

# Implementation of Combination Fuel Cell and High Efficiency Power Conversion Technique

胡晉國、曾國境；陳昭翰

E-mail: 9708119@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

This paper proposes the hybrid power of fuel cell electric vehicle. The major technique of this research that uses high efficiency power converter as the front-end fuel cell's constant voltage installment, besides the utilization of coupled inductor technology in the battery charging. When the power load has not surpassed the fuel cell specified output, the fuel cell needs to provide the energy actuation motor in the battery charge at the same time. When power load surpassing the fuel cell specified output or the insufficiency of hydrogen fuel, the fuel cell module will stop the supplying energy to the load. At the moment, the fuel cell will temporarily provide the power supply with load by using battery. This research uses the dsPIC microprocessor reading the internal module 's signal condition of fuel cell. It will read the voltage, the electric current, the battery temperature, the gas pressure with demonstration by the RS-232 transmission interface on the LCD monitor, let the driver be able to control the power supply system condition immediately. It is confirmed by the experiment realized the fuel cell electric vehicle, its fuel cell output voltage under the changeable condition. All can achieve the stable output to provide with the load result.

Keywords : Novel high-efficiency power converter ; coupled inductor technology ; fuel cell electric vehicle

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書 . . . . .	iii	中文摘要 . . . . .	iii
. . . . . iv	ABSTRACT . . . . .	v	誌謝 . . . . .
. . . . . vi	目錄 . . . . .	vii	圖目錄 . . . . .
. . . . . x	表目錄 . . . . .	xiii	第一章 緒論 . . . . .
. . . . . 1	1.1 前言 . . . . .	1	1.2 研究動機與方向 . . . . .
. . . . . 2	1.3 論文大綱 . . . . .	2	第二章 燃料電池特性介紹 . . . . .
. . . . . 4	2.1 燃料電池的發展 . . . . .	4	2.2 燃料電池的工作原理 . . . . .
. . . . . 5	2.2.1 燃料電池極化反應分析 . . . . .	8	2.3 燃料電池的種類及應用 . . . . .
. . . . . 10	2.4 質子交換膜燃料電池 . . . . .	12	第三章 軟、硬體架構介紹及分析 . . . . .
. . . . . 15	3.1 直流轉換器 . . . . .	15	3.1.1 昇壓式轉換器架構介紹與分析 . . . . .
. . . . . 15	3.1.2 新型架構昇壓/返馳式轉換器架構介紹 . . . . .	20	3.2 直流無刷馬達種類與控制原理 . . . . .
. . . . . 25	3.2.1 直流無刷馬達介紹 . . . . .	25	3.2.2 直流無刷馬達的特徵 . . . . .
. . . . . 25	3.2.2 直流無刷馬達的特徵 . . . . .	28	3.2.3 馬達驅動方式 . . . . .
. . . . . 29	3.3 單晶片介紹 . . . . .	34	3.4 燃料電池通訊架構說明 . . . . .
. . . . . 36	3.5 軟體設計流程 . . . . .	38	第四章 系統架構設計與分析 . . . . .
. . . . . 41	4.1 系統之基本架構 . . . . .	41	4.2 燃料電池供電模組 . . . . .
. . . . . 42	4.3 電力轉換架構介紹 . . . . .	42	4.3.1 電力轉換器動作分析 . . . . .
. . . . . 43	4.3.2 轉換器硬體設計 . . . . .	47	4.3.3 功率開關驅動電路 . . . . .
. . . . . 52	4.4 馬達驅動模組 . . . . .	53	4.4.1 直流無刷馬達驅動架構 . . . . .
. . . . . 54	第五章 電路實作與測試結果 . . . . .	57	5.1 硬體電路實測波形 . . . . .
. . . . . 57	5.2 軟體實測狀態 . . . . .	62	5.3 實作系統架構說明 . . . . .
. . . . . 63	第六章 結論與未來展望 . . . . .	66	6.1 結論 . . . . .
. . . . . 66	6.2 未來研究方向 . . . . .	66	6.2 未來研究方向 . . . . .
. . . . . 68	參考文獻 . . . . .	66	參考文獻 . . . . .

## REFERENCES

- [1] 莊嘉琛, 「太陽能工程-太陽電池篇」, 全華科技圖書股份有限公司, 民國86年。
- [2] 衣寶廉, 「燃料電池 - 原理、技術、運用」, 化學工業出版社, 2003年。
- [3] 簡宜雄, 「質子交換膜燃料電池性能之研究」, 華梵大學機電工程學系碩士學位論文, 民國93年1月。
- [4] 旗威科技、勝光科技, 「新能源時代的DEMFC直接甲醇燃料電池原理、應用與實作」, 旗標出版股份有限公司, 民國95年11月。

- [5]陳振源,「未來的綠色能源-燃料電池」,科學發展月刊,第391卷期,第62頁,民國94年7月6號。
- [6]孔憲文、桂敏言、馮玉全,「關於燃料電池發電技術調查研究報告」,東北電力技術,2002年。
- [7]許寧逸、顏溪成,「由碳能朝向氫能的燃料電池」,科學發展期刊,第367期,2003年7月。
- [8]梁智明、蘇信銘、林金亨,「電源轉換器運用於燃料電池之介紹」,機械工業雜誌248期,第130頁,民國92年11月。
- [9]毛宗強等編著,「燃料電池」,化學工業出版社,2005年4月。
- [10]A.J.Appleby,F.R. Foulkes, Fuel Cell Handbook, Van Nostrand Reinhold, New York, Ny, 1989 [11]M. A. Laughton, “ Fuel cells, ” IEE Engineering Science and Education Journal, vol. 11, no.1, pp. 7-16, Feb. 2002.
- [12]A. T-Raissi, A. Banerjee, and K. G. Sheinkopf, “ Current technology of fuel cell systems, ” in Proceedings of the 32nd Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, 1997, vol. 3, pp. 1953-1957.
- [13]Tae-Won Lee, Sung-Ho Kim, Yong-Ho Yoon, Su-Jin Jang, and Chung-Yuen Won, “ A 3 kW fuel cell generation system using the fuel cell simulator, ” in Proceedings of the 2004 IEEE International Symposium on Industrial Electronics, vol. 2, pp. 833-837.
- [14]黃鎮江,「燃料電池」,(修訂版),全華科技圖書股份有限公司,2005年。
- [15]Ballard Power Systems Inc., “ Nexa™ Power Module User ’ s Manual, ” June 16, 2003.
- [16]Sanjaya Maniktala, Switching Power Supply Design & Optimization, New York: McGraw-Hill Companies, 2004.
- [17]Nihal Kularatna, Power Electronics Design Handbook: Low-Power Components and Applications, Burlington, MA: Newnes, 1998.
- [18]K. C. Tseng and T. J. Liang, “ Novel High-Efficiency Step-Up Converter, ” IEE Proceedings - Electric Power Applications, vol. 151, no. 2, pp. 182-190, Mar. 2004.
- [19]T. J. Liang and K. C. Tseng, “ Analysis of Integrated Boost-Flyback Step-Up Converter, ” IEE Proceedings - Electric Power Applications, vol. 152, no. 2, pp. 217-225, Mar. 2005.
- [20]N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics: Converter, Applications, and Design, 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1995.
- [21]林志興,「數位控制型三相不斷電系統之直流-交流功率轉換器之分析及製作」,國立台灣科技大學電機工程系碩士學位論文,民國91年5月。
- [22]K. Thorborg, Power Electronics, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1988.
- [23]T. J. E. Miller, Brushless Permanent-Magnet and Reluctance Motor Drive, Oxford, UK: Oxford Univ. Press, July 1989.
- [24]孫清華,「最新無刷直流馬達」,全華科技圖書股份有限公司,2001年12月。
- [25]Microchip Technology Inc., (2008, February). “ Data Sheet of dsPIC30F4011/4012, ” [Online]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/70135F.pdf>.
- [26]曾百由,「dsPIC數位訊號控制器原理與應用-MPLAB C30開發實務」,宏友圖書開發股份有限公司,2006年10月。