

Study of a New Parallel Hybrid Electric Power System

蘇鴻毅、黃國修

E-mail: 9500999@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This research has used a new parallel hybrid electric system, which is characterized by one mechanism: dual energy integration and distribution mechanism, any power source can be individually actuated by electric motor and internal combustion engine. Moreover, a one-way clutch can prevent the actuated power source from reversion, so electric motor output power source will not be affected by another inactive power. Also, two input power sources can be integrated into a bigger power source via dual energy integration and distribution mechanism, thus resulting in twice the output energy and obtaining necessary tractive power. And use ECVT (Electronic Continuously Variable Transmission) transmission, with utilize the electronic controlled way to adjust and control the motor to maintain the internal combustion engine in an optimum state under various operating conditions. Dynamic equations of various system components can be established by modularized software Matlab/simulink, and fuzzy logic is used to control and develop this system 's dual energy integration and distribution mechanism as a control strategy. From the results of system simulation, the controller of dual energy integration and distribution mechanism, can maintain an optimum state of the internal combustion engine under various operating conditions. Thus that can provides the engineers a better reference to reduce designing errors and shorten the designing schedule, which could reduce the HEV cost and increase the design and commercial competitive ability of HEV vehicle.

Keywords : parallel hybrid electric system ; dual energy integration and distribution mechanism ; optimum state

Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 v 誌謝 vi 目錄 vii 圖目錄 ix 表目錄 xii 符號說明 xiii 第一章 緒論 1 1.1 前言 1 1.1.1 串聯式混合動力系統 3 1.1.2 單軸型並聯式混合動力系統 5 1.1.3 雙軸型並聯式混合動力系統 6 1.1.4 串並聯複合式混合動力系統 7 1.2 文獻回顧 8 1.2.1 HONDA IMA SYSTEM 11 1.2.2 THS 13 1.3 研究目標 16 第二章 研究方法與系統架構探討 19 2.1 新型並聯式混合電動動力系統架構 20 2.2 新型並聯式混合電動動力系統運作模式 22 第三章 系統建模 26 3.1 新型並聯式混合電動動力系統動態方程推導 26 3.2 新型並聯式混合電動動力系統理論模型建立 36 3.2.1 行駛型態模組 37 3.2.2 行駛阻力模組 38 3.2.3 輪胎模組 40 3.2.4 ECVT無段變速傳動模組 41 3.2.5 動力整合分配機構模組 41 3.2.6 動力整合分配機構控制模組 42 3.2.7 電動馬達/發電機模組 50 3.2.8 內燃機模組 51 第四章 模擬結果與討論 52 4.1 行車動態分析 53 第五章 結論與建議 63 5.1 結論 63 5.2 未來展望 64 參考文獻 65 附錄A 模糊邏輯控制規則庫 69 附錄B 電動馬達性能特性 75 附錄C 內燃機動力計 77 C.1 動力計實驗平台 77 C.2 實驗數據 78 圖目錄 圖1.1 串聯式混合動力系統 4 圖1.2 單軸並聯式混合動力系統 5 圖1.3 雙軸並聯式混合動力系統 6 圖1.4 串並聯複合式混合動力系統 7 圖1.5 IMA系統配置圖 12 圖1.6 HONDA IMA SYSTEM 作動圖 13 圖1.7 THS系統配置圖 14 圖1.8 TOYOTA THS 作動圖 16 圖2.1 研究方法流程圖 19 圖2.2 新型並聯式混合電動動力系統架構圖 20 圖2.3 馬達動力輸出模式 23 圖2.4 內燃機動力輸出模式 24 圖2.5 雙動力輸出模式 24 圖2.6 電池回充模式 25 圖3.1 新型並聯式混合電動動力系統簡略示意圖 26 圖3.2 動力整合分配機構轉速示意圖 29 圖3.3 動力整合分配機構各斜齒輪自由體圖 33 圖3.4 新型並聯式混合電動動力系統模組圖 37 圖3.5 行駛型態模組圖 38 圖3.6 行駛阻力模組圖 40 圖3.7 輪胎模組圖 40 圖3.8 ECVT無段變速傳動模組圖 41 圖3.9 動力整合分配機構模組圖 42 圖3.10 模糊邏輯規則控制器 43 圖3.11 動力輸出軸之扭力歸屬函數圖 43 圖3.12 動力輸出軸之轉速歸屬函數圖 44 圖3.13 電瓶殘電量歸屬函數圖 45 圖3.14 內燃機分配比歸屬函數圖 46 圖3.15 電動馬達分配比歸屬函數圖 47 圖3.16 動力輸出軸扭力對應轉速輸出內燃機分配模式圖 49 圖3.17 動力輸出軸扭力對應轉速輸出電動馬達分配模式圖 49 圖3.18 伺服馬達扭力性能圖 50 圖3.19 電動馬達模組圖 50 圖3.20 DINK 150c.c.內燃機制動比燃油消耗率圖 51 圖4.1 歐盟規範ECE40市區與郊區高速行車型態 53 圖4.2 車輛牽引力圖 54 圖4.3 輪胎扭力圖 56 圖4.4 動力輸出軸扭力圖 57 圖4.5 內燃機端、電動馬達端及發電機扭力圖 57 圖4.6 動力輸出軸轉速圖 60 圖4.7 內燃機端、電動馬達端及發電機轉速圖 60 圖4.8 ECVT減速比圖 62 圖B.1 馬達電流性能圖 75 圖B.2 馬達輸入與輸出功性能圖 76 圖B.3 馬達效率圖 76 圖C.1 機車內燃機動力計實驗平台圖 77 圖C.2 內燃機馬力測試圖 78 圖C.3 內燃機扭力測試圖 79 圖C.4 內燃機BSFC測試圖 79 圖C.5 內燃機CO測試圖 80 圖C.6 內燃機HC測試圖 80 表目錄 表3.1 動力整合分配機構各齒輪間轉速運動關係 29 表4.1 模擬參數設定 52 表C.1 內燃機動力計實驗儀器規格表 78

REFERENCES

- [1] 鄭勝文, “ 電動車輛專輯 ”, 機械月刊, 第二十五卷第八期, 1999 年。
- [2] 機械月刊編輯部, “ 電動車技術之現況與未來 ”, 機械月刊, 第二十五卷第八期, 1999年。
- [3] 解潘祥, “ 複合電動車輛動力系統介紹 ”, 機械工業雜誌, 2001年。
- [4] 蔡聖豐, 吳浴沂和解潘祥, “ 複合電動車輛技術介紹 ”, 機械工業雜誌, pp. 161-171, 1998, 1998年。
- [5] 林振江, 施保重 編著, “ 混合動力車之理論與實際 ”, ISBN 957-21-3511-2, 全華科技圖書股份有限公司, 2002年。
- [6] W. S. Worley, “ Designing Adjustable-Speed V-Belt Drives Farm Implements, ” SAE Transactions, pp. 321-333, 1955.
- [7] 陳財富, “ 高效率皮帶式無段變速器之改良設計 ”, 清華大學博士論文, 1998年。
- [8] 遊恭豪, “ 電動機車動力系統之電腦模擬與參數設計 ”, 台灣大學碩士論文, 1999年。
- [9] 林秋豐、曾全佑, “ 機車無段變速箱系統動態模型之建立 ”, 國立屏東科技大學車輛工程, 2002年。
- [10] 吳裕虎, “ 無段變速機車自動駕駛系統之設計與控制 ”, 臺北科技大學碩士論文, 2003年。
- [11] L. Chu, Y. Li and Q. Wang, “ Study on the Parametric Optimization for Parallel Hybrid Electric Vehicle Power Train, ” SAE Paper No.2000-01-3109, 2000.
- [12] P. Bowles et. al., “ Energy Management in Paralled Hybrid Electric Vehicle with a Continuously Variable Transmission, ” American Control Conference, PP. 55 -59, 2000.
- [13] H. Xiaoling and J. W. Hodgson, “ Modeling and Simulation for Hybrid Electric Vehicles. I. Modeling, Intelligent Transportation Systems, ” IEEE Transactions on , Vol.3, Issue.4 , pp.235-243, 2002.
- [14] H. Xiaoling and J. W. Hodgson, “ Modeling and Simulation for Hybrid Electric Vehicles. II. Modeling, Intelligent Transportation Systems, ” IEEE Transactions on , Vol.3, Issue.4 , pp.244-251, 2002.
- [15] M. Salman, N. J. Schouten and N. A. Kheir, “ Control Strategies for Parallel Hybrid Vehicles, ” IEEE , Vol.1, pp. 524-528, 2000.
- [16] N. J. Schouten, M. A. Salman and N. A. Kheir, “ Energy Management Strategies for Parallel Hybrid Vehicles Using Fuzzy Logic, ” Control Engineering Practice, Vol. 11, No. 2, pp.171-177, 2003.
- [17] B. M. Baumann, G. Washington, B. C. Glenn and G. Rizzoni, “ Mechatronic Design and Control of Hybrid Electric Vehicles, ” IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol.5, No. 1, pp. 58-72, 2000.
- [18] K. B. Wipke, M. R. Cuddy and S. D. Burch, “ ADVISOR 2.1: A User-Friendly Advanced Powertrain Simulation Using a Combined Backward/Forward Approach, ” IEEE Transactions On Vehicular Technology, Vol.48, No.6, pp.1751-1761, 1999.
- [19] I. Husain and M. S. Islam, “ Design, Modeling and Simulation of an Electric Vehicle System, ” SAE Paper No.1999-01-1149, 1999.
- [20] M. Panagiotidis, G. Delagrammatikas and D. Assanis, “ Development and Use of a Regenerative Braking Model for a Parallel Hybrid Electric Vehicle, ” SAE Paper No.2000-01-0995, 2000.
- [21] B. Glenn, G. Washington and G. Rizzoni, “ Operation and Control Strategies for Hybrid Electric Automobiles, ” SAE Paper No.2000-01-1537, 2000.
- [22] T. Markel and K. Wipke, “ Modeling Grid-Connected Hybrid Electric Vehicles Using ADVISOR, ” IEEE Applications and Advances, The Sixteenth Annual Battery Conference on, pp.23-29, 2001.
- [23] N. J. Schouten, M. A. Salman and N. A. Kheir, “ Fuzzy Logic Control for Parallel Hybrid Vehicles, ” Control Systems Technology, IEEE Transactions, pp.460-468, 2000.
- [24] M. Salman, et. al., “ Control Strategies for Parallel Hybrid Vehicles, ” American Control Conference, pp.524-528, 2000.
- [25] H. D. Lee and S. K. Sul, “ Fuzzy-Logic-Based Torque Control Strategy for Parallel-Type Hybrid Electric Vehicle, ” Industrial Electronics, IEEE Transactions, pp.625-633, 2000.
- [26] R. Pusca, Y. Ait-Amirat, A. Berthon and J.-M. Kauffmann, “ Fuzzy-Logic-Based Control Applied to a Hybrid Electric Vehicle with Four Separate Wheel Drives, ” Control Theory and Applications, Vol. 151, No. 1, pp. 73-81, 2004.
- [27] K. Aoki, Shigetaka, S. Kajiwara, H. Sato and Y. Yamamoto, “ Development of Integrated Motor Assist Hybrid System: Development of the ‘ Insight ’, a Personal Hybrid Coupe, ” SAE Paper No.2000-01-2216, 2000.
- [28] D. Hermance and S. Sasaki, “ Hybrid Electric Vehicles Take to the Streets, ” IEEE Spectrum on , Vol.35, pp.48-52, 1998.
- [29] A. Nagasaka, M. Nada, H. Hamada, S. Hiramatsu and Y. Kikuchi, “ Development of the Hybrid/Battery ECU for the Toyota Hybrid System, ” SAE Paper 981122, 1998.
- [30] 陳加昌, “ 並聯式混合電動動力系統之研究 ”, 大葉大學碩士論文, 2004年。
- [31] 陳德楨, 謝為 譯著, “ 機動學 ”, ISBN 0-07-113493-X, 高立圖書有限公司, pp.327-354, 1994年。
- [32] CNS中國國家標準, “ 機器腳踏車燃料消耗量試驗法 ”, 經濟部標準檢局印行, 1970年。
- [33] P. Setlur, J. R. Wanger, D. M. Dawson and B. Samuels, “ Nonlinear Control of a Continuously Variable Transmission (CVT), ” Control Systems Technology, pp.101-108, 2003.