

105 學年度「機電實作專題成果展」 構想書

MPPT 與雙軸追日系統之實現
MPPT (Maximum Power Point Tracking) and
Dual-axis Solar Tracking System

國立中山大學 機械與機電工程學系 賴育誠 B023021040

國立中山大學 機械與機電工程學系 周勇康 B023021058

指導教授：彭昭暉老師

主辦單位：國立中山大學機械與機電工程學系

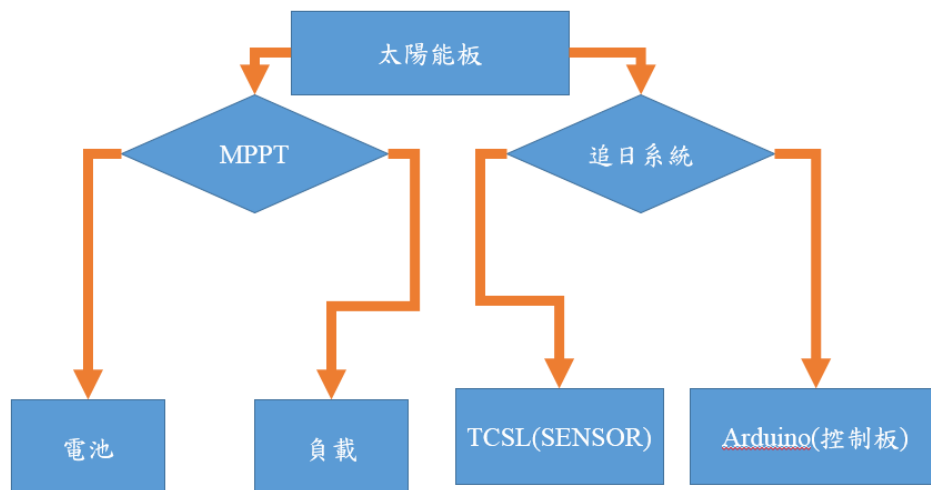
一，摘要

隨者世界人口的增加，人們對石油、煤礦的需求量持續增加，導致能源短缺。台灣因為地理因素上的優勢，近來積極研究和發展太陽能 and 風能發電，利用再生能源發電來降低對非再生能源的依賴。本專題將利用太陽能作最佳的使用，設計一個以 Arduino 作為控制器的追日系統，進行追日以保持太陽能板最大發電量，並利用太陽能板產生之電能，進行 MPPT（最大功率點追蹤），調整發電的電力輸出，令發電本身的使用和充電效率達到最大。

二，動機與目的

設計的構想來源是源自於一個美國能源研究機構(energy informative)所發布的研究。該研究指出，根據該機構實驗結果顯示，為了讓太陽能板能在利用陽光發電時發揮最大的效益，必須把太陽能板平面與太陽光入射角保持垂直(90度)，配備追日系統可提高約20-40%的發電量。所以此次設計雙軸追日系統，除了相較於無追日系統的太陽能板，可提高太陽能板發電效益，也設計了MPPT（最大功率點追蹤）控制器，調整發電的電力輸出，提高整體的發電效益。

三，研究內容

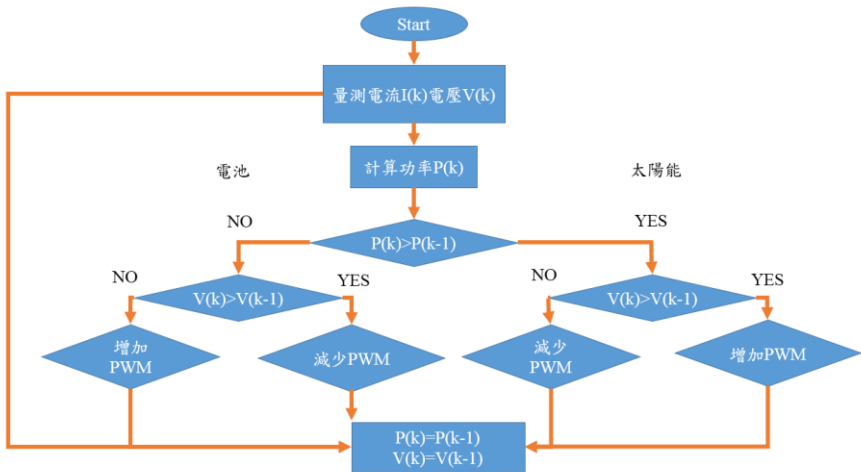


圖一、系統架構圖

本專題的目標有兩部分，第一，利用太陽能板產生之電能，進行 MPPT(最大功率點追蹤)，使得負載之耗電量以及太陽能之發電量能夠達到平衡，令發電本身的使用效率達到最大。

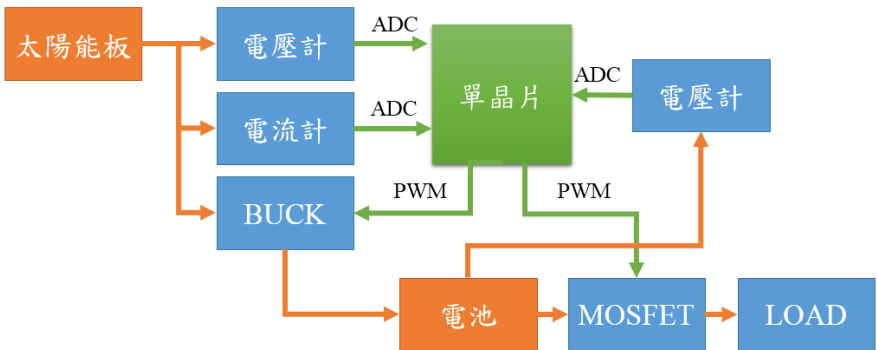
第二，設計追日機構，並使用單晶片來控制兩顆步進馬達使太陽能板能夠面向光源，以達到追日效果，使得太陽能板能夠有穩定的發電功能。

MPPT (Maximum Power Point Traking，最大功率追蹤) 主要的原理為先檢測主電路電壓以及輸出電流，然後計算出太陽能板的輸出功率，再利用程式來比較兩者之間的大小，最後實現對最大功率點的追蹤，基本原理如下圖所示。



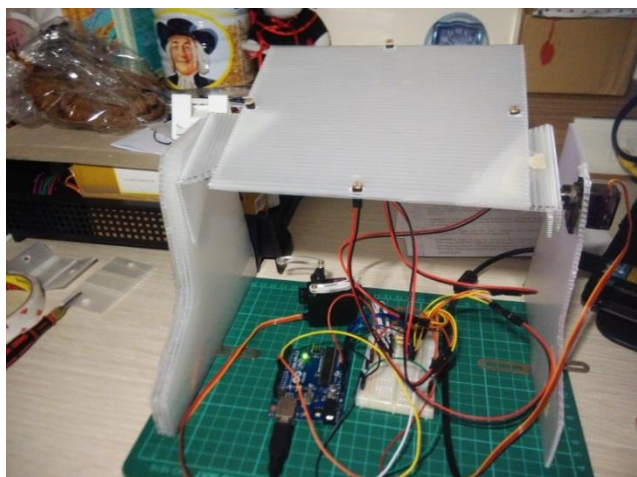
圖二、MPPT 邏輯原理圖

在實作上面，輸出電壓基本穩定的情況下，藉由通過改變 MOSFET 的佔空比(Duty Cycle)，來改變通過電阻的平均電流，因此產生了電流的擾動。同時也會影響太陽能板的輸出電流、電壓，通過測量此時的變化，以決定下一周期的擾動方向。如果擾動方向正確時，太陽能光能板輸出功率增加，下週期繼續朝同一方向擾動，反之，朝反方向擾動，如此反覆，使太陽能光電板輸出達最大功率點，電路設計如下圖所示。



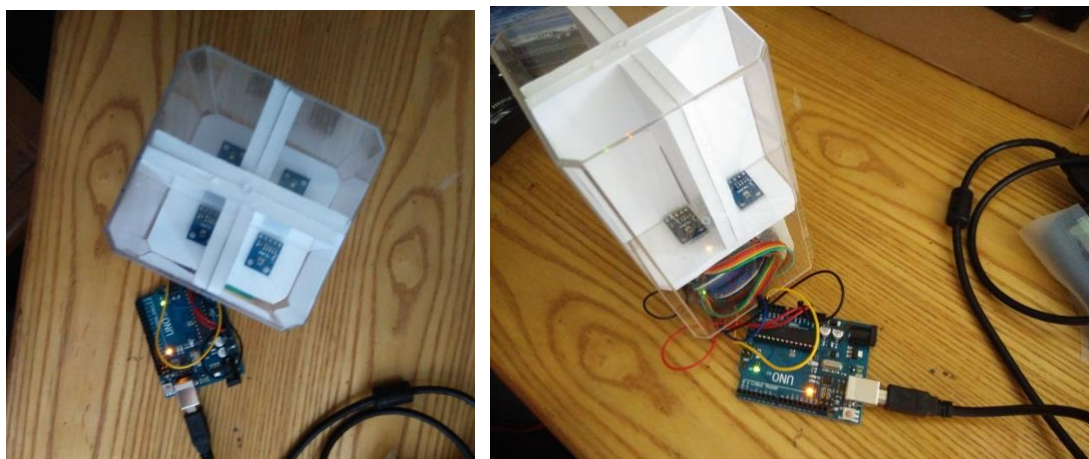
橘線:電流方向
綠線:控制訊號方向

圖三、MPPT 控制器電路流程圖



圖四、雙軸追日系統（構想設計）

上圖為期初製作的概念雙軸追日系統，以 Arduino UNO 為控制核心，搭配兩顆伺服馬達分別控制 X 方向（橫向）和 Y 方向（垂直）的轉動，感測器是利用四顆光敏電阻。運作原理是分別比較左右兩顆（決定 X 方向轉動）和上下兩顆（決定 Y 方向轉動）測得的值，馬達會根據所測的值向高值的方向轉動，知道個方向兩顆的值平衡為止（threshold 值範圍設為 100）。經過測試後發現利用光敏電阻的設計不夠靈敏，所以改用 TSL2561 光源感測器。



圖五，六、Arduino UNO 控制板與光源感測器（感測器之間有隔板）

上圖（圖五，圖六）為利用四顆 TSL2561 光源感測器設計的追日系統感測裝置，利用一個透明亞克力盒罩住因為一塊 Arduino 開發板只有一個 i2c 通訊界面口，無法同時連接四顆光源感測器測值，所以搭配了一顆 TCA9458 作為交換器，連續讀取四顆光源感測器的值然後回傳到 Arduino 控制器。方向判別的方法和之前設計的一樣，會向高值的地方移動直到各方向感測值（X，Y 方向）的兩值達到平衡。Arduino 經過計算後，把方向訊號傳送到 Arduino 以控制步進馬達的運動。

圖七中的減速步進馬達將分別帶動 x 軸和 y 軸雙軸追日機構的轉動，減速機也有自鎖的功能，藉此能夠讓太陽能板能夠與太陽光源保持垂直，確保發電量維持在最高。馬達將會依據 Arduino 控制包接收到光源感測器的諮詢後，加以比較和處理，再傳送馬達訊號到步進馬達來配合轉動。



圖七、搭配減速機的步進馬達

整體設計而言，最後此系統將能夠在無需額外電源的情況下，利用太能板所產生的電力驅動整個系統，同時也可以為 12V 的電瓶進行充電，最後發展成為一個自給自足的太陽能發電系統。

四，結果與討論

以現有的技術而言，是能夠完成此作品。追日系統的機構成本約估計 4000 台幣，太陽能板約 3500 台幣，控制器成本約 500 台幣，估計整體追日系統的設計成本約為 9000 台幣。量產的可能性不大，因為畢竟考慮成本回收問題可能要花上好幾年。未來的應用潛能是可以發展成為大型的太陽能並聯發電網，相較單一太陽能板能較為節省成本。

五，致謝

在此向對指導老師，彭昭暉教授，指導學長，謝秉叡學長和其他自動控制實驗室的學長姐們在專題製作上的提供的意見和技術上的指導幫助。也要感謝系辦提供了這次學習專題製作的機會。同時也謝謝三信企業的溫安宏先生幫忙製作特別設計的機構零件。

六，參考文獻

1. “Are Solar Panel Tracking Systems Really Necessary?”
<http://energyinformative.org/solar-panel-tracking-systems>
2. Dhanabal, 2013. “Comparison of Efficiencies of Solar Tracker systems with static panel Single Axis Tracking System and Dual-Axis Tracking System with Fixed Mount”.
Dhanabal.R1, Bharathi.V2, Ranjitha.R3 , Ponni.A4, Deepthi.S5 , Mageshkannan.P6,
1Professor,VLSI Division, SENSE, VIT UNIVERSITY, Vellore-632014,TN,India., 2
GGR college of engineering, Tamilnadu, India ., 3,4,5Electronics and Communications
Engineering, SENSE, VIT UNIVERSITY, Vellore-632014,TN,India., 6SRM
University,Chennai,Tamilnadu,India.,Vol 5 No 2 Apr-May 2013, International Journal of
Engineering and Technology (IJET), ISSN : 0975-4024