

Simulation and Analysis of Hydrogen Controller of Fuel Cell Electric Motorcycle Energy Management System

李焜賢、張一屏

E-mail: 9606906@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This research is proposed to study the hydrogen fuel cell motorcycle power variation control method by controlling the pressure solenoid valve to regulate hydrogen flow rate so that fuel cell output power demand can be achieved. The fuel cell laboratory test bench usually controls the hydrogen flow rate by flow control solenoid valves with fixed pressure difference, while observe the fuel cell voltage drop under different load current conditions. In real driving conditions, fuel cell motorcycle power demand varied depends on different road conditions. In order to maintain the fuel cell working voltage, the hydrogen pressure and hydrogen flow must change accordingly to supply the fuel cell required power. This research established the fuel cell powertrain dynamic simulation program for each component module and under Hardware in the Loop, (HIL) environment to simulate the driving power demand and the corresponding hydrogen flow rate requirements. Microcontroller MC68376 from Motorola was used to control the hydrogen flow rate by Pulse Width Modulation, (PWM) signal to change signal frequency and duty cycle to control the pressure solenoid valve On-Off, under fixed supply pressure. Solenoid Pressure valve dynamic model were established by system identification method from the experiment data which uses input voltage of solenoid valve and flow sensor measured flow rate data. The flow controller was designed to meet the needed hydrogen demand corresponding to the power variation. Because the flow control solenoid valve is more expensive than the pressure control valve, this study proved that with proper design controller incorporated with pressure valve to control the hydrogen flow rate can reduce the fuel cell motorcycle system cost. Fuel cell motorcycle powertrain simulation under HIL environment can provide information for controller parameter effects evaluation which can reduce the trial-and-error and research and development time.

Keywords : Hydrogen Fuel Cell Motorcycle Power Control ; Pulse Width Modulation Hydrogen Flow Controller ; Fuel Cell Motorcycle HIL Simulation

Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 博碩士論文電子檔案上網授權書.....	iii	博碩士論文授權書.....	iv
中文摘要.....	v	英文摘要.....	vi
誌謝.....	viii	目錄.....	ix
圖目錄.....	xii	表目錄.....	xix
符號說明.....	xx	第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1	1.2 文獻回顧.....	3
1.2.1 燃料電池發展及應用相關文獻.....	3	1.2.2 燃料電池種類及氫氣消耗量相關文獻.....	5
1.2.3 燃料電動機車研究發展之相關文獻.....	9	1.2.4 氣壓及氫氣相關文獻.....	13
1.2.5 系統識別相關文獻.....	15	1.2.6 PID控制原理相關文獻.....	16
1.2.7 硬體迴路應用相關文獻.....	16	1.3 研究動機.....	18
1.4 研究目的與本文架構.....	19	第二章 研究方法.....	20
2.1 燃料電池氫氣消耗量模組建立.....	22	2.2 燃料電動機車之動態及氫氣消耗量模組建立.....	26
2.3 實驗設備配置.....	27	2.3.1 實驗設備.....	29
2.3.2 實驗步驟.....	35	2.3.3 實驗資料擷取方法.....	36
2.3.4 PWM脈寬調變訊號產生方法.....	37	2.4 系統識別之原理.....	42
2.4.1 系統輸入與輸出資料關係.....	43	2.5 各種識別法之比較.....	49
2.5.1 自動回歸模型(ARX)法之比較.....	50	2.5.2 自動回歸滑動平均模型(ARMAX)法之比較.....	56
2.5.3 Box-Jenkins(BJ)法之比較.....	63	2.5.4 輸出誤差法(OE)法之比較.....	70
第三章 壓力電磁閥控制器之設計.....	78	3.1 壓力電磁閥轉移函數之建立.....	78
3.1 壓力電磁閥轉移函數之決定.....	81	3.3 壓力電磁閥轉移函數之驗證.....	85
3.4 氫氣壓力電磁閥控制器之參數設定.....	91	3.5 氫氣壓力電磁閥控制器最佳化參數之模型驗證.....	95
第四章 模擬與實驗結果與討論.....	98	4.1 燃料電動機車動態模組之輸出響應.....	99
4.2 輸入不同測試訊號之模擬環境.....	104	4.3 輸入不同測試訊號之RTW測試環境.....	112
4.4 輸入不同測試訊號模擬及實驗資料.....	120	4.4.1 輸入Case 1測試訊號模擬及實驗流量總數及平均累計誤差.....	120
4.5.2 輸入Case 2測試訊號模擬及實驗流量總數及平均累計誤差.....	122	4.5.3 輸入Case3測試訊號模擬及實驗流量總數及平均累計誤差.....	124
4.5.4 輸入Case4測試訊號模擬及實驗流量總數及平均累計誤差.....	126	4.6 輸入不同測試訊號PI控制器模擬與實驗響應.....	128
4.7 燃料電池機車氫氣控制器之設計.....	131	4.8 燃料電池機車氫氣控制器之模擬及實驗測試環境..	133
第五章 結論與建			

REFERENCES

- [1] 黃鎮江, “燃料電池”, 全華科技圖書股份有限公司, pp.1-3-1-6, 民國九十二年十一月。
- [2] 陳亮光、陳穎平, “質子交換膜燃料電池系統之模型與分析”, 國立台灣科技大學機械工程系碩士論文, 民國九十三年。
- [3] 張一屏, “串聯式燃料電池機車動態模擬與分析”, 2003燃料電池研討會, 民國九十二年。
- [4] 蔡武田, “質子交換膜燃料電池之非線性電路分析與控制”, 國立中興大學電機工程系碩士論文, 民國九十三年。
- [5] 林博熙, “燃料電池電動機車即時模擬與控制”, 國立清華大學動力機械工程學系碩士論文, 民國九十一年。
- [6] 黃仁智、勒方奇, “燃料電池應用於氣渦輪機之汽電共生系統評估”, 國立中山大學機械工程系碩士論文, 民國八十八年。
- [7] 王璽鈞、林修正, “燃料電池:新世紀能源”, 滄海書局, pp.9-1~9-22, 民國九十三年二月。
- [8] 章文堯, “混合動力車輛反向性能模擬與分析”, 大葉大學車輛工程系碩士論文, 民國九十四年。
- [9] 黃鎮江, “燃料電池”, 全華科技圖書股份有限公司, pp.9-6~9-8, 民國九十二年二月。
- [10] 徐德強, “不同流道設計對燃料電池陽極面氫氣消耗量的影響”, 國立中央大學機械工程碩士論文, 民國九十五年。
- [11] K. S. Kwi and B. S. Oh, “Fuel Economy and Life-Cycle Cost Analysis of a Fuel Cell Hybrid Vehicle,” *Journal of Power Sources* 105, pp.58-65, 2002.
- [12] 左峻德, “燃料電池電動機車使用環境與法規標準研究計畫”, 期末報告初稿, pp. 8 – 9, 民國九十年十一月。
- [13] 李耿昌, “燃料電池車輛現況及發展”, ARTC車輛測試中心測試二課, 民國九十四年。
- [14] C.Tso.S-Y.Chang, *International Journal of Hydrogen Energy* 28, pp757-762, 2003.
- [15] 左峻德, “燃料電池電動機車使用環境與法規標準研究計畫”, 期末報告初稿, pp. 11 -12, 民國九十年十一月。
- [16] 金重勳, “台灣氫氣系統建立”, 清潔能源車輛宣導會, 民國九十年。
- [17] 張佳祺, “超高電容器在蓄電池及燃料電池電動機車混成能源系統上的應用”, 輔仁大學電子工程學系碩士論文, 民國九十二年。
- [18] 林昆民, “電動機車整體性能之電腦輔助設計模擬分析”, 國立清華大學動力機械工程學系碩士論文, 民國八十九年。
- [19] 遊恭豪, “電動機車動力系統之電腦模擬與參數設計”, 國立台灣大學機械工程碩士論文, 民國八十八年。
- [20] 汪志豪, “燃料電池車之性能分析與動力匹配”, 大葉大學機械工程系碩士論文, 民國九十四年。
- [21] 鄭錫聰, “熱壓縮儲氫壓縮機系統發展現況介紹”, 金屬儲氫應用技術研討會, pp.5-1, 民國九十四年十二月。
- [22] 林怡均, “熱壓縮儲氫材料特性研究”, 金屬儲氫應用技術研討會, pp6-1, 民國九十四年十二月。
- [23] 杜光宗, “氣壓回路入門”, 建宏出版社, 民國八十年三月。
- [24] 林源琮, “壓力監控系統之設計”, 元智大學機械工程系, 專題論文, 民國九十二年。
- [25] 黃俊逸, “引擎多輸入輸出系統識別之研究”, 大葉大學車輛工程系碩士論文, 民國九十三年。
- [26] 韓曾晉, “適應性控制系統”, 科技圖書有限公司, 民國九十二年。
- [27] 趙清風, “控制之系統識別”, 全華科技有限股份公司, pp.1, 民國九十年二月。
- [28] 張光福, “線性永磁同步馬達之非線性系統識別與強健控制器設計”, 國防大學中正理工學院電子工程碩士論文, 民國九十二年。
- [29] 李宜達, “控制系統設計與模擬”, 全華科技股份有限公司, 民國九十二年。
- [30] 江炫奮, “PID 控制器參數調整方式之研究”, 國立高雄應用科技大學電機工程系碩士論文, 民國九十四年。
- [31] A. Sorniotti, “Hardware in the Loop for Braking Systems with Anti-lock Braking System and Electronic Stability Program”, 2004 SAE Automotive Dynamics, Stability & Controls Conference, 2004.
- [32] 陳宏林, “燃料電池機車模糊控制器之硬體迴路模擬設計”, 大葉大學車輛工程系碩士論文, 民國九十四年。
- [33] M. J. Blomen, and M. N. Mugerwa, “Fuel Cell Systems,” Plenum Press, New York, 1993.
- [34] M. T. Iqbal, “Simulation of A Small Wind Fuel Cell Hybrid Energy System,” *Renewable Energy*, pp.511-522, April, 2003.
- [35] 翁芳博, “元智大學第一次燃料電池研習會”, 2000。
- [36] http://www.terasoft.com.tw/products/tera/tera_sol.asp#MC6837