

An Experimental Study of a DC Brushless Motor Driving System

詹晉榮、胡永柵、陳盛基

E-mail: 9225129@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In this paper, a brushless dc motor driving systems is investigated. Several driving methods which used relationship between Hall effect sensor signals, back EMF and current command signals are discussed. The objective of design methods is to obtain good performances and meet desired specification. The driver is utilized two 8051 microprocessors. One single chip is to perform electrically commutation; the other single chip is fulfilled man-machine interface and encoder count function. The commutation procedure is used a six-step waveform according to Hall sensor signal which indicates the rotor position. As the rotor rotates, the electrically commutator switches the winding to maintain the vector of magnet field and armature flux with commutation angle at about 90 electric degree. Consequently, the torque output is smoother. For the design of man-machine interface and encoder counter, microprocessor can set duty cycle of the excited winding, the direction and rotating speed of the motor. In this paper, experimental results demonstrate that the designed driver is simple, lower cost and good performance.

Keywords : Brushless DC motor, Hall effect sensor, Six-step driving ,Direct torque..

Table of Contents

第一章 緒論.....	1	1.1 研究動機.....	1	1.2 研究目的.....	2	1.3 研究的步驟.....	3	1.4 系統架構.....	4	1.5 內容大綱.....	5																				
第二章 直流無刷伺服馬達簡介.....	6	2.1 直流無刷馬達簡介.....	6	2.2 直流無刷馬達的特徵.....	8	2.3.1 包含永久磁鐵系統的力與轉矩.....	9	2.3.2 繞組磁阻矩.....	12	2.3.3 磁鐵磁阻力矩.....	14	2.3.4 對正力矩.....	15																		
第三章 永磁式無刷直流馬達數學模式.....	16	3.1 三相軸.....	20	3.2 座標轉換.....	24	3.2.1 三相座標與二軸座標轉換.....	25	3.2.2 同步與靜止座標系統轉換.....	27	3.2.3 永磁式無刷馬達兩軸模式之數學模式.....	29	3.3 最佳化電流波形的證明.....	33																		
第四章 直流無刷馬達運作及驅動.....	36	4.1 驅動原理.....	37	4.2 二相導通(120度電通型).....	41	4.3 三相導通(180度電通型).....	45	5.1 永磁無刷馬達之向量控制原理.....	52	5.2 直接轉矩控制.....	54	5.2.1 磁通與轉矩估測.....	56	5.2.2 傳統切換狀態表.....	59	5.2.3 改良切換狀態表一.....	66	5.2.4 改良切換狀態表二.....	71	5.3 電壓脈波寬度調變法.....	74	5.4 電流控制脈波寬度調變.....	76	5.4.1 定時導通脈寬調變.....	78	5.4.2 定時關閉脈寬調變.....	79	5.4.3 雙電流形脈寬調變.....	80	5.5 切換表與電流控制之結合.....	82
第五章 直流無刷馬達之控制.....	52	6.1 功率電晶體的選擇.....	85	6.2 隔離電路.....	88	6.3 失效時間產生器.....	93	6.4 過電流保護.....	95	6.5 MOSFET 保護電路.....	99	6.5.1 驅動電路之限流電阻設計.....	99	6.5.2 驅動電壓的探討.....	102	6.5.3 緩振電路.....	103														
第六章 實務理論.....	85	7.1 IRFZ之選擇.....	106	7.2 簡易IRFZ之好壞判別.....	108	7.3 無隔離元件之驅動.....	109	7.4 電晶體驅動.....	111	7.5 具隔離元件之驅動.....	113	7.6 緩震電路.....	114	7.6.1 Hall元件的訊號直接測試.....	115	7.6.2 Hall訊號經CPU測試.....	117	7.7 Hall信號與驅動信號之配對.....	118	7.8 方波之驅動.....	123	7.9 傳統六步方波之PWM的程式化實現.....	124	7.10 驅動IC之實現.....	126	7.11 人機介面.....	129				
第七章 實務過程與結果.....	106	第八章 結論.....	136	附錄.....	138	參考文獻.....	142																								

REFERENCES

- 1.1 Takahashi and T. Noguchi, "A new quick-response and high efficiency control strategy of an induction motor, " IEEE Trans. on Ind. Appl. , Vol. 22, pp. 820-827,1986.
2. 王國龍, "線性永磁同步馬達驅動系統之設計及研製", 碩士論文, 國立臺灣科技大學(電機所), 2001.6
3. 蔡華駿, "直流無刷馬達之變速率採樣控制器分析", 國立台灣大學機械工程研究所碩士論文, 指導教授:顏家鈺, 1999.6
4. 童元鍼, "電動機車整體性能分析與能源最佳化設計", 國立台灣大學機械工程研究所碩士論文, 指導教授:顏家鈺, 1999.6
5. Yoon-Ho Kim, Young-seok Yoo, "Interface Circuits for Reg-enerative Operation of an Electric Vehicle" IEEE, 1996.
6. 許書賓, "小型無刷直流馬達無感測器之驅動控制研究," 碩士論文, 國立清華大學(動力機械工程研究所控制組), 1992.6.
7. B. K. Bose, "Power electronics and variable frequency drives: technology

and applications," IEEE Press, New York, 1997.7

8. 賴惠敏, "無感測器向量控制變頻器低轉速控制策略與調適" 碩士論文, 國立台灣科技大學(電機工程技術研究所), 1998.5.
9. 史宗岳, "直接轉矩控制變頻器之研製," 碩士論文, 國立台北科技大學(機電整合研究所), 1998.6.
10. 陳建和, "直接轉矩控制變頻器之低轉速控制," 碩士論文, 國立台北科技大學(機電整合研究所), 1999.6.
11. B. C. Kuo, Automatic Control System, Prentice-Hall, New Jersey, 1997.
12. D. W. Novotny and T. A. Lipo, Vector Control and Dynamics of AC Drives, Clarendon Press, Oxford, 1997.
13. 陳衍璋, "永磁無刷馬達轉矩連之控制", 碩士論文, 國立台北科技大學(電機研究所), 2001.5.
14. 王順民, "電動機車之路況模擬系統與電子式煞車系統之設計", 碩士論文, 國立台灣海洋大學(機械與輪機工程學系), 2001.7.
15. 范哲豪, "永磁無刷馬達之無感測控制器之研製", 碩士論文, 國立台北科技大學(機電整合研究所), 2000.7.
16. 曾世昌, "感應馬達直接轉矩與磁通控制器之設計", 碩士論文, 中正理工學院(電子所), 1999.5.
17. 林泰輝, "以DSP進行感應電動機滑差與轉速估測之研究", 碩士論文, 中正理工學院(電子工程研究所), 1999.5.
18. 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", 碩士論文, 國立中山大學電機工程學系, 2001.7.
19. 林卓群, "模糊控制器為主體之交流感應機的直接轉矩控制", 碩士論文, 台北科技大學(電機與能源研究所), 2000.7.
20. 辛文東, "電動機車直流無刷馬達高性能驅動系統之設計", 碩士論文, 大同大學(電機工程研究所), 2001.6.
21. 杜光宗, "變頻器的原理和使用秘訣", 建宏出版社, 1993.9.
22. 許正道, "變頻器的實用設計", 文笙書局股份有限公司, 1995.
23. 章書鳴, "雙活塞線性馬達壓縮機之最佳設計與驅動", 碩士論文, 台灣大學(機械所), 2000.3.
24. 黃金福, "數位化單相變流器應用於是電並聯系統之研製" 碩士論文, 台灣科技大學(電機所), 2000.8.
25. 李吉明, "直流無刷馬達驅動電流波形最佳化", 碩士論文, 國立台灣大學(機械工程研究所), 2000.6.
26. 李昆岱, "應用DSP 實現重覆控制於具非線性負載變流器之研究", 碩士論文, 國立成功大學(電機所), 2000.5.
27. 陳彥霖, "變採樣頻率直流無刷馬達之觀察器設計", 碩士論文, 國立台灣大學(機械研究所), 2001.6.
28. 劉文達, "線型與轉動型永磁式同步伺服馬達之參數自動調適", 碩士論文, 國立台灣科技大學(電機所), 2000.5.
29. 劉志豪, "應用模糊控制於線型永磁同步伺服馬達及定位控制器", 碩士論文, 台灣科技大學(電機所), 2002.5.