

# 100kW 電動車用馬達驅動器之研製

李國鼎、蔡耀文

E-mail: 360031@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

近幾年來全球暖化問題嚴重、環保意識的提升，世界各國積極尋求解決方案；就車輛工業而言，以降低排氣汙染、減少能源的使用為目標；以台灣而言，汽車使用密度是全世界名列前茅的國家，造成嚴重的空氣汙染；具有環保、低汙染、省能源的電動汽車為發展的主流。但是現今電動車用高功率驅動器研發技術有一定的複雜度，加上測試設備高規格的要求以及應用於電動車的耐用度與安全要求，使得台灣電動車用高功率馬達驅動器僅有極少數公司具有自主開發能力，多數業者只能進口國外的驅動模組來搭配電動車生產。就長遠來看，一直仰賴國外驅動模組勢必會阻礙台灣電動車產業的發展，唯有100%自主的研發驅動器以及建立關鍵技術，才能使台灣在電動車發展上占有一席之地。本文將建立高功率電動車用馬達驅動器的硬體設計法則；完成最大功率105kW/額定功率35kW之電動車用馬達驅動器之研製。設計法則包含隔離電路、開極驅動電路、功率模組電路、保護電路、以及冷卻系統等五大塊。在測試平台方面，利用直流分激發電機來模擬負載；由實驗數據得知，本文設計電動車用馬達驅動器加上馬達本體效率可達90%以上，而驅動器效率可達到95%以上。由測試平台得知，本文設計之高功率100kW電動車用馬達驅動器之研製成效良好。

關鍵詞：高功率驅動器、105kW驅動器、液冷散熱系統、數位訊號處理器

## 目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要...iii ABSTRACT...v 誌謝...vii 目錄...viii 圖目錄...x 表目錄...xiii 第一章緒論...1 1.1 研究動機與背景...1 1.2 研究方法...1 1.3 內容大綱...2 第二章 高功率馬達驅動器簡介...4 2.1 馬達驅動器簡介...4 2.1.1 低功率與高功率馬達驅動器差異...6 2.2 馬達驅動器設計要點...7 2.3 隔離電路模組...7 2.4 Gate Driver 模組...10 2.5 Snubber 模組...13 2.6 功率模組...21 2.7 散熱模組...25 第三章 車用馬達驅動系統硬體電路架構...29 3.1 高功率隔離電路...29 3.1.1 前級信號濾波...30 3.1.2 電源 IC...30 3.1.3 光耦合 IC...31 3.2 高功率模組電路...34 3.3 高功率開極驅動電路...36 3.4 高功率保護電路...40 3.5 高功率冷卻系統...43 3.6 控制核心...46 3.6.1 TMS320F2808 介紹...46 3.6.2 控制法則...49 第四章 實驗步驟與結果驗證...55 4.1 動力驗證設備...55 4.2 實驗方法...58 4.3 測試結果記錄...58 第五章 結論與展望...62 參考文獻...64

## 參考文獻

- [1]柯紘鈞, “ 電動車用 6 0 kW 輪轂馬達驅動器之設計製造與驗證 ”, 碩士論文, 大葉大學, 2009.
- [2]Bose, Bimal K., “ Power electronics and motor drives : advances and trends ”, Elsevier Academic Press, 2006.
- [3]洪振傑, “ 比雅久電動機車之輪轂馬達驅動器研製與實車驗證 ”, 碩士論文, 大葉大學, 2009.
- [4]Yi Zhang, Saed Sobhani, Rahul Chokhawala, “ Snubber considerations for IGBT applications ”, International Rectifier Corporations, Technical papers.
- [5]R. Sachdeva and E. P. Nowicki, “ A novel gate driver circuit for snubberless, low-noise operation of high power IGBT ”, IEEE Cabdian Conf. Eletrical and Computer Engineering (CCECE), Vo1. 1, pp. 212-217, 2002.
- [6]H. J. Beukes, J. H. R. Enslin, R. Spee, “ Active snubber for high power IGBT modules ”, AFRICON, IEEE AFRICON 4th, , vol.1, pp. 456-461, 1996.
- [7]Rudy Severns, “ Design of smubber for power circuits ”, cornell dubilier electronics, Inc., 2007.
- [8]SEMIKRON INTERNATIONAL GmbH, “ IGBT Peak voltage measurement and snubber capacitor specification ”, Application Note AN-7006, Mar, 2008.
- [9]EPCOS, Inc, “ Cross reference for IGBT snubber capacitors Module / Capacitors ”, IGBT Module / capacitor cross user guide, Jan, 2005.
- [10]CAMELTEK, Inc., “ IGBT snubber modules capacitors ”, General information and data sheet.
- [11]方志行, “ 開極驅動電路 ”, 馬達科技研究中心第四十六期, Sep, 2003.
- [12]TOSHIBA, Inc., “ TLP250 ”, datasheet, www.alldatasheet.net, 2008.
- [13]北京航空航太大學出版社, “ 數位信號控制器原理及應用--基於TMS320F2808 ”.
- [14]劉育璋, “ 以DSP實現馬達位置與速度之可變結構控制器及其人機操作介面設計 ”, 碩士論文, 勤益科技大學, 2011.
- [15]Mario Battello, Neeraj Keskar, Peter Wood, Mor Hezi, Alberto Guerra, “ A New Low-Cost Flexible IGBT Inverter Power Module for Appliance Applications ”, as presented at PCIM China, March 2003.

- [16]Yong Li, “ Unified Zero-Current-Transition techniques for high power three phase PWM inverters ” , Praca Doktorska, Mar, 2002.
- [17]Yong Li, Fred C. Lee, Jason Lai and Dushan Boroyevich, “ A novel three phase zero current transition and quasi zero voltage transition (ZCT-QZVT) inverter/rectifier with reduced stresses on devices and components ” , in IEEE Applied Power Electronics Conference, pp. 1030-1036, 2000.
- [18]Yong Li, “ IGBT Device Application aspects for 50-kW Zero Current transition inverters ” , Eighteenth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, Feb, 2003.
- [19]Maragliano, G. “ A novel Direct Torque Control strategy for high power induction motor drives ” , Industrial Electronics(ISIE), 2010 IEEE International Symposium on, July, 2010.