

# The Research of Multi-purpose Solar Charge Control System

余森桂、鍾翼能

E-mail: 9121555@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Here we propose the research and development of multi-purpose solar cell charger control system. The main goals of this research are to optimize the efficiency of Solar Cell storage, to execute automatic switch of utility to charge power, to optimize the stability of system, and to execute Solar cell self-test function. The solar cell plate charger is based on BUCK circuit structure as the power supply of battery cycle pulse steady charge to lengthen the battery 's life. The control system uses voltage and current detector as a Data signal. The data will be sent to PLC and PLC, will do the related analysis and make commands to control facility equipments, moreover, to push the whole system to start up the actions. For example, if in daytime no sufficient sunshine can be provided to the solar cell plate charger, we can use voltage and current sensor and time scanner to rise up actions and the system can be automatically switched to charge power of utility to continue charger. Therefore the system storage always remains at high capacity. When the solar cell plate can be charged again, PLC uses time scanner to rise up actions and the system can be automatically switched to solar cell plate. solar cell detective system treats the minimum voltage of solar cell as a critical point for judgement. If the voltage of solar cell is lower than this, we can use charge power of utility to continue charger for a while, then execute load discharge. We can count on the availability of current to make sure the battery 's qualification. It is more utilized to set up program control on multi-purpose solar cell charger control. Fail mode detect system can just in time detect errors. This makes Solar Cell Opto-Electric System more practical in operation. Compared with other solar cell opto-electric system and analysis, this system is the most applicable and stabilized.

Keywords : solar cell ; buck type

## Table of Contents

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.....	iv
英文摘要.....	v
誌謝.....	vii
目錄.....	viii
圖目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 章節摘要.....	4
第二章 太陽能光電轉換系統.....	5
2.1 太陽能電池模式.....	5
2.2 太陽能電池種類.....	5
2.3 太陽能板特性.....	6
2.4 最大功率追蹤.....	9
2.5 蓄電池之充電控制模式.....	11
2.6 太陽光發電系統用蓄電池.....	13
第三章 太陽能多功能充電器電力轉換器之電路原理.....	18
3.1 線性電壓調整器.....	18
3.2 順向式轉換器.....	19
3.3 降壓式轉換器.....	19
3.4 返馳式轉換器.....	20
3.5 昇壓式轉換器.....	21
3.6 推挽式轉換器.....	22
3.7 半橋式轉換器.....	23
3.8 全橋式轉換器.....	23
3.9 太陽能供電系統之電路架構設計.....	24
3.10 串級DC/AC之電路架構.....	25
第四章 太陽能多功能充放電控制器技術及功能模組實驗量測.....	26
4.1 太陽能多功能充放電控制器之電路.....	29
4.2 太陽能板充電器電路之製作.....	35
4.3 手動測試太陽能多能充放電控制系統.....	42
4.4 市電備載充電切換系統.....	46
4.5 夜間蓄電池自動切換系統.....	53
4.6 太陽能蓄電池監測系統.....	57
4.7 故障監測回報系統.....	64
第五章 結論與展望.....	67
5.1 總結.....	67
5.2 未來研究方向.....	68
參考文獻.....	70
圖目錄 圖2.1 太陽能電池等效電路模型.....	5
圖2.2 太陽能電池種類.....	7
圖2.3 單晶太陽能電池.....	8
圖2.4 多晶太陽能電池.....	8
圖2.5 太陽光電池電流與電壓之特性曲線.....	10
圖2.6 太陽光電池的輸出功率與輸出電壓特性曲線.....	11
圖2.7 脈衝充電電路.....	14
圖2.8 開關切換及脈衝電流波形.....	15
圖2.9 Reflex 充電電路.....	16
圖2.10 充電開關切換Reflex 電流波形.....	17
圖3.1 基本線性調整器.....	19
圖3.2 順向式轉換	

器電路架構.....	20	圖3.3 降壓式轉換器之基本電路架構.....	21	圖3.4 返馳式轉換器電路架構.....	21
換器電路架構.....	21	圖3.5 昇壓式轉換器電路架構.....	22	圖3.6 推挽式轉換器電路架構.....	24
全橋式電路架構.....	23	圖3.7 半橋式轉換器電路架構.....	24	圖3.8 全橋式電路架構.....	25
圖3.10 串級DC/AC之電路架構.....	28	圖3.9 太陽能供電系統應用於負載系統之電路架構圖.....	27	圖3.11 太陽能全橋式轉換器架構(a-c).....	29
圖4.1 太陽能多功能充放電控制器系統圖.....	32	圖4.2 太陽能多功能充放電控制器.....	33	圖4.3 太陽能系統整合之程式邏輯控制器.....	33
圖4.3 太陽能系統整合之程式邏輯控制器.....	33	圖4.4 太陽能模板.....	34	圖4.5 太陽能多功能充放電控制器與太陽能模板連接.....	34
圖4.6 太陽能多功能充放電控制器之實際運作.....	35	圖4.7 太陽能板充電器.....	35	圖4.8 太陽能充電控制系統降壓型(Buck Type)之電力轉換器.....	36
圖4.9 (a) Buck Type 電力轉換器之電路.....	37	圖4.9 (b) Buck Type 電力轉換器之電路波形.....	38	圖4.10 PWM 於無負載時之輸出控制電壓波形.....	39
圖4.11 PWM 於動態負載為1.5安培時輸出控制電壓波形.....	42	圖4.12 PWM 於動態負載2.5安培時輸出控制電壓波形.....	42	圖4.13 太陽能充電器電感 102uH 時，負載測試結果.....	41
圖4.14 太陽能充電器電感230 uH時，負載測試結果.....	41	圖4.15 手動測試電路方塊圖.....	42	圖4.16 手動測試切換裝置.....	43
圖4.17 手動測試流程圖.....	44	圖4.18 手動測試程式步階圖.....	45	圖4.19 市電備載電源充電電路方塊圖.....	47
圖4.20 太陽能模板充電之顯示.....	47	圖4.21 市電備載電源切換充電之顯示.....	48	圖4.22 市電備載充電切換系統流程圖.....	49
圖4.23 日間系統起始程式步階圖.....	50	圖4.24 日間太陽能充電作業程式步階圖.....	50	圖4.25 日間市電備載充電作業程式步階圖.....	51
圖4.26 市電備載充電切換系統之波形.....	52	圖4.27 夜間系統切換電路方塊圖.....	54	圖4.28 負載之切換裝置及DC/AC 電力轉換器.....	54
圖4.29 夜間系統作業流程圖.....	55	圖4.30 夜間系統作業程式步階圖.....	56	圖4.31 夜間市電備載充電作業系統程式步階圖.....	56
圖4.32 蓄電池監測系統電路方塊圖.....	58	圖4.33 蓄電池以市電備載電源充電計時.....	58	圖4.34 蓄電池加載放電測試.....	59
圖4.35 蓄電池監測系統流程圖.....	60	圖4.36 蓄電池監測作業系統程式步階圖.....	61	圖4.37 蓄電池充電計時作業程式步階圖.....	61
圖4.38 蓄電池加載測試電流作業程式步階圖.....	62	圖4.40 監測蓄電池良好電壓測試圖形.....	63	圖4.41 監測蓄電池損壞電壓測試圖形.....	63
圖4.42 監測故障系統電路方塊圖.....	64	圖4.43 故障監測自動回報系統流程圖.....	65	圖4.44 系統故障偵測程式步階圖.....	66
圖4.45 系統故障顯示排除程式步階圖.....	66				

## REFERENCES

- 【1】鄭志得，“太陽能電能轉換系統”，國立台灣大學電機工程學研究所碩士論文，民國89年6月。【2】林忠榮，“太陽能儲能系統之研製”，國立雲林技術學院電機研究所碩士論文，民國85年7月。【3】吳財福、張健軒、陳裕凱 著 “太陽能供電與照明系統綜論”，pp.2.2-2.23。【4】張文地，“電動車電池殘量預估之研究”，國立彰化師範大學工業教育學系研究所碩士論文，民國90年6月。【5】Chen, Y. C. Kuo, T. J. Liang, “Novel Single Phase Three Wires Photovoltaic Energy Conversion System”，第二十一屆電力工程研討會，pp.1087-1091。【6】C. Tsai, T. —F. Wu, C.-W Liu, Y.-C. Kuo and Y.-H. Chang, “Design and Implementation of Electronic Dimming Ballasts Supplied by System”，中華民國第十八屆電力工程研討會，pp.486-490【7】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。【8】忱志明，“最大功率追蹤太陽能電力轉換器之研製”，國立雲林技術學院電機研究所碩士論文，民國86年5月。【9】J. FT. F. Wu, C. -H. Chang, T.—H. Yu 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。【10】Chih-Chiang Hua, Jun-Wei Wu, “200A Current of Fast Charging Control of Lead-Acid Battery for Electric Vehicles”，中華民國第二十二屆電力工程研討會。【11】Mashito Jinno, Po-Yuan Chan, “Research of the Performance Switched Mode Rectifier”，中華民國第二十二屆電力工程研討會。【12】N.H. Kutkut ,D.M. Divan, D.W. Novotny, “Charge Equalization for series Connected Battery Strings”，IEEE IAS Annual Meeting, October 1994, pp. 1008-1015。【13】T.J. Liang, J.F. Chen, Ta Wen, K.C. Tzeng, Y.s. Chu, “Implement of a Pulse Charger Hybrid Buck-Boost Converter”，中華民國第二十二屆電力工程研討會。【14】K.A. Buckle, and J.W. Luce, “Battery vehicle charger design eliminates harmonic current generation”，Proceeding of the IEEE 1996, pp561-564。【15】Chin-chiang Hua, Kuo-an Liao, “Parallel Operation Control of Inverter for Photovoltaic Uninterruptible Power Supply System”，中華民國第二十二屆電力工程研討會，pp 1-6。【16】Fei-Hu Hsieh, Yau-Tarng Juang, “Stability Robustness Design of Buck DC-DC Switching Converter”，中華民國第二十二屆電力工程研討會，pp 1-5。【17】B. D. O. Aderson, E. I. Jury, and M. Mansour, “On robust Hurwitz polynomials,” IEEE Trans Automat. Contr, vol.AC-32, , pp 909-913,1987。【18】Wen-Ti Chang, Tsair-Rong Chen, Feng-Chi Liu, Zhi-Min Wang, Te-chau Chen, “Study of Residual Capacity Estimation of Battery for Electric Vehicle”，中華民國第二十二屆電力工程研討會，pp 1-4。【19】Ming-Wang Chen, Yuang-Shung Lee “Design and Implementation of Charge Equalization System for Battery”，中華民國第二十二屆電力工程研討會，pp 1-4。【20】鍾翼能 曾

國境 張簡士琨 劉婉君 “行動電話車用充電器之研發設計”,第五屆電腦與通信技術研討會。Pp 2p27-2p30。【21】黃聰文 鍾翼能 劉婉君 胡永柵 余森桂 “智慧型太陽能通訊電力之研究”,第五屆電腦與通信技術研討會。Pp 2p31-2p34。【22】林明立,“儲能系統之蓄電池充電器設計與模擬”,國立成功大學電機工程學研究所碩士論文,民國78年6月。【23】張子文,“太陽電池應用於建築上之研究”,國立成功大學建築研究所碩士論文,民國90年7月。【24】吳明璋,“日射量機率模型之建立及太陽能電力系統之最佳化設計”,國立雲林科技大學電機工程技術研究所碩士論文,民國87年6月。【25】黃聖壘,“太陽能發電技術暨經濟分析之研究”,國立雲林科技大學電機工程系碩士論文,民國87年6月。【26】蕭朝仁,“數位控制太陽能發電系統模組並聯運轉之設計與研製”,國立雲林科技大學電機工程系碩士論文,民國89年6月。【27】曾國境,“新型高效率電力轉換器之研製”,大葉大學電機工程研究所碩士論文,民國88年6月。【28】張簡士琨,“共振式主動箝位技術應用於功率轉換器之研究與設計”,大葉大學電機工程研究所碩士論文,民國86年6月。