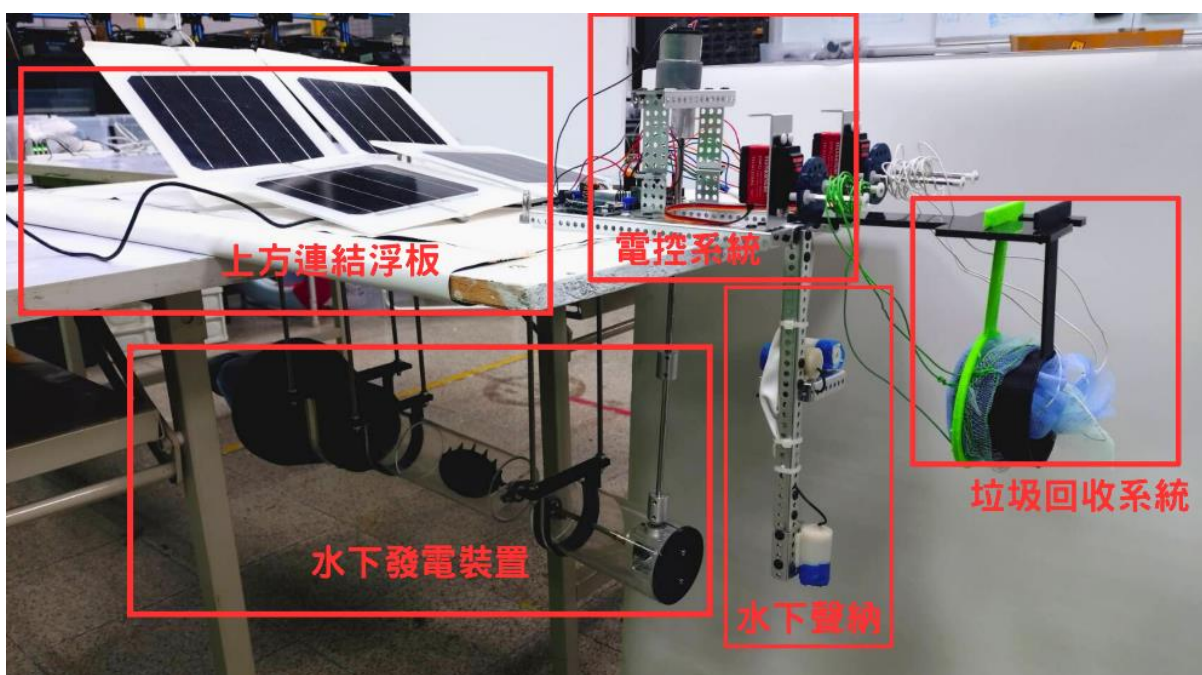
最一開始我們以常見的離岸風電為基礎，搭載以白努力定律設計的洋流發電裝置，並在周圍設計其上有太陽能發電板的外掛模組，設計了一個同時兼具水力以及太陽能發電的裝置，但在嘗試設計出模型的過程中我們發現了以下三個問題：

1. 人工垃圾和生物遺骸可能損壞裝置。
2. 大型生物的撞擊以及小型生物的吸附對裝置帶來的損害。
3. 高鹽度的海水使設備耗損。

為了解決以上三個問題，我們重新修改了原本的模型，根據問題1.~3. 想出了三個解決方案

1. 在水下發電裝置前方加上圓錐垃圾過濾網，並於後方設置垃圾收集裝置。
2. 搭載可以在水中運行的水下聲納超音波感測器 IP68，並利用鯨魚叫聲及合成的低頻聲波，利用聲納模擬來驅趕水中生物。
3. 將電控系統控制電源管理模組、伺服馬達與水下聲納設置於水面上，藉此減少損壞率。

4-3 最終作品圖與總結與應用：



圖四、離岸發電擴充模組實品圖。

由實際測試結果數據可知，我們的作品除了能自行供給所需的電力運作之外，還可以額外提供剩餘電力做儲存使用，並且可以自動化收集水中的垃圾，減少水中的垃圾汙染，擴大此裝置的使用範圍，進而使地球環境往更健康的地方邁進。

4-4 未來展望：

在未來的測試中會修正更多的問題並加入新的發想，在作品成熟之際，讓更多能源產業看到我們的作品並且應用在更多地方，目前我們有設想了幾個之後可以做實驗研究的重點項目如下：

1. 水力發電口徑縮小比例的實驗設計，用來探究水流速度與發電效率的關係。
2. 橢圓形螺旋葉片長寬與葉片密度造成旋轉軸轉矩大小的關係。
3. 水下超音波於不同鹽分液體與水流中的波速實際探究。
4. 水下聲納波型與功率對鯨豚生物的非傷害性驅離研究。

希望讓以非再生能源發電的台灣能源產業可以轉型成以再生能源發電，在供給足夠能源給人民使用的同時也可以達到低碳排、環保的目的。

5. 參考文獻：

1. 能源教育資源總中心 <https://learnenergy.tw/index.php>
2. 財團法人船舶暨海洋產業研發中心-Hywind Scotland 浮式離岸風場
<https://www.soic.org.tw/>
3. 日本文理大學機械電氣工學科 https://www.nbu.ac.jp/fac_sub/engineering/
4. 陳明榮，2022。Arduino 專題製作與應用。博碩。
5. 湛翔智，2023。鯨聲鯨視必修課：鯨豚生態調查與水下噪音監測評估工具書。知洋科技。