

太陽能最大功率追蹤技術之研究

王浩任、鍾翼能

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

摘要

本文探討太陽能最大功率追蹤於不同工作環境下，利用升壓型直流轉換器，使太陽能光電板工作在最大功率點，以供給負載所需電能達到最大效率。本文首先討論擾動與觀察法與三點權位比較法之優缺點，並結合上述兩種追蹤法的優點，加入一系統判斷程式，利用太陽能光電板之輸出電壓及電流回授，穩定且快速地追蹤太陽能板最大功率點。所有軟體控制程式以MPLAB軟體撰寫，實驗電路製作配合微處理機（Microchip PIC16F877）作為控制核心，減少電子電路元件，以達到最大功率追蹤的目的。

關鍵詞：太陽能光電板；最大功率追蹤；升壓型直流轉換器

目錄

目錄封面內頁簽名頁授權書	iii	中文摘要	iii
iv 英文摘要	iv	v 誌謝	v
vi 目錄	vi	vii 圖目錄	vii
x 表目錄	x		
xiii 第一章 緒論	1	1.1 研究動機	1
1.1.2 研究目的	1	1.2 研究目的	1
2.1.3 論文組織與架構	3	第二章 太陽光電池特性介紹	2
4.2.2 太陽光電池種類	4	2.1 太陽光電轉換原理	2
6.2.2.2 多晶矽太陽光電池	7	4.2.2.1 單晶矽太陽光電池	4
7.2.3 太陽光電池特性介紹	8	7.2.2.3 非晶矽太陽光電池	7
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
24 第三章 交換式電源轉換器	24	3.1 交換式電源轉換器概論	24
30 3.2 交換式電源轉換器基本架構	28	3.2 交換式電源轉換器基本架構	28
31 3.3.1 降壓型轉換器	31	3.3 非隔離型(Non-Isolation)轉換器	31
34 3.3.2 升壓型轉換器	31	3.3.1 降壓型轉換器	30
36 3.4 隔離型(Isolation)直流轉換器	36	3.3.2 升壓型轉換器	31
37 3.4.1 順向式轉換器	37	3.3.3 升降壓型轉換器	34
39 3.4.2 返馳式轉換器	39	3.4 隔離型(Isolation)直流轉換器	36
41 3.4.3 推挽式轉換器	41	3.4.1 順向式轉換器	37
43 3.4.4 半橋式轉換器	43	3.4.2 返馳式轉換器	39
45 3.4.5 全橋式轉換器	45	3.4.3 推挽式轉換器	41
48 第四章 系統設計與軟體規劃	48	3.4.4 半橋式轉換器	43
48 4.1 前言	48	3.4.5 全橋式轉換器	45
49 4.2 實體電路製作	49	4.1 前言	48
50 4.2.1 微處理機及其介面電路	49	4.2 實體電路製作	48
52 4.2.2 太陽能板	50	4.2.1 微處理機及其介面電路	49
54 4.2.3 升降壓型轉換器	52	4.2.2 太陽能板	49
55 4.2.4 功率開關驅動電路	54	4.2.3 升降壓型轉換器	50
57 4.2.5 電壓、電流回授電路	55	4.2.4 功率開關驅動電路	52
59 4.3 軟體控制流程	57	4.2.5 電壓、電流回授電路	54
62 5.1 前言	62	4.3 軟體控制流程	57
65 5.2 電腦模擬與電路實測結果	65	4.3.1 最大功率追蹤控制法則切換程式	59
75 6.1 結論	75	4.3.2 蓄電池充電控制程式	59
75 6.2 未來研究方向	75	5.1 前言	62
77 參考文獻	77	5.2 電腦模擬與電路實測結果	65
80 圖目錄	80	6.1 結論	75
5 圖2.1 太陽能電池發電原理示意圖	5	6.2 未來研究方向	75
9 圖2.2 太陽光電池等效電路圖	9	參考文獻	77
13 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	80 圖目錄	80
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	5 圖2.1 太陽能電池發電原理示意圖	5
14 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	9 圖2.2 太陽光電池等效電路圖	9
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	13 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
17 圖2.5 擾動與觀察法示意圖	17	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
18 圖2.6 擾動與觀察法軟體流程圖	18	14 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
19 圖2.7 增量電導法軟體流程圖	19	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
21 圖2.8 三點權位比較法最大功率點附近資料型態	21	17 圖2.5 擾動與觀察法示意圖	17
24 圖2.9 三點權位比較法其他排列方式	24	18 圖2.6 擾動與觀察法軟體流程圖	18
26 圖2.10 三點權位比較法程式流程圖	26	19 圖2.7 增量電導法軟體流程圖	19
29 圖3.1 交換式電源轉換器之基本結構圖	29	21 圖2.8 三點權位比較法最大功率點附近資料型態	21
31 圖3.2 基本降壓型轉換器(a)	31	24 圖2.9 三點權位比較法其他排列方式	24
31 圖3.3 基本降壓型轉換器(b)	31	26 圖2.10 三點權位比較法程式流程圖	26
33 圖3.4 基本升壓型轉換器(a)	33	29 圖3.1 交換式電源轉換器之基本結構圖	29
33 圖3.5 基本升壓型轉換器(b)	33	31 圖3.2 基本降壓型轉換器(a)	31
34 圖3.6 基本升降壓型轉換器(a)	34	31 圖3.3 基本降壓型轉換器(b)	31
		33 圖3.4 基本升壓型轉換器(a)	33
		33 圖3.5 基本升壓型轉換器(b)	33
		34 圖3.6 基本升降壓型轉換器(a)	34
		34 圖3.7 基本升降壓型轉換器(b)	34

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			

參考文獻

- [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 Electronics 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。