

直流無刷馬達驅動系統實務設計

詹晉榮、胡永柟、陳盛基

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

摘要

本論文主要設計一直流無刷馬達驅動器。探討幾種驅動方式，利用無刷馬達內之霍耳元件與反電動勢、電流命令訊號輸出之相對關係，製作驅動電路，以獲得良好的驅動性能。驅動器內部共使用兩顆8051單晶片，其中一顆進行馬達電子換相，另一顆則進行人機界面與位置解角器的計數功能。馬達換相的方法採用六步方波的驅動方式，依據霍爾感測元件所偵測得到的轉子位置訊號，對於電樞線圈進行適當的激磁，使得馬達轉子上永久磁鐵所產生的磁通向量與電樞線圈所產生的磁通向量永遠保持九十度，並獲得平順的扭矩。人機界面電路設計上，可由外部設定線圈導通的時間、馬達旋轉方向及圈數。實驗結果證實所設計的驅動器具架構簡單、成本低廉及性能優越的特性。

關鍵詞：無刷直流馬達；霍耳元件；六步方波驅動；直接轉矩控制；

目錄

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

參考文獻

- 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.
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.
4. 童元斌, "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.
5. Yoon-Ho Kim, Young-seok Yoo, "Interface Circuits for Regenerative 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.
7. B. K. Bose, "Power electronics and variable frequency drives: technology and applications," IEEE Press, New York, 1997.
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.
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.
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.
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.