

Research on The Driving Controller of The BLDC Permanent Motor and Disc Generator with High Continuous Driving Force

吳仲琪、胡永楠

E-mail: 205255@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Bicycle is a space free and multi-functional traffic tool that can use for transportation, daily habit, and exercising. Moreover, if the battery is installed on bicycle, this can ease rider's energy. To improve the continuous driving force of the electric bicycle, a novel design of the driving motor is proposed in this paper. The driving motor is brushless direct current motor with four poles and six slots. The hub motor consists of a stator with three phase windings and a rotor in which rare earth permanent magnet attaches on its surface. A novel disc generating method is used to provide the electric power to battery in order to improve the driving force. The DSPIC microchip is employed to mingle the branch control circuit and the driving circuit of MOSFET, which is the core of the motor controller. In addition, the hall sensor is adopted to measure the driving speed and PD closed loop is used to improved the noise under low speed. The proposed design not only saves energy and reduce the carbon pollution, but improves the existing drawbacks of the electric bicycle including high power consumption and low driving force.

Keywords : BLDCM、DSPIC、disc generating、hall sensor、electric bicycle

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 授權書	iii	中文摘要	iii
.	iv	英文摘要	v
.	vi	目錄	vii
.	ix	表目錄	xi
第一章 緒論 1.1 前言	1	1.2 研究動機與目的	1
.	2	1.3 研究步驟與系統架構	4
.	4	1.4 論文大綱	5
第二章 直流無刷電機與盤式發電機簡介 2.1 直流無刷電機基本類型	6	2.2 直流無刷馬達相關方程式	9
.	9	2.3 霍爾感測器	19
.	22	2.4 盤式發電機製作	19
第三章 無刷電機驅動控制器研製 3.1 DSPIC30F2010控制核心簡介	27	3.2 電機加減速曲線	29
.	29	3.3 霍爾型調速手把	31
.	32	3.4 PI低轉速補償控制	37
.	32	3.5 電機驅動電路	37
第四章 回充系統與週邊電路保護設計 4.1 電源電路	39	4.2 溫度保護電路	40
.	42	4.3 過電流源偵測保護電路	42
.	42	4.4 回充系統設計	44
第五章 實驗結果 5.1 輪轂電機特性量測	46	5.2 PWM速度訊號量測	47
.	50	5.3 霍爾感測器訊號量測	50
.	50	5.4 驅動電路訊號量測	51
.	54	5.5 自行車安裝成品	54
第六章 結論與未來展望 6.1 結論	55	6.2 未來展望	55
.	56	參考文獻	55
.	56	圖目錄 圖1.1 系統方塊圖	4
.	6	圖2.1 電動機的分類圖	4
.	6	圖2.2 電機各部份組成簡介	7
.	8	圖2.3 電動機基本結構	7
.	8	圖2.4 無刷馬達定轉子斷面及尺寸標示圖	9
移動原理圖	20	圖2.5 霍爾元件中電子	20
.	20	圖2.6 霍爾元件中磁場電位差原理圖	20
使用配置圖	21	圖2.7 霍爾元件	21
.	21	圖2.8 霍爾元件回授訊號UVW六種變化	22
包線線圈	22	圖2.9 漆	22
.	22	圖2.10 繞線治具	23
圖2.11 金屬黏著劑(缺氧膠)	23	圖2.12 盤式發電機軸承座	23
.	24	圖2.13 自製無刷馬達成品組裝	24
.	24	圖2.14 DIY盤式發電機成品	25
.	25	圖2.15 盤式發電機對電池充電波形	26
.	26	圖2.16 盤式發電機組裝輪圈	26
.	26	圖3.1 dsPIC30F2010接腳圖	28
.	29	圖3.2 PWM控制流程方塊圖	28
.	29	圖3.3 理想電機之加減速曲線	30
曲線	30	圖3.4 輪轂電機之加減速S	30
.	30	圖3.5 調速轉把與dsPIC30F2010之連接	32
型	35	圖3.6 PI控制系統模	35
.	35	圖3.7 未加入積分控制器模型	35
.	35	圖3.8 未加入	35

積分控制器之步階響應圖	35	圖3.9 比例積分控制器之模型	36	圖3.10
比例積分控制器之步階響應圖	36	圖3.11 電機驅動級電路		
.	37	圖3.12 FDP047N10 N-MOSFET規格表	38	圖4.1 電源轉換電路
.	40	圖4.2 溫度保護電路	41	圖4.3 軟體監測電流保護電路
.	43	圖4.4 硬體監測電流鎖鎖保護電路	43	圖4.5 三相回充電路設計
.	45	圖5.1 24v/36v輪穀電機	46	圖5.2 輪穀電機之特性曲線
.	47	圖5.3 PWM有效寬度各比例輸出	50	圖5.4 UVW三相霍爾實測
輸出	50	圖5.5 U相工作導通電壓	51	圖5.6 V相工作導通
電壓	52	圖5.7 W相工作導通電壓	52	圖5.8 U-V相
工作導通電壓	53	圖5.9 U-W相工作導通電壓	53	圖5.10
整合各零件之電動自行車	54	表目錄 表5.1 輪穀電機之額定特性		
.	47	表5.2 轉把電壓對應PWM脈波有效寬度比	48	

REFERENCES

- [1] Karl J. Astrom, Richard E. Klein, and Anders Lennartsson, " Bicycle Dynamics and Control ", IEEE Control Systems Magazine, pp 26-47, 2005.
- [2] Mayer and Lau, " Electronic Materials Science for Integrated Circuits in Si and GaAs ", Macmillan, 1990.
- [3] Miller and Mullin, " Electronic Materials from Silicon to Organics ", Plenum, 1991.
- [4] Min Kim, Jang-Gyoon Choi, Jeong-I1 Lee, Hyung-Sang Yoon, Yang-Su Kim ' and In-Su Cha, " A Study on the DC Motor Speed Control for Electric Bicycle with the Load Induction Unit ", Cholula, Puebla, Mexico, pp 141-144, 2000.
- [5] Shashikanth Suryanarayanan, Masayoshi Tomizuka and Matt Weaver, " System Dynamics and Control of Bicycles at High Speeds ", Proceedings of the American Control Conference, Anchorage, AK, pp 845-850, 2002.
- [6] T.F. Chan and Lie-Tong Yan, " Design of a Permanent-Magnet Brushless D.C. Motor Drivefor an Electric Bicycle, " IEEE International Conference on Power Electronics and Drive Systems, PEDS'99, July 1999, Hong Kong., pp 714 – 718, 1999.
- [7] A. E. Fitzgerald, C. Kingsley, and S. D. Umans, Electric Machinery,5th edition, McGraw-Hill, 1990.
- [8] P. C. Sen, Principles of Electric Machines and Power Electronics, 2nd edition, John Wiley & Sons, 1997.
- [9] N. Mohan, T. M. Undeland, and W. P. Robbins, Power Electronics,John Wiley & Sons, 1995.
- [10] P. Pillay and Z. Xu, "Motor current signature analysis," ROC, of IEEE Industry Applications Conference, vol. 1, pp. 587-594, 1996.
- [11] J. G. Tseng, K. H. Huang and T. C. Fan, "Design of PID controller for DC servomotor systems," Academic Bulletin of Chinese Naval Academy. Vol. 8, pp. 46-59, 1997.
- [12] S. M. Baek and T. Y. Kuc, "An adaptive PID learning control of DC motors," IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, vol. 3, pp. 2877-2882, 1997.
- [13] J. H. Cavalcanti, "Intelligent control system using PID and neural controllers," Proceedings on the 38th Midwest Symposium on Circuits and Systems, vol. 1, pp. 425-428, 1996.
- [14] 王鴻祥, " 地球說話了— 環保產品的設計對策 ", 產品設計與包裝, 第五十期, pp. 5-8, 1992。
- [15] 李雅明, " 固態電子學 ", 全華科技圖書出版, 1995。
- [16] 李德威, " 綠色消費時代的來臨 ", 環耕雜誌, 1997。
- [17] 黃裕哲, " 國內外電動輔助自行車結構配置應用分析研究 ", 自行車工業研究發展中心, 1999。
- [18] 張惠冠, " 電動自行車產業現況與趨勢分析 ", 機械工業雜誌, pp. 201-213, 2001。
- [19] 張義和, " 主流電腦輔助電路設計 Protel 99SE ", 全華科技圖書出版, 2005。
- [20] 鄭福田, " 空氣污染 ", 環耕雜誌, 1996。
- [21] 歐文雄、歐家駿, " 工業電子學 ", 全華科技圖書出版, 1997。
- [22] 揚克勤, 設計直流馬達轉速遠端模糊監控系統, 海洋大學電機工程研究所, 碩士論文, 2001。
- [23] 張道弘, PID 控制理論與實務, 全華科技圖書股份有限公司, 1995。
- [24] 柳振意, 應用模糊方法於無刷直流馬達之速度控制, 中正大學電機工程研究所, 碩士論文, 2000。
- [25] 余清華編譯, Matlab 精要, 全華科技圖書, 1999。
- [26] 林偉宏, 電動自行車之智慧型控制器設計, 吳鳳技術學院光機電暨材料研究所, 碩士論文, 2006。
- [27] 余志斌, 綠色能源電動自行車之控制器設計, 吳鳳技術學院光機電暨材料研究所, 碩士論文, 2008。
- [29] 陳盛基、莊杰霖, " 永磁無刷馬達設計與分析流程驗證 ", 機械月刊, 2007。
- [30] 陳盛基、粘鏡耀、吳仲琪, " 無鐵心式永磁線性同步馬達之設計分析與運動控制應用 ", 中國機械工程學會第25屆全國學術研討會, 2008。