

# 太陽能發電系統控制器之研究=the research of a controller used solar cell power systems

楊茂榮、胡永柟

E-mail: 9019334@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

中文摘要 本論文針對獨立型太陽能發電系統研發設計 - 控制器，本系統包含最大功率點之追蹤及高效率之太陽能充電及保護裝置。針對太陽能電池之功率輸出特性之變化，吾人利用切線斜率微分法則，以求取最大功率點並隨時追蹤之；此外本文探討者，乃是獨立型發電系統，因此高效率之DC/DC充電器是必要的，為防止電池過度充電，保護裝置亦是非常重要的。 關鍵詞：獨立型太陽能發電系統，最大功率點追蹤，DC/DC充電器。

關鍵詞：獨立型太陽能發電系統最大功；率點追蹤DC/DC充電器

## 目錄

目錄封面內頁 簽名頁 大葉大學碩士論文全文授權書.....	iii	中文摘要 .....	v	英文摘要 .....	vii
摘要.....	vi	誌謝 .....	vii	目錄.....	viii
目錄 .....	xi	表目錄.....	xv	第一章 緒論 .....	
1 1.1 前言 .....	1	1.2 背景與動機 .....	1	1.3 全系統之組織架構 .....	
2 1.4 論文結構 .....	3	第二章 太陽能發電原理.....	4	2.1 太陽能電池 .....	10
.....	4	2.2 太陽能電池轉換原理 .....	7	2.3 太陽能發電系統 .....	10
太陽電池特性及最大功率追蹤原理 .....	11	3.1 太陽能電池特性 .....	11	3.2 最大功率點追蹤法則 .....	13
.....	13	3.2.1 電壓迴授法 .....	14	3.2.2 功率迴授法 .....	15
.....	15	3.2.3 擾動與觀察法 .....	18	3.2.4 增量電導法 .....	21
.....	22	3.2.5 直線近似法 .....	21	3.2.6 實際量測法 .....	22
第四章 太陽能充電系統 .....	24	4.1 鉛蓄電池 .....	24	4.2 電池充電模式 .....	25
.....	25	4.2.1 定電流定電壓充電電池 .....	25	4.2.2 脈衝充電法 .....	27
4.2.3 ReflexTM充電法 .....	30	4.3 太陽充電系統 .....	33	4.3.1 Buck converter .....	33
34 4.3.2 Fly back converter .....	35	4.3.3 PWM控制電路 .....	37	4.3.4 理論推導 .....	38
38 第五章 硬體製作及測試結果 .....	45	5.1 太陽能電池充電控制器架構 .....	45	5.2 理論推導 .....	48
.....	48	5.3 硬體製作及測試結果 .....	50	第六章 結論 .....	58
.....	58	參考文獻 .....	59	圖目錄 .....	
.....	3	圖2.1 太陽能電池發電原理 .....	5	圖1.1 獨立型太陽能電系統 .....	11
11 圖3.2 太陽能電池等效電路( ) .....	12	圖3.3 擾動與觀察法的控制流程圖 .....	17	圖3.4 增量電導法的控制流程圖 .....	20
.....	26	圖4.1 定電流定電壓充電特性曲線 .....	25	圖4.2 定電流定電壓充電 .....	26
圖4.3 充電曲線 .....	27	圖4.4 脈衝充電電路 .....	28	圖4.5 電路切換模式( ) .....	29
.....	29	圖4.6 電路切換模式( ) .....	29	圖4.7 Reflex充電電路.....	30
.....	31	圖4.8 Reflex充電電路工作模式( ) .....	31	圖4.9 Reflex充電電路工作模式( ).....	31
.....	33	圖4.10 Reflex充電電路工作模式( ) .....	32	圖4.11 太陽能充電系統方塊圖 .....	33
.....	35	圖4.12 Buck converter基本架構 .....	34	圖4.13 Flyback converter基本架構 .....	35
.....	36	圖4.14 Flyback converter並聯架構 .....	36	圖4.15 並聯構圖 .....	37
圖4.16 PWN控制電路 .....	38	圖4.17 Q1 ON 之狀態電路 .....	40	圖4.18 Q1 OFF之狀態電路 .....	41
.....	43	圖4.19 穩態等效電路 .....	43	圖4.20 半隔離返馳式有載穩電路 .....	43
.....	46	圖5.1 太陽能電池充電控制器基本架構 .....	45	圖5.2 L1的工作模式 .....	46
.....	52	圖5.3 太陽能電池充電控制電路設計 .....	50	圖5.4 TL494方塊圖 .....	52
.....	53	表目錄 表1. L1 電感 = 102 $\mu$ H 負載測試 .....	54	表2. L1 電感 = 230 $\mu$ H 負載測試 .....	54
.....	56	表3. 電感 = 102 $\mu$ H之系統功率及轉換效率 .....	56	表4. 電感 = 230 $\mu$ H之功率及轉換效率 .....	57

## 參考文獻

參考文獻 [1] D.K.Anand, " Use of solar energy for industrial process heat " , proceeding of international solar energy society congress, New

Delhi., India, Jan. 1978, p.2008 1978.

[2] W.A.Beckman, S.A.Klein and J.A.Duffie, " Solar heating design by f-chart method ", John Wiley & Sons Ins. 1977.

[3] B.Y.H.Liu and R.C.Jordan, " A rational procedure for predicting the long-term average performance of flat-plate solar collectors ", solar energy 7,53 1963 [4] S.A.Klein, " calculation of flat-plate collector. utilizability " solar energy 21, 393 1978.

[5] Ram ' on C ' aceres, Iro Barb, 1995, " A Boost DC-AC Converter: Operation, Analysis, Control and Ex-perimentation, " IEEE, pp. 546-551.

[6] Giuseppe Cimador, Paolo Prestifilippo, 1990, " An Attractive New Converter Topology for AC/DC, AC/AC, DC/DC, DC/AC Power Convention, " IEEE, pp. 597-604.

[7] J. Skinner, 1993, " Bidirectional Continuous-mode Flyback Inverter, " The European Power Electronics Association, pp. 216-220.

[8] Kasemsan Siri, Issa Batarseh, Joe Banda, 1995, " Variable Frequency-controlled, Zero-voltage Switching, Current fed, Single-Ended DC-to-AC Converter with Output Isolation, " IEEE, pp. 790-796.

[9] S.J.Chiang, K.T.Chang and C.Y.Yen, " Design and Implementation of a Residential Photovoltaic Energy Storage System ", The 17th Symposium on Electrical Power Engineering, pp. 672-676.

[10] Chih-Chiang Hua, Jong-Rong Lin and Chin-Ming Shen, " Characteristic Simulation of solar Cells and Implementation of Small Storage System ", The 17th Symposium of Electrical Power Engineering ", pp. 667-791.

[11] S.L.Ho, K.S.Kwan, C.L.Tsay and L.M.Wu, " Solor Power Converter with Maximum Power Tracking ", The 17th Symposium on Electrical Power Engineering, pp. 787-791.

[12] T.F.Wu, C.-H.Chang, T.-H.Yu and S.-Y.Tzeng, " Single-Stage Converters for Photovoltaic Powered Lighting Systems With MPPT and Charging Features ", 中華民國第十八屆電力工程研討會, pp. 491-495.

[13] Chih-Chiang Hua, Chih-Ming Shen, Chao-Chang Lin and Cheng-Shiung Chang, " Comparison of Maximum Power Tracking Techniques for solar Energy Sytem ", 中華民國第十八屆電力工程研討會, PP. 26-31.

[14] C.Tsai, T.-F.Wu, C.-W Liu, Y.-C.Kuo and Y.-H.Chang, " Design and Implementation of Electronic Dimming Ballasts Supplied by Photovoltaic System ", 中華民國第十八屆電力工程研討會, pp. 486-490.

[15] 吳明璋, 王耀得, " 獨立太陽能發電系統之可靠度分析 ", 中華民國第十八屆電力工程研討會, pp. 865-869.

[16] 郭禮青, " 國內太陽光電發展現況與展望 ", 太陽能學刊, 第三卷第一期, P.3 ~ 14, 1998.

[17] 莊嘉琛, " 太陽能工程 - 太陽電池篇 ", 全華圖書公司, 1997 [18] 李季達, " 太陽電池產業發展現況 ", 光連光電產業及技術情報, vol.26, P.22 ~ 26, 2000.

[19] 蔡宇泰譯, " 太陽能 ", 光訊, No.49, pp. 16-18, 1994 [20] 謝政毓譯, " 光電與能源 - 太陽能 ", 光訊, No.50, pp.35-37, 1994.

[21] 工業技術研究院, " 太陽光電能技術研討會 ", 1996年7月。

[22] 經濟部能源委員會, " 替代能源技術專輯-太陽電池 ", 1991年6月。

[23] Tomas Markvart, " Solar Electricity ", John Wiley & Sons. Inc, 1994.

[24] M.A.EL-Shibinu, H.H.Rakha, " Maximum Power Point Tracking Technique ", IEEE PESC, pp. 21-24, 1989.

[25] Z.Salameh and D.Talor, " Step-up Maximum Power Point Tracking for Photovoltaic Arrays ", Solar Energy Vol.44, No 1, pp. 57-61, 1990.

[26] S.Nonaka, K.Kesamaru, K.Yamasaki and M.Nishi, " Interconnection System with Single Phase IGBT PWM CSI between Photovoltaic Arrays and the Utility Line ", IEEE IAS, pp.1302-1307, 1990.

[27] S.Nonaka and Y.Neba, " Single Phase PWM Current Source Converter with Double-Frequency Parallel Resonance Circuit for DC Smoothing ", IEEE IAS, pp.1144-1151, 1993.

[28] S.Nonaka, " A Utility-Connected Residential PV System Aapted a Novel Single-Phase Composit PWM Voltage Source Inverter ", IEEE PVSC, pp.1064-1068, 1994.

[29] 朱慶隆, " 變流器並聯運轉與UPS燒進測試系統之應用 ", 國立成功大學博士論文, 中華民國84年。

[30] 袁成明, " 小型光伏發電系統之研究 ", 國立成功大學碩士論文, 中華民國85年。

[31] 蔡明村, " 並聯供電系統之設計與實現 ", 國立成功大學博士論文, 中華民國86年。

[32] 吳財福, 張健軒, 陳裕愷, " 太陽能供電與照明系統綜論 ", 全華科技圖書公司, 2000.

[33] 羅光旭, 蔡中, " 太陽能電池技術-現況與展望 ", 經濟部能源委員會, 1987.