

Design and Implementation of a Photovoltaic System with Maximum Power Point Tracking

王浩任、鍾翼能

E-mail: 9509841@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This thesis presents the method of maximum power point tracking (MPPT) of the photovoltaic at any operating conditions. The photovoltaic works on the maximum power point that makes the load to get high efficiency by the Boost DC/DC converter. First of all, "Perturbation and Observation method" and "Three points weighting method" are compared, and combine the both methods with their advantages. Then, add the determinative program to track photovoltaic's MPPT stably and quickly by voltage and current feedback controller. In the software, the program is written by MPLAB. In the hardware, a microprocessor (Microchip PIC16F877) is chosen in order to reduce hardware components and achieve MPPT purpose.

Keywords : Photovoltaic ; Maximum power point Tracking ; Boost DC/DC Converter

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	
. x 表目錄			
. xiii 第一章 緒論 1.1 研究動機		1.2 研究目的	
. 2 1.3 論文組織與架構		3 第二章 太陽光電池特性介紹 2.1 太陽光電轉換原理	
. 4 2.2 太陽光電池種類		4 2.2.1 單晶矽太陽光電池	
. 6 2.2.2 多晶矽太陽光電池		7 2.2.3 非晶矽太陽光電池	
. 7 2.3 太陽能光電池特性介紹		8 2.4 最大功率點追蹤法介紹	15
2.5 三點權位比較法原理	24	第三章 交換式電源轉換器 3.1 交換式電源轉換器概論	
. 27 3.2 交換式電源轉換器基本架構	28	3.3 非隔離型(Non-Isolation)轉換器	
. 30 3.3.1 降壓型轉換器	31	3.3.2 升壓型轉換器	32
3.3.3 升降壓型轉換器	34	3.4 隔離型(Isolation)直流轉換器	36
. 37 3.4.2 返馳式轉換器	39	3.4.3 推挽式轉換器	
. 41 3.4.4 半橋式轉換器	43	3.4.5 全橋式轉換器	
. 45 第四章 系統設計與軟體規劃 4.1 前言	48	4.2 實體電路製作	
. 48 4.2.1 微處理機及其介面電路	49	4.2.2 太陽能板	
. 50 4.2.3 升降壓型轉換器	52	4.2.4 功率開關驅動電路	
. 54 4.2.5 電壓、電流迴授電路	55	4.3 軟體控制流程	
. 57 4.3.1 最大功率追蹤控制法則切換程式	59	4.3.2 蓄電池充電控制程式	
. 62 第五章 電腦模擬與電路實測結果 5.1 前言	64	5.2 電腦模擬與電路實測結果	
. 65 第六章 結論與未來展望 6.1 結論	75	6.2 未來研究方向	
. 75 參考文獻	77	附錄	
. 80 圖目錄 圖2.1 太陽能電池發電原理示意圖	5	圖2.2 太陽光電池等效電路圖	9
圖2.3(a) 在固定日照強度(1000W/m ²), 不同溫度下, 太陽能板輸出電壓與輸出電流關係曲線圖	13	圖2.3(b) 在固定日照強度(1000W/m ²), 不同溫度下, 太陽能板輸出電壓與輸出功率關係曲線圖	13
圖2.4(a) 在固定溫度(25), 不同日照強度下, 太陽能板輸出電壓與輸出電流關係曲線圖	14	圖2.4(b) 在固定溫度(25), 不同日照強度下, 太陽能板輸出電壓與輸出功率關係曲線圖	14
圖2.5 擾動與觀察法示意圖	17	圖2.6 擾動與觀察法軟體流程圖	18
圖2.7 增量電導法軟體流程圖	19	圖2.8 三點權位比較法最大功率點附近資料型態	21
圖2.9 三點權位比較法其他排列方式	24	圖2.10 三點權位比較法程式流程圖	26
圖3.1 交換式電源轉換器之基本結構圖	29	圖3.2 基本降壓型轉換器(a)	31
圖3.3 基本降壓型轉換器(b)	31	圖3.4 基本升壓型轉換器(a)	33
圖3.5 基本升壓型轉換器(b)			

33	圖3.6 基本升降壓型轉換器(a)	34	圖3.7 基本升降壓型轉換器(b)
34	圖3.8 隔離型交換式電源轉換器之基本結構圖	36	圖3.9 順向式直流轉換器
37	圖3.10 返馳式直流轉換器	39	圖3.11 推挽式直流轉換器
41	圖3.12 半橋式直流轉換器	43	圖3.13 全橋式直流轉換器
45	圖4.1 系統架構方塊圖	48	圖4.2 微處理機之介面電路規劃圖
50	圖4.3 SM55太陽能板在固定日照強度(1000W/m ²), 不同溫度下, 輸出電壓與輸出電流關係曲線圖	51	圖4.4 SM55太陽能板在固定溫度(25 °C), 不同日照強度下, 輸出電壓與輸出電流關係曲線圖
52	圖4.5 功率開關驅動電路	55	圖4.6 電壓迴授電路
56	圖4.7 電流迴授電路	56	圖4.8 系統之主程式流程圖
58	圖4.9 系統控制法則切換示意圖	59	圖4.10 系統控制法則切換程式流程圖
61	圖4.11 定電壓充電之電氣特性	62	圖4.12 定電壓充電控制軟體流程圖
63	圖5.1 太陽能最大功率追蹤能量轉換器之實體圖	64	圖5.2 功率開關S之V _{ds} 、V _{gs} 電壓
66	圖5.3 電感電流I _L 與功率開關S之V _{gs} 電壓	67	圖5.4 電感電流I _L 與功率開關S之V _{ds} 電壓
68	圖5.5 二極體電流I _D 與功率開關S之V _{gs} 電壓	69	圖5.6 二極體電流I _D 與功率開關S之V _{ds} 電壓
70	圖5.7 輸出電流I _o 與輸出電壓V _o	71	圖5.8 日照強度50k Lux時, 太陽能板輸出電壓V _{pv} 與功率開關S之導通週期
72	圖5.9 日照強度80k Lux時, 太陽能板輸出電壓V _{pv} 與功率開關S之導通週期	72	圖5.10 太陽能最大功率追蹤單日歷程
73	表目錄	表2.1	晶矽太陽光電池的種類
6	表2.2 太陽能電池材料及模組化轉換效率比較	8	表2.3 最大功率點追蹤法其工作原理與優、缺點比較
23	表3.1 交換式與線性式電源供應之性能比較	27	表4.1 SIEMENS SM55太陽能板電氣規格
51	表5.1 系統規格及相關參數表	65	表5.2 太陽能最大功率追蹤效率比較表
74			

REFERENCES

- [1]吳財福、張健軒、陳裕愷,「太陽能供電與照明系統綜論」,全華圖書股份有限公司。
- [2]張品全,「太陽電池」,科學發展2002年1月,349期。
- [3]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。
- [4]黃秉鈞,「生生不息的再生能源」,科學發展2002年7月,355期。
- [5]陳建廷,「數位化太陽能充放電控制及正弦波逆流器之研製」,大葉大學,民國93年6月。
- [6]余森桂,「太陽能多功能充放電控制器之研究」,大葉大學,民國91年6月。
- [7]李政勳,「小型太陽光電能量轉換系統之研製」,民國91年。
- [8]Z. Salameh, F. Dagher and W. A. Lynch, " Step-down Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic System, " Solar Energy, Vol. 46, NO. 1, pp. 278~282, 1991.
- [9]P. Midya, P.T. Krein, R.J. Turnbull, R. Reppa, and J. Kimball, " Dynamic maximum power point tracker for photovoltaic applications, " IEEE PES Conf. Rec., pp. 1710-1716, 1996.
- [10]J.H.R. Enslin, " Maximum Power Point Tracking: A Cost Saving Necessity in Solar Energy Systems, " Conference of IEEE IECON, vol.2, pp.1073~1077, 1990.
- [11]M. El-Shibini, A. Rakha and H. H., " Maximum Power Point Tracking Technique, " Proceedings of MELECON ' 89, pp. 21~24, 1989.
- [12]C. Y. Won, D. H. Kim, S. C. Kim, W. S. Kim and H. S. Kim, " A New Maximum Power Point Tracker of Photovoltaic Arrays Using Fuzzy Controller, " Proceedings of the IEEE Power Electrics Specialists Conf., vol. 1, pp. 396~403, June 1994.
- [13]Ching-Tsai Pan, Jeng-Yue Chen, Chin-Peng Chu, and Yi-Shuo Huang, " A Fast Maximum Power Point Tracker of Photovoltaic Power Systems, " Proceedings of IECON ' 99. vol. 1, pp. 390~393, 1999.
- [14]Lyon van de Merwe and Gawie J. van der Merwe, "Maximum power point tracking - implementation strategies," IEEE ISIE Conf. Rec., pp. 214-217, 1998.
- [15]蕭瑛東, 陳家宏, " 太陽能電池最大功率追蹤設計與製作 ", 第22屆電力研討會, 民國90年。
- [16]梁適安,「交換式電源供給器之理論與實務設計」,全華科技圖書股份有限公司,民國90年。
- [17]王政威,「多組輸入及多組輸出電力轉換器之研究」,大葉大學,民國94年6月。
- [18]梁適安,「高頻交換式電源供給器理論與設計」,全華科技圖書股份有限公司,民國84年。
- [19]江炫樟,「電力電子學」,全華科技圖書股份有限公司,民國92年。
- [20]Robert W. Erickson, " Fundamentals of Power Electronics, Second Edition, " Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [21]洪正瑞,「詳細解析PIC16F877原理與應用」,台科大圖書股份有限公司,民國94年。
- [22]趙春棠,「PIC單晶片學習密技以PIC16F877為例」,全威圖書有限公司,民國93年。

- [23]Sheel Solar Product Information Sheet, “ Sheel SM55 Photovoltaic Solar Module. ” [24]Siemens Solar Industries , “ Solar Module SM55 Module. ” [25]鄧明發, 陳茂璋, 「微電腦專題製作應用電路」, 知行文化事業有限公司, 民國88年。
- [26]Tim Nolan, “ The Peak Power Tracking Project, ” <http://www.timnolan.com/> [27]李世興, 「電池活用手冊」, 全華科技圖書股份有限公司, 民國85年。
- [28]鄭培璿, 「IsSpice在電力電子與電源轉換器上的運用」, 全華科技圖書股份有限公司, 民國92年。
- [29]林志一, 曾龍圖, 「IsSpice Version 8 交談式電路模擬分析與應用」, 全華科技圖書股份有限公司, 民國94年。
- [30]張義和, 「Protel DXP 2004 電腦輔助電路設計全紀錄」, 全華科技圖書股份有限公司, 民國93年。