

Sensorless field oriental control of PM brushless DC motors

洪琮閔、陳盛基

E-mail: 344738@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

In this paper, sensorless field oriental control of PM brushless DC motors with Microchip dsPIC[®] DSC is studied. The experiments with dsPIC 33FJ32MC204 such as open loop, close loop, phase advance, sensorless and sensorless field oriental control are planned. The planning experiments use new digital signal controller and data monitor and control interface as a motor control interface. At first, to understand the characteristics of controlled motor, analysis of the motor is implemented. Sensorless control is based on the location of the rotor back-EMF estimation to the proper commutation. One way to understand how field oriental control works is to form a mental image of the coordinate reference transformation process. A transformation angle is estimated by control loop. The output values from the PI controllers are transferred back to the stationary reference frame and the 3-phase voltage values are used to calculate new PWM duty cycle values. Five experiments are planned and experimental results are shown in this paper.

Keywords : Permanent Magnet Brushless Motor、Sensorless、Coordinate Transformation、Field Oriental Control (FOC)

Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要	iii	英文摘要	iii
. iv 誌謝	iv v 目錄	v
. vi 圖目錄	vi ix 表目錄	ix
. xiii 符號說明	xiii xiv 第一	xiv
章 緒論	1	1.1 前言	1
研究方法	2	1.3 文獻回顧	2
馬達磁路分析	7	2.1 馬達規格與尺寸	7
有限元素分析	11	2.3 馬達反電動勢波形量測	19
馬達無感測控制策略	26	3.1 六步梯形換相	27
.	28	3.3 所選用的BEMF檢測法	30
.	32	3.5 控制迴路	33
.	34	3.5.2 閉迴路模式	34
.	36	4.1 系統概述	36
向量控制綜述	38	4.4 座標變換	39
.	40	4.4.2 Park變換	40
.	41	4.4.2 Clarke逆變換	42
間向量調變(SVM)	44	4.5 PI控制	43
.	48	4.7 BLDC的無感測器FOC	47
.	50	4.7.1 馬達模型	47
.	50	4.7.2 反電動勢估算	50
.	50	4.7.3 反電動勢與轉子位置關係	50
第五章 驅動器及控制實驗	52	5.1 dsPIC控制實驗板	52
.	52	5.1.1 實驗板連接器與跳線介紹	53
.	53	5.2 DMCI資料監視和控制介面設置	57
控制	62	5.4 閉迴路控制實驗	69
前實驗	73	5.6 直流無刷馬達無感測控制實驗	79
.	89	5.7 直流無刷馬達無感測控制實驗	89
.	93	5.7.1 主要軟體狀態	90
.	93	第六章 結論	94
.	97	參考文獻	94
.	97	附錄	94

REFERENCES

- [1] 鄭健隆、林朝隆、葉進純、陳席卿、薛永隆， " 低成本全橋式直流無刷馬達驅動器電路製作 "， 電機月刊， 第二十一卷， 第1期， pp. 112-118， 2011年1月。
- [2] 陳遵立、劉立祥、田景文、陳俊宇、郭哲綱， " 以數位訊號處理器為基礎具弦波PWM之無刷馬達無感測驅動器 "， 電機月刊， 第二十卷， 第1期， pp. 134-141， 2010年1月。

- [3] 黃祿庭、陳正虎、黃寶強， “ 高可靠度無位置感測器無刷直流馬達驅動器起動方法之研究 ” ， 電機月刊， 第二十一卷， 第1期， pp. 120-131， 2011年1月。
- [4] 龔應時、陳良榮、陳建文、盧俊豪、呂明典， “ 以DSP為基礎無位置感測器電動跑步機速度控制系統之研製 ” ， 電機月刊， 第二十卷， 第1期， pp. 124-133， 2010年1月。
- [5] C. Elliott and S. Bowling, “ Using the dsPIC30F for Sensorless BLDC Control. ” , Microchip Technology, 2004.
- [6] J. shao, “ An Improved Microcontroller-Based Sensorless Brushless DC (BLDC) Motor Drive for Automotive Applications. ” , IEEE Trans on Industry Applications , Vol. 42, No. 5, pp. 1216-1221, Oct. 2006.
- [7] C. H. Chen and M. Y. Cheng, “ A New Sensorless Commutation Drive for Brushless DC Motors and Alternators. ” , IEEE Inter. Sym. on Industrial Electronics, Vol. 3, pp. 2116-2121, Jul. 2006.
- [8] J. Espina, A. Arias, J. Balcells and C. Ortega, “ Speed Anti-Windup PI strategies review for Field Oriented Control of Permanent Magnet Synchronous Machines. ” , Compatibility and Power Electronics, pp. 279-285, May. 2009.
- [9] M. B. B. Sharifian, T. Herizchi and K. G. Firouzjah, “ Field oriented control of permanent magnet synchronous motor using predictive space vector modulation. ” , IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications, Vol. 2, pp.574-579, Oct. 2009.
- [10] X. Wang, R. Na and N. Liu, “ Simulation of PMSM field-oriented control based on SVPWM. ” , IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, pp. 1465-1469, Sep. 2009.
- [11] 林志鴻， “ 以數位信號處理器實現同步磁阻馬達驅動系統之適應步階迴歸控制 ” ， 電機月刊， 第十六卷， 第8期， pp. 178-188， 2006年8月。
- [12] 鄧禮濤、張智凱、林法正， “ 應用FPGA於線型感應馬達之適應性步階迴歸控制器 ” ， 電機月刊， 第十六卷， 第8期， pp. 204-215， 2006年8月。
- [13] 邱天基，陳國堂，電機機械，全華科技圖書，民國83年9月。
- [14] Z.Q. Zhu, “ Influence of Design Parameters on Cogging Torque in Permanent Magnet Machines. ” , IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.15, No.4, pp.407-412, 2000.
- [15] N. Bianchi and S. Bolognani, “ Design Techniques for Reducing the Cogging Torque in Surface-Mounted PM Motors. ” , IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 38, No. 5, pp. 1259-1265, 2002.
- [16] 康基宏，選用適切矽鋼片，電機月刊，第八卷，第9期， pp. 200-204， 1998。
- [17] D. C. Hanselman, Brushless Permanent Magnet Motor Design. New York: McGraw - Hill, 1994.
- [18] 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，381期， pp. 6-18， 2007。
- [19] D. C. Hanselman, Brushless Permanent Magnet Motor Design. Second edition, The Writers ' Collective, 2003.
- [20] Z.Q. Zhu, Influence of Design Parameters on Cogging Torque in Permanent Magnet Machines, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.15, No.4, pp.407-412, 2000.
- [21] D. Torres, “ Sensorless BLDC Control with back-EMF Filtering Using a Majority Function ” , AN1160 Appl. Note, in Microchip Technology Inc., 2008 [22] J. Zambade and D. Ded, “ Sensorless Field Oriented Control of PMSM ” , AN1078 Appl. Note, in Microchip Technology Inc., 2010 [23] “ MCT 3101 BLDC Control Techniques with 16 bits dsPIC Processors ” , class code, in Microchip Technology Inc., 2008