

Investigation of Driving Control for DVD-ROM Optical Disk Drive Spindle Motor

李岳翰、鄭鴻儀

E-mail: 9419856@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

This paper uses a method to software stimulated assay, which can be use as an indicator while developing spindle motor, drive circuit and controller. It uses measure motor parameter to build brushless DC motor circuit model. We combine motor circuit model with drive circuit by utilizing the power electronics software to stimulate. Then, we compare measure with simulate waveform. Therefore, it can simplify motor drive circuit design flow. Under vector control, we use dynamic equation of permanent-magnet synchronous motor to build motor system model; then we use Matlab Simlink to stimulate dynamic response on three drive methods. Because of the method, the system can be finished stimulated ahead the design motor or drive control system. Then, it can reduce design or debug time, and the system becomes console design. Finally, it can be completed as the server control drive system design based on the FPGA.

Keywords : brushless DC motor ; drive circuit ; vector control

Table of Contents

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	iv
.....iv 英文摘要.....	v	誌謝.....	vi
.....vi 目錄.....	vii	圖目錄.....	ix
.....ix 表目錄.....	xii	第一章 緒論.....	1
.....1 1.1前言.....	1	1.2本文目標.....	1
.....1 1.3文獻回顧.....	2	第二章 光碟機主軸馬達系統分析.....	5
.....5 2.1光碟機主軸馬達的主要功能.....	5	2.2光碟機主軸馬達之結構分析.....	6
.....6 2.3主軸馬達之驅動模擬.....	9	2.4主軸馬達之驅動實際量測與比對.....	15
.....15 2.5永磁同步馬達數學模型.....	19	2.5.1永磁同步馬達三相靜止座標數學模型.....	19
.....19 2.5.2永磁同步馬達於二相旋轉座標數學模型.....	22	2.6永磁同步馬達驅動方式.....	26
.....26 2.7動態響應模擬.....	28	第三章 驅動級電路架構.....	35
.....35 3.1 MOSFET基本介紹.....	35	3.2 MOSFET電氣特性.....	37
.....37 3.3高頻化切換特性.....	41	3.4閘極驅動與保護電路.....	44
.....44 第四章 系統實驗結果.....	53	第五章 結論與未來展望.....	58
.....58 5.1結論.....	58	5.2未來展望.....	58
.....58 參考文獻.....	60	圖目錄	6
.....6 圖2.1 主軸轉速與讀寫倍數關係圖.....	6	圖2.2 主軸馬達為9槽12極無刷直流馬達結構圖.....	7
.....7 圖2.3 定電流的電樞磁場圖(80G高斯/100mV).....	8	圖2.4 於2300rpm下實測主軸馬達反電動勢波形.....	10
.....10 圖2.5 模擬於三相無電感性負載線電壓.....	11	圖2.6 於三相無電感性負載下線電壓波形.....	12
.....12 圖2.7 模擬實際負載線電壓波形(未加入PWM).....	13	圖2.8 模擬實際負載線電流波形(未加入PWM).....	13
.....13 圖2.9 模擬實際負載線電壓波形(加入PWM).....	13	圖2.10 模擬實際負載線電流波形(加入PWM).....	14
.....14 圖2.11 線電壓波形(加入PWM與後級緩衝電路).....	14	圖2.12 線電流波形(加入PWM與後級緩衝電路).....	14
.....14 圖2.13 PSIM模擬馬達加速到定轉速其驅動情形.....	15	圖2.14 直流無刷主軸馬達驅動控制方塊圖.....	16
.....16 圖2.15 三相霍爾元件回授量測波形.....	17	圖2.16 馬達線對線電壓與速度回授FG訊號.....	17
.....17 圖2.17 霍爾元件受到雜訊干擾波形.....	18	圖2.18 低速運轉U,V,W三相電流與FG訊號.....	18
.....18 圖2.19 高速運轉U,V,W三相電流與FG訊號.....	19	圖2.20 三相靜止座標轉換成二相旋轉座標示意圖.....	22
.....22 圖2.21 永磁同步電動機dq軸等效電路.....	25	圖2.22 永磁同步電動機二相靜止座標模擬模型.....	26
.....26 圖2.23 120度與180度方波驅動時序圖.....	27	圖2.24 弦波驅動靜止座標對應轉子位置與兩軸電流.....	29
.....29 圖2.25 弦波驅動馬達動態響應圖.....	30	圖2.26 旋轉座標下弦波驅動兩軸電流與電磁轉矩.....	30
.....30 圖2.27 180方波驅動靜止座標下轉子位置與兩軸電流.....	31	圖2.28 120方波驅動靜止座標下轉子位置與兩軸電流.....	31
.....31 圖2.29 旋轉座標下180方波驅動兩軸電流與電磁轉矩.....	32	圖2.30 旋轉座標下120方波驅動兩軸電流與電磁轉矩.....	33
.....33 圖2.31 180度方波驅動速度、位置、轉矩響應圖.....	33	圖2.32 120度方波驅動速度、位置、轉矩響應.....	33

圖.....34	圖3.1 三相無刷直流馬達驅動器示意圖.....35	圖3.2 空乏型與增強型MOSFET轉移特性.....36	圖3.3 輸入容量 與端子間容量38	圖3.4 內部逆二極體順向電流.....40	圖3.5 內部二極體逆向恢復時間.....41	圖3.6 等效電路圖.....43	圖3.7 MOSFET切換模型.....44	圖3.8 MOSFET導通時所需的充放電電流.....46	圖3.9 開極驅動電流動作.....46	圖3.10 雙極性電晶體驅動電路.....47	圖3.11 信號用MOSFET驅動電路.....48	圖3.12 CMOS IC驅動電路.....48	圖3.13 快速導通驅動電路.....49	圖3.14 使用二極體作為MOS_FET保護元件.....50	圖3.15 馬達端子電壓於各元件動作時序圖.....51	圖3.16 換相電壓震盪(5V/div,0.2ms/div)51	圖3.17 驅動元件MOS_FET端整體架構.....52	圖4.1 主軸馬達驅動系統.....54	圖4.2 以換向訊號作為轉速回授.....54	圖4.3 以FG與換向訊號作為轉速回授.....55	圖4.4 開迴路馬達模型.....56	圖4.5 開迴路自由加速模擬.....56	圖4.6 閉迴路PI控制模型.....56	圖4.7 各種加速模擬.....57	圖4.8 閉迴路速度響應.....57	表目錄 表2.1 模擬時所使用的馬達參數.....11	表2.2 三相電壓大小表.....12	表2.3 驅動方式表.....27
----------	----------------------------	-------------------------------	--------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------	------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------	----------------------------	--------------------------	-----------------------	---------------------------------	------------------------------	--	-------------------------------	----------------------	-------------------------	----------------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------	---------------------	-----------------------------	---------------------	-------------------

REFERENCES

- [1] 吳炳飛, “次世代數位影音多用途光碟系統之光機電整合研究”, 工程科技通訊, Vol. 12, No. 60, pp. 47-53, 二月 2002.
- [2] 潘彥光, 蔡政宏, 張裕修和徐弘光, “直流無刷主軸馬達的模擬”, 機械月刊馬達與控制專輯, Vol. 27, No 7, pp. 364-369, 九月 2001.
- [3] 潘彥光, 蔡政宏, 張裕修和徐弘光, “主軸馬達方波與正弦波驅動技術之簡易研製”, 機械月刊馬達與控制專輯, Vol. 27, No 7, pp. 355-363, 八月 2001.
- [4] Y. Muria, Y. Kawase, K. Ohashi, K. Nagatake, K. Okuyama, “Torque Ripple Improvement for Brushless DC Miniature Motor”, IEEE Transactions on industry application, pp. 441-450, Vol 25, No 3, May/June 1989.
- [5] P. Pillay, R. Krishnan, “Modeling, Simulation, and Analysis of Permanent-Magnet Motor Drives, Part1: The Permanent-Magnet Synchronous Motor Drive”, IEEE Transactions on industry applications, Vol 25, No 2, pp. 265-273, March/April 1989.
- [6] P. Pillay, R. Krishnan, “Modeling, Simulation, and Analysis of Permanent-Magnet Motor Drives, Part2: The Brushless DC Motor Drive”, IEEE Transactions on industry applications, Vol 25, No 2, pp. 274-279, March/April 1989.
- [7] Duane C. Hanselman, Brushless Permanent-Magnet Motor Design. McGraw-Hill, Inc, 1994.
- [8] CLAYTON R. PAUL, Introduction to Electromagnetic Compatibility. John Wiley & Sons, Inc, 1992.
- [9] Hisashi Takahashi, Takashi Kenjo, Hirokazu, “A real-time estimation method of brushless DC servomotor parameters”, IEEE International Conference on Power Electronics, Nagaoka, 1997.
- [10] T. Jahns, “Motion control with permanent-magnet machines”, Proc. IEEE, vol. 82, no. 8, pp. 1241-1252, Aug. 1994.
- [11] 林錫寬和王世杰, “永磁馬達遞增電感的量測與磁路分析”, Motor Express, Vol. 55, November 2003.
- [12] 詹前茂, “電機驅動控制”, 新文京開發出版社, Inc 2003.
- [13] 劉昌煥, “交流電動機控制”, 東華書局出版社, Inc 2003.
- [14] 呂有勝, 詹順興和陳政村, “光碟機主軸伺服之鎖相迴路控制改善設計”, 自動控制研討會, Inc 2004.