

應用FPGA於電動機車驅動系統之分析及設計

徐正育、陳昭雄

E-mail: 9314959@mail.dyu.edu.tw

摘要

由於典型的電動機車驅動系統，屬於開迴路式的電力驅控系統，本文提出應用FPGA實現閉迴路轉速驅動於電動機車驅動系統中，以簡單的驅動系統之硬體實驗架構，來完成應用數位系統的電路設計。本文的驅動系統架構中，電路分成三大項：一、H型雙向直流轉換器與HIP4082橋式驅動電路，所組成的轉換驅動器。二、A/D轉換器，由二組ADC0804電路組成的八位元數位轉換器。三、數位邏輯電路由FPGA和CPLD電路所組成，其中本文以FPGA電路設計實現閉迴路驅動控制電路為核心，另外以CPLD電路設計實現轉速即時顯示電路與周邊介面電路。以數位電路設計控制器於控制系統中，可減少類比控制器許多缺點，並且將數位系統與驅動系統整合，進而完成電動機車驅動器系統晶片化與晶片微小化等觀念。

關鍵詞：電動機車驅動系統；直流轉換器；閉迴路控制系統；FPGA；CPLD

目錄

封面內頁	簽名頁	授權	iii	中文摘要	v	英文摘要	vi	誌謝	vii	目錄	viii	圖目錄	xi	表目錄	xvi	附錄	xvii	符號說明	xviii	第一章	緒論	1																																																																															
1.1.1	研究動機與目的	1	1.2	文獻回顧	2	1.3	研究方法	4	1.4	研究內容	5	第二章	電動機車驅動系統介紹	6	2.1	電動機車基本架構	6	2.2	電動機車電動機分類與優缺點	7	2.2.1	直流碳刷電動機建模	8	2.2.2	直流無刷電動機建模	9	2.3	直流轉換器種類	10	2.3.1	降壓式轉換器原理與穩態分析	12	2.3.2	昇壓式轉換器原理與穩態分析	18	第三章	驅動系統實驗架構	22	3.1	驅動系統硬體架構	22	3.2	驅動系統電路架構	25	3.3	並列傳輸介面電路	31	第四章	驅動系統電路設計	36	4.1	電動車類比驅動電路	37	4.1.1	H型直流轉換器原理與設計	37	4.1.2	全橋式驅動電路	45	4.1.3	箝位緩震電路	49	4.2	A/D轉換電路	50	4.3	電動車的數位邏輯電路	52	4.3.1	FPGA控制系統電路設計	52	4.3.2	CPLD轉速顯示電路設計	56	第五章	驅動系統動態分析與控制器模擬	60	5.1	驅動系統之動態分析	60	5.2	驅動系統之控制器模擬	65	第六章	實驗成果	76	6.1	H型直流驅動電路之實驗成果	76	6.2	FPGA之轉速控制實驗	84	第七章	結論與未來展望	88	參考文獻	89	附錄一	93	附錄二	105

參考文獻

- [1] Martinez Z.R. and Ray B. " Bidirectional DC/DC power conversion using constant frequency multi- resonant topology " , APEC '94 on Applied Power Electronics, vol.2, pp.991-997. (1994)
- [2] Caricchi, F.; Crescimbin, F.; Di Napoli, A., " 20 kW water-cooled prototype of a buck-boost bidirectional DC-DC converter topology for electrical vehicle motor drives " ,Applied Power Electronics Conference and Exposition,1995.APEC'95. Conference Proceedings 1995.,Tenth Annual Part:2,vol.2,pp. 887 —892. (1995)
- [3] Caricchi, F.; Crescimbin, F.; Noia, G.; Pirolo, D. , " Experimental study of a bidirectional DC-DC converter for the DC link voltage control and the regenerative braking in PM motor drives devoted to electrical vehicles " ,Applied Power Electronics Conference and Exposition,APEC '94. Conference Proceedings , Ninth Annual , vol.1,pp. 381 —386. (1994)
- [4] Caricchi, F.; Crescimbin, F.; Capponi, F.G.; Solero, L., " Study of bi-directional buck-boost converter topologies for application in electrical vehicle motor drives " Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC '98. Conference Proceedings , Thirteenth Annual ,vol.1 ,pp. 287 —293. (1998)
- [5] Mattavelli, P.; Rossetto, L.; Spiazzi, G.; Tenti, P.; " General-purpose fuzzy controller for DC-DC converters " , Power Electronics, IEEE Transactions on , Vol. 12 , pp.79 — 86. (1997)
- [6] Paterson, J.; Ramsay, M.; " Electric vehicle braking by fuzzy logic control " ,Industry Applications Society Annual Meeting, Conference Record of the IEEE ,vol.3 , pp.2200- 2204. (1993)
- [7] Hofsjager, I.W.; Ferreira, J.A.; van Wyk, J.D.; Holm, M.F.K.; " A planar integrated RCD snubber/voltage clamp " ; Industry Applications Magazine, IEEE , Vol. 1 , pp.24 — 29. (1995)
- [8] Palanisamy T., and Box P.O., " Charging techniques for a universal lead-acid battery charger " , in Proc. Int. Power Sources Symp., pp. 72-76. (1990)
- [9] Salameh Z.M., Casacca M.A., and Lynch W.A., " A Mathematical Model for Lead-Acid Batteries " , IEEE Trans.Energy Conversion, vol. 7, NO. 1, pp.93-98. (1992)
- [10] Gun J. P., Fiorina J. N., Fraisse M., and Mabboux H. " Increasing UPS battery life main failure modes, charging and monitoring solutions " , in Proc. Int. Telecommunications Energy Conf., pp. 389-396. (1997)
- [11] Khan N., Mariun N., Zaki M., and Dinesh L. " Transient analysis of pulsed charging in supercapacitors " , TENCON 2000. Proceedings, Vol. 2 , pp.193-199. (2000)
- [12] Chiasserini C.F., and Rao R.R., " A model for battery pulsed discharge with recovery effect " , IEEE Conf. On Wireless Communications and Networking, vol.2,pp.636-639. (1999)
- [13] 洪新堯, " 電動機車煞車回充電系統設計與研究 " , 國立臺灣大學機械工程學研究所 (1999)
- [14] 林仲暉, " 推挽式電路利用在電動機車定電流煞車回充電系統之研製 " , 國立臺灣大學機械工程學研究所 (2000)
- [15] 張崢輝, " 直接驅動車輪馬達之分析及最佳化設計 " , 國立臺灣大學機械工程學研究所 (2000)
- [16] 王鴻年, " 電動機車馬達驅動控制器之研製 " , 國立臺灣大學機械工程學研究所 (1998)

[17] 李佳笈, “再生式剎車充電之控制”, 國立清華大學動力機械學系碩士論文 (1996) [18] 吳國熾, “再生式剎車充電器”, 國立清華大學動力機械工程學系 (1997) [19] 張時中, “電動機車之建模分析與再生煞車控制”, 國立交通大學機械工程系 (2000) [20] 王豐欽, “在FPGA平台上使用分散式算術於數位控制器之晶片結構設”, 成功大學工程科學系 (1999) [21] 洪肇聰, “FPGA-Based 冷氣機數位式溫度控制IC設計與實現”, 國立中興大學電機工程學系 (2001) [22] 曹國昌, “FPGA為基礎之微步進馬達模糊電流控制器設計”, 長庚大學電機工程研究所 (2002) [23] 巫芳萍, “模糊系統晶片的設計與應用”, 長庚大學電機工程研究所 (2002) [24] 工業技術研究院機械所, “第三代電動機車發展計畫 (第一年度)”, 經濟部能源研究發展基金計畫八十八年下半年及八十九年度執行報告 (2000) [25] 吳南億, “以數位信號處理器為基礎之電動機車無刷馬達驅動器”, 中山大學電機工程學系研究所 (2000) [26] 梁適安, “交換電源供給器之理論與實務設計”, 全華科技圖書有限公司, pp.7-88. (2001) [27] Dhananjay V.Gadre, “Programming the Parallel Port Interfacing the PC for Data Acquisition and Process Control”, R&D Books Lawrence (1998) [28] George E. Danz, “HIP4082 H-Bridge FET Driver”, intersil Data Sheet www.intersil.com (2003) [29] Product Information, “XC95108 In-System Programmable”, XC9500 CPLD Data Sheet www.xilinx.com (1998) [30] Product Information, “Spartan Families Field Programmable Gate Arrays”, SPARTAN FPGA Data Sheet www.xilinx.com (1998) [31] 唐佩忠, “VHDL與數位邏輯設計”, 高立圖書有限公司, pp.(15)6-15. (2000)