

任務型無人機之混合電能控制器設計與電力整合

Design of Hybrid-Electrical Energy Controller and Integration of Electricity for Task-Oriented Unmanned Aerial Vehicles

洪翊軒^{1*}、陳瑄易²、吳建勳³、李鎧麟⁴、張軒墉⁴、楊博丞⁵、張日陽⁶、葉信典⁶

¹ 國立臺灣師範大學 工業教育學系 特聘教授

² 國立臺灣師範大學 電機工程學系 副教授

³ 國立虎尾科技大學 車輛工程學系 助理教授

⁴ 國立臺灣師範大學 工業教育學系

⁵ 國立臺灣師範大學 電機工程學系

⁶ 工研院機械所 先進馬達技術部

摘要：目前市場上販售之無人機機身輕盈且飛行時間短，多用於拍照及攝影，其電力以使用鋰電池為主。此次與工研院機械所合作發展之無人機，可供用於探勘、噴灑農藥等需長時間執行任務之飛行，因此選用鋰電池及引擎發電機進行複合電能輸出。而為了充分發揮複合式電能之最佳效益，本研究發展規則庫控制與模糊控制兩種方法，能依照目前無人機飛行狀態決定複合電能輸出比。控制器以數位訊號處理器實現而成，搭配電壓與電流感測電路能進行異常運轉監控。搭配次系統與系統整合測試，完成無人機之混合電能控制與電力系統發展。

Abstract : The commercial unmanned aerial vehicles (UAVs) have characterization of light-weight and low operating time. They are mostly used for photography and filming, and their main power source is lithium battery. The purpose of this project cooperated with ITRI's Mechanical and Mechatronics Systems Research Laboratories was to develop an UAV for exploration and spraying pesticides, which requires long-duration flying ability. As a result, lithium battery and gasoline engine with integrated starter generator were used to build a hybrid power system. In order to achieve high-efficiency usage of two power sources, rule-base and fuzzy control strategies were developed in this project. Based on the real-time states of the UAV, the proposed control strategies are able to derive the power split ratio for the two power sources. The controller was implemented through digital signal processor. By the integration of the voltage and current sensing circuits, various sub-systems and main system, the developments of the hybrid power system and controller were complemented for the UAV in this project.

關鍵詞：無人飛行載具、能量管理、微處理晶片、複合式電力源

Keywords : Unmanned aerial vehicles, Energy management, Digital signal processor, Hybrid power

前言

為了因應全球節能減碳目標，推動電動化以提升交通運輸能源使用效率與降低排放已成國際重要趨勢。目前綠色能源已廣泛應用於先進交通系統、充電站、不斷電系統與飛行載具等應用。其中，鋰電池和超電容是可以優先考慮的選項，例如應用於工業用途 [1,2]。而考慮輸出性能，如功率密度、能量密度、瞬態行為和穩定性，有關複合電能系統之類似架構已經用於電動車輛 [3,4]。根據以往的研究中，以複合能源 / 電力系統進行優化，主要是以延長續航力、節約能源、提升效率與降低成本為目標，進而達到較高整體效能與整體系統動力。因此，能量管理策略和電能 / 動力系統的設計為兩個主要考慮因素。為了獲得最佳能源管理策略，規則庫 (Rule-based) 控制方式已廣泛應用於複合動力系統 [5]，此種工程直覺化設計之特點為容易實現、高計算效率和可快速實驗驗證，但不適用於一個複雜或高度非線性之系統。為了處理這樣的問題以及增強強健性，針對系統的不確定性，模糊邏輯控制 (Fuzzy Logic Control) 適合各種類型的複合動力系統 [6,7]。然而，對於具有許多控制變數的系統，可能會需要大量的邏輯規則。而為了克服規則庫控制所衍生定量分析較差的缺點，未來可應用等效油耗最小策略 (Equivalent Consumption Minimization Strategies, ECMS)，主要目的為在全域範圍內尋找最好控制 (電能 / 動力) 來源 [8,9]，利用系統模擬結果呈現多維查表形式，再透過程式編碼直接下

載到控制單元。

本研究所發展之商用無人機 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) 高功率複合電能模組系統如圖 1 所示，其中無人機控制單元 (UAV Control Unit, UAVCU) 為主要混合電能控制器。引擎主要提供後端一體式啟動發電機 (Integrated Starter Generator, ISG) 電力來源，透過交流 / 直流轉換器，可提供直流電力給後端無人機多旋翼馬達。此外，另一電力來源為一組鋰電池，可合併引擎 / 發電模組輸出混合電能。而 UAVCU 可依照馬達動力需求，控制引擎油門以及相關電子系統，以達能源使用最佳化之目標。

複合式電能無人機軟體設計

本研究以 Texas Instruments 之 DSP TMS320F28335 做為 UAVCU。而為了方便且快速的開發此 DSP 程式，本研究以 Matlab/Simulink 軟體進行主要程式撰寫，並搭配 Stateflow 開發各種條件判斷模式。

為了確保無人機之運轉安全，在程式模擬方面共進行三次於不同環境下的模擬測試，第一次為當程式撰寫完畢後，利用 Matlab/Simulink 內建模擬系統進行模擬，確認基本參數是否有設定正確。第二次為利用 Terasoft 公司所研發之快速雛型控制器 Microbox 進行硬體迴路 (Hardware-In-the-Loop, HIL) 模擬測試，主要為測試當程式燒入至控制硬體後，是否會有錯誤發生。第三次才是將撰寫好之控制策略燒入至微處理晶片中進行測試

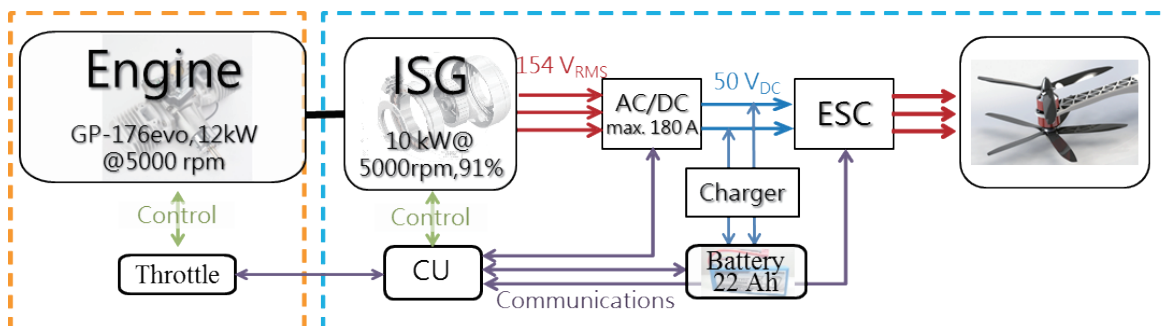


圖 1 商用無人機高功率複合能量模組系統架構圖

更完整的內容

詳見【機械工業雜誌】422 期・107 年 5 月號

機械工業雜誌・每期 220 元・一年 12 期 2200 元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌・官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌・信箱：jmi@itri.org.tw